

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“RENDIMIENTO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja),
CULTIVAR AMARILLA REDONDA, CON TRES DOSIS DE HUMUS Y TRES
NIVELES DE BIOESTIMULANTE FOLIAR”**

TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por el Bachiller:

BENAVIDES RODRIGUEZ, EXEQUIEL

ASESOR:

Dr. JUAN FRANCISCO SEMINARIO CUNYA

CAJAMARCA-PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Norte de la Universidad Peruana

Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Cajamarca, a los **veinte y nueve** días del mes de **mayo** del año dos mil diecinueve, se reunieron en el ambiente **2A-201** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los integrantes del Jurado designado por consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 75 – 2019 – FCA – UNC, Fecha 12 de abril del 2019, con el objetivo de evaluar la sustentación de la Tesis titulada: “**RENDIMIENTO DE LA PAPA (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja), CULTIVAR AMARILLA REDONDA, CON TRES DOSIS DE HUMUS Y TRES NIVELES DE BIOESTIMULANTE FOLIAR**”, la misma que fue sustentada por el Bachiller en Agronomía: **EXEQUIEL BENAVIDES RODRIGUEZ**, para optar el Título profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las dieciséis horas y cinco minutos y de acuerdo a lo estipulado en el reglamento respectivo, el presidente del Jurado dio por iniciado el acto. Después de la exposición del trabajo de Tesis, la formulación de preguntas y de la deliberación del Jurado; el Presidente anunció la **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **QUINCE (15)**.

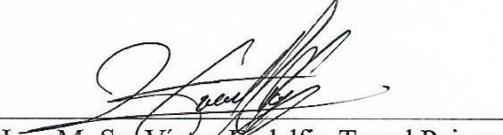
Por lo tanto, el graduando queda expedito para que se le expida el **Título Profesional** correspondiente.

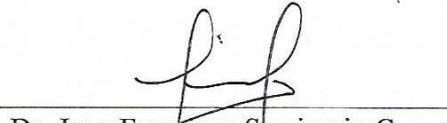
A las diecisiete horas y quince minutos, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto académico.

Cajamarca, 29 de mayo del 2019.


Dr. Segundo Berardo Escalante Zumaeta
PRESIDENTE


Dr. Manuel Salomón Roncal Ordoñez
SECRETARIO


Ing. M. Sc. Víctor Eudelfio Torrel Pajares
VOCAL


Dr. Juan Francisco Seminario Cunya
ASESOR

DEDICATORIA

A mis abuelas Teresa, Anellyda y mi madre Rosa Marina por su apoyo constante y desinteresado, sin las cuales no hubiera sido posible el anhelo de ser profesional.

AGRADECIMIENTO

- A Dios Todopoderoso, por darme las fuerzas e inteligencia para poder realizar el desarrollo de la investigación.
- Al Doctor Juan F. Seminario Cunya, por su gran apoyo incondicional como Asesor en el presente trabajo de investigación.
- A mi familia y amigos, por su apoyo durante el desarrollo de mi investigación.
- Al Ingeniero Alejandro Seminario Cunya, por el apoyo intelectual y material durante el periodo de permanencia de mi cultivo en campo.
- Al programa de Raíces y Tubérculos Andinos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca por haberme facilitado los tubérculos semilla de papa cultivar “Amarilla redonda” y el terreno para instalar el experimento.
- A la Universidad Nacional de Cajamarca, especialmente a la Facultad de Ciencias Agrarias y a sus docentes por haberme impartido los conocimientos durante mi formación profesional.

ÍNDICE

Contenido	Página
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE	v
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo de la investigación.....	3
1.1.1. Objetivos específicos	3
1.2. Hipótesis de la investigación	3
CAPÍTULO II	4
REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Antecedentes de la investigación.....	4
2.1.1. Antecedentes sobre abonamiento orgánico.....	4
2.2. BASES TEÓRICAS	8
2.2.1. Origen de la papa Phureja	8
2.2.2. Taxonomía de la papa Phureja.....	9
2.2.3. Distribución geográfica de la papa Phureja	12
2.2.4. Usos de <i>Solanum tuberosum</i> , grupo Phureja	13
2.2.5. Aportes nutricionales del grupo Phureja	14
CAPÍTULO III	16
MATERIALES Y MÉTODOS	16

3.1. Ubicación del experimento	16
3.2. MATERIALES	17
3.3. Análisis físico-químico del suelo donde se realizó el experimento	20
3.4. Análisis del “humus” de lombriz usado.....	21
3.5. Método y diseño experimental.....	22
3.6. Conducción del experimento	25
3.7. Evaluaciones realizadas.....	27
CAPÍTULO IV	32
RESULTADOS Y DISCUSIONES	32
4.1. Número total de tubérculos por planta (NTT)	32
4.2. Rendimiento total de tubérculos por hectárea (t ha ⁻¹)	34
4.3. Rendimiento en número de tubérculos comerciales por planta (NTC)	37
4.4. Peso de tubérculos comerciales por planta (PTC)	38
4.5. Altura de planta (AP)	41
4.6. Número de tallos por planta (NT)	44
4.7. Materia seca del follaje (MSF).....	46
4.8. Materia seca del tubérculo (MST)	47
4.9. Gravedad específica (GE).....	49
4.10. Índice de cosecha (IC)	50
CAPÍTULO V	53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
5.1. Conclusiones.....	53
5.2. Recomendaciones	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXOS	64

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la respuesta de la papa (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja) cultivar “Amarilla redonda”, en términos de rendimiento de tubérculos y sus componentes, al aplicar tres dosis (0, 10 y 15 t ha⁻¹) de “humus” de lombriz y tres niveles (0, 1 y 2 aplicaciones) de bioestimulante foliar “orgabiol”. El estudio se realizó en una parcela del Servicio Silvo Agropecuario de la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicado a 2673 msnm. El “humus” de lombriz se aplicó al momento de la siembra y el bioestimulante foliar se aplicó a los 45 y 70 días después de la siembra. Las evaluaciones realizadas fueron número y peso total de tubérculos por planta, número y peso de tubérculos comerciales por planta, altura de planta, número de tallos por planta, materia seca. Los tubérculos fueron clasificados en las categorías primera (> de 4 cm de diámetro), segunda (entre 2 a 4 cm de diámetro) y tercera (> de 2 cm de diámetro). Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza (ANOVA) y de acuerdo con la significancia estadística entre los factores (humus y bioestimulante) se aplicó la prueba de rango múltiple de Tuckey ($p \leq 0,05$). No se encontró diferencias estadísticas en la interacción humus y bioestimulante, pero si se encontró diferencia estadística para el humus de lombriz sobre el rendimiento comercial ($p=0.02$) y el rendimiento total (p -valor = 0.02). El rendimiento total varió de 11.4 t ha⁻¹ a 18.2 t ha⁻¹. El índice de cosecha varió de 49.3 % a 66.1%.

Palabras clave: Grupo Phureja, bioestimulante, rendimiento de tubérculos.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to evaluate the response of the potato (*Solanum tuberosum*, Phureja group) to cultivate "Round yellow", in terms of yield of tubers and their components, when applying three doses (0, 10 and 15 t ha⁻¹) of earthworm humus and three levels (0, 1 and 2 applications) of biostimulant foliar "orgabiol". The study was carried out in a plot of the Silvo Agropecuary Service of the National University of Cajamarca, located at 2673 masl. The earthworm humus was applied at the time of sowing and the foliar biostimulant was applied 45 and 70 days after sowing. The evaluations carried out were number and total weight of tubers per plant, number and weight of commercial tubers per plant, height of plant, number of stems per plant, dry matter. The tubers were classified into the first categories (> of 4 cm in diameter), second (between 2 to 4 cm in diameter) and third (> of 2 cm in diameter). The data were analyzed by analysis of variance (ANOVA) and according to the statistical significance between the factors (humus and biostimulant) the Tuckey multiple range test was applied ($p \leq 0.05$). No statistical differences were found in the humus and biostimulant interaction, but statistical difference was found for worm humus on commercial yield ($p = 0.02$) and total yield (p -value = 0.02). The total yield varied from 11.4 t ha⁻¹ to 18.2 t ha⁻¹. The harvest index varied from 49.3% to 66.1%.

Key words: Group Phureja, biostimulant, performance of tubers

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En el Perú la papa es el principal cultivo que se siembra en la región sierra en donde se concentra el 87% de productores de este cultivo; la papa forma parte de su dieta alimenticia, es fuente de ingresos económicos y contribuye a la preservación de costumbres ancestrales (Ordinola 2011). Según el MINAGRI (2016) en nuestro país las regiones que concentran la mayor producción de papa son Puno, Huánuco y Cajamarca que en conjunto suman 50.2 % de la producción nacional. En América el Perú ocupa el segundo lugar en producción después de Estados Unidos, en América del Sur el Perú ocupa el primer lugar en producción (MINAGRI 2017).

Según la FAO *et al.* (2003) desde la década de los cincuenta la agricultura se fundamenta en un sistema de producción de alta eficiencia, dependiente de alto uso de insumos sintéticos, donde el monocultivo se justifica como herramienta fundamental para lograr la mayor eficiencia del proceso productivo afectando el medio ambiente. Se estima que del total de agroquímicos usados en nuestro país, aproximadamente el 20% se destina al cultivo de papa.

Utilizar fertilizantes químicos no solo tiene consecuencias sobre el medio ambiente sino también sobre la salud del consumidor (García 2012), es la agricultura a través de sus sistemas de producción (uso indiscriminado de agroquímicos) que contribuye negativamente a esos cambios en el medio ambiente y la salud del ser humano (Vergara 2011).

Desde hace varios años el País viene implementado mecanismos para reducir la emisión de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), óxidos de nitrógeno; etc. ocasionados por la actividad humana (agricultura y

ganadería); instituciones locales y nacionales como el ministerio de agricultura y riego (MINAGRI), fondo de cooperación para el desarrollo social (FONCODES), organizaciones no gubernamentales (Ayuda en Acción), vienen implementando proyectos para la agricultura bajo una producción orgánica; por su parte el Ministerio del Ambiente (MINAM) está trabajando por detener o disminuir la contaminación ambiental ocasionado por diferentes sectores (agricultura, industria, minería; deforestación y más); es de esta manera que el interés por reducir la contaminación involucra a diferentes instituciones locales, nacionales e internacionales.

Una forma de evitar los fertilizantes químicos en la agricultura y disminuir el efecto ocasionado por los mismos, es utilizando materia orgánica (“humus” de lombriz), el cual contribuye en el mejoramiento de las propiedades fisicoquímicas del suelo, mejorando la estructura del suelo y gradualmente liberando varios nutrientes, lo que hace que el cultivo (papa) sea favorecido por el efecto de la materia orgánica en el suelo (Bonilla 1997). El uso de bioestimulantes es otra alternativa; los bioestimulantes se emplean para incrementar la calidad de los vegetales activando el desarrollo de diferentes órganos (raíces, frutos, hojas, entre otros) y reducir los daños causados por el estrés (fitosanitarios, heladas, calor, sequía) (Granados 2015).

Bajo estas consideraciones, como profesional dedicado a utilizar los recursos naturales (suelo, agua, aire) surgió la necesidad de realizar una investigación en donde se utilizó productos orgánicos como el “humus” de lombriz y bioestimulante foliar orgánico en la producción de papa (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja) cultivar “Amarilla redonda” y de esta manera poder contribuir al gran esfuerzo que se viene realizando por reducir el uso de insumos químicos usados en la agricultura. Se trabajó con el cultivar “Amarilla redonda” teniendo en cuenta su periodo vegetativo corto, mayor rentabilidad económica que se puede obtener por su mayor costo en el mercado, por ser papa nativa y por ser un cultivar requerido para el procesamiento industrial.

1.1. Objetivo de la investigación

Evaluar la respuesta en términos de rendimiento de tubérculos, del cultivar de papa Amarilla redonda del grupo Phureja a tres dosis (0, 10 y 15 t ha⁻¹) de abono orgánico y tres niveles (0, 1 y 2 aplicaciones) de bioestimulante foliar orgabiol.

1.1.1. Objetivos específicos

Evaluar la interacción de tres dosis (0, 10, 15 t ha⁻¹) de “humus” de lombriz y tres niveles (0, 1 y 2 aplicaciones) del bioestimulante foliar orgabiol en el rendimiento total y comercial de tubérculos, en el cultivar de papa Amarilla redonda (grupo Phureja).

Determinar el efecto individual de tres dosis (0, 10, 15 t ha⁻¹) de “humus” de lombriz y tres niveles (0, 1 y 2 aplicaciones) de bioestimulante foliar, sobre el rendimiento de tubérculos en el cultivar Amarilla redonda de papa (grupo Phureja).

Determinar el comportamiento de las variables relacionadas con el rendimiento de tubérculos, como número de tallos por planta, altura de planta, contenido de materia seca, además de la gravedad específica e índice de cosecha, en función a los tratamientos en estudio.

1.2. Hipótesis de la investigación

La combinación de tres dosis (0, 10, 15 t ha⁻¹) de “humus” de lombriz y tres niveles (0, 1 y 2 aplicaciones) del bioestimulante foliar orgabiol aplicada al cultivar Amarilla redonda de papa (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja) no muestra interacción respecto al rendimiento total y comercial de tubérculos y los rendimientos son mejores a medida que se incrementan estos factores de modo individual. Asimismo, las variables (altura de planta, número de tallos) relacionadas con el rendimiento muestran incremento conforme se aumenta los niveles de los factores en estudio.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes sobre abonamiento orgánico

El humus de lombriz aumenta la productividad en los cultivos de papa porque es un abono que se adapta a cualquier tipo de cultivo. La principal ventaja es que el “humus” de lombriz presenta ácidos húmicos y fúlvicos que mejoran las condiciones del suelo, haciendo que retenga la humedad y estabiliza el pH del suelo (Villanueva 2018).

Luján (2018) realizó una investigación en Otuzco, la Libertad; en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Serranita. El objetivo fue conocer el efecto de tres dosis de “humus” de lombriz (0, 2 y 3 t ha⁻¹) y tres dosis de estiércol vacuno (0, 2 y 3 t ha⁻¹); los resultados que obtuvo fue que aplicando 3 t ha⁻¹ de “humus” de lombriz se obtiene el mayor rendimiento de tubérculos totales (34.78 t ha⁻¹).

Santamaria *et al.* (2010) realizaron una investigación en papa criolla (grupo Phureja) en el departamento de Cundinamarca, Colombia; la investigación consistió en determinar el rendimiento bajo producción orgánica y convencional; para la producción orgánica se utilizó humus de lombriz y gallinaza, mientras que para la producción convencional se utilizó abono mineral compuesto 10-30-10 (nitrógeno, fósforo y potasio), las aplicaciones fueron fraccionadas, al momento de la siembra y a los 45 días (momento del aporque). Los autores encontraron que en la producción orgánica o limpia se registró mayor número de tubérculos (34.15 por planta), mayor peso total (1228 g por planta); mientras que en la producción convencional se registró 32.78 tubérculos por planta y 958.82 g por planta.

Yépez (2011), menciona que para el “humus” de lombriz, se ha comprobado que la productividad del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) es mucho mejor frente a la acción de los abonos químicos utilizados. Esto debido a que el “humus” de lombriz tiene efectos sobre las propiedades físicas del suelo, formando agregados y dando estabilidad estructural, uniendo a las arcillas y formando el complejo de cambio (arcillo-húmico), favoreciendo la penetración de agua y su retención, favoreciendo el intercambio gaseoso (Graetz 1997).

El “humus” de lombriz genera una intensa actividad microbiana (bacterias, hongos, protozoos) que liberan una serie de elementos para las plantas; se dice que el efecto inmediato que genera el humus de lombriz (25 % del total) es mejorar la estructura del suelo. El humus de lombriz contiene ácidos fúlvicos, húmicos, huminas) que estabilizan el pH del suelo; tiene una relación C/N entre 9 y 10 que representa alrededor de 75 % del humus que se aplica (Navarro *et al.* 1995).

Villanueva (2018) realizó un estudio en Huarijirca-Ancash, en donde realizó la aplicación de humus de lombriz en dosis de 6, 8 y 10 t ha⁻¹ en papa (*Solanum tuberosum*) variedad canchan los resultados que encontró fue que al aplicar 10 t ha⁻¹ de humus obtuvo un rendimiento total de 16 t ha⁻¹ mientras que con 8 y 6 t ha⁻¹ de humus se obtuvo 19 t ha⁻¹ y 15 t ha⁻¹ respectivamente.

En el departamento de Nariño-Colombia, Muñoz *et al.* (2008) evaluaron el rendimiento en papa criolla (grupo Phureja) aplicando fertilizante químico compuesto, usando la fórmula 13-26-6 de N, P y K respectivamente en dosis de 0, 600, 900 y 1200 kg/ha en comparación con abono orgánico (no menciona el tipo de abono) en dosis de 0, 800, 1000 y 1200 kg/ha; los autores comprobaron que la mejor dosis de abono orgánico es 800 kg/ha en donde se obtuvo un rendimiento total de tubérculos de 13.8 t ha⁻¹; mientras que la mejor dosis de fertilizante químico fue de 600 kg/ha donde se obtuvo un total de 6.3 t ha⁻¹ de tubérculos.

En el municipio de Toca departamento de Boyacá-Colombia, ubicado a 2700 msnm, Neira *et al.* (1996) evaluaron el efecto de la aplicación de tres fuentes de

materia orgánica (gallinaza, bovinaza y humus de lombriz) como complemento al fertilizante compuesto 13-26-6 de N, P y K (en dosis de 150, 250 y 350 kg/ha) en el cultivar de papa criolla (grupo Phureja); los resultados que encontraron determinó que la dosis ideal es de 2.2 t ha⁻¹ de gallinaza y 150 kg/ha de fertilizante 13-26-6 con el cual obtuvieron un rendimiento de 24.2 t ha⁻¹.

Luna *et al.* (2016) evaluaron la respuesta agronómica de papa criolla a la aplicación de abonos orgánicos y fertilización química; la aplicación de abonos orgánicos lo realizaron al momento de la siembra; los abonos orgánicos fueron: gallinaza (2.50 t ha⁻¹), humus de lombriz (7 t ha⁻¹), estiércol bovino (10 t ha⁻¹); la aplicación de los fertilizantes lo realizaron a los 0, 60 y 90 días y tuvieron concentraciones compuestas de 10-30-10 y 15-15-15 de NPK. Encontraron que la aplicación de humus de lombriz (7 t ha⁻¹) y estiércol bovino (10 t ha⁻¹); mostraron similares rendimientos a los fertilizantes químicos (20 t ha⁻¹).

Tamayo *et al.* (s.f.) evaluaron el efecto de cuatro niveles de materia orgánica (4, 8, 12 y 16 t ha⁻¹ de estiércol bovino) aplicados al cultivar de papa “yema de huevo” (grupo Phureja). El estudio se realizó en el departamento de Antioquia-Colombia. Los resultados mostraron diferencias significativas entre dosis de materia orgánica. El mayor rendimiento de tubérculos (30.47 t ha⁻¹) se obtuvo con 12 t ha⁻¹ de materia orgánica.

2.1.2. Antecedentes de abonamiento foliar

Ortiz *et al.* (1995) realizaron una investigación en papa criolla (grupo Phureja) en el municipio de Pasto (Nariño, Colombia) para determinar el rendimiento total de tubérculos; utilizaron los bioestimulantes foliares cytozyme y humiforte; la aplicación se realizó a la semilla en el momento de la siembra (cytozyme a una dosis de 1.25 g/kg de semilla) y al follaje después de haber realizado el aporque (humiforte en dosis de 1 l/ha⁻¹). Los resultados obtenidos permitió a los autores concluir que con la aplicación del bioestimulante humiforte al follaje se obtuvo un rendimiento total de 24.1 t ha⁻¹ de tubérculos.

De La Cadena (2007) realizó una investigación en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad “super chola” para determinar el rendimiento total de tubérculos; la investigación se realizó en la localidad de Carchi-Ecuador; para ello utilizó dos bioestimulantes foliares, “cromstar” y “aminoset”; la dosis aplicada para cada producto fue de 50 ml/20l de agua. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: en el área donde aplicó el bioestimulante cromstar obtuvo un rendimiento total de tubérculos de 36.78 t ha⁻¹, mientras que donde aplicó aminoset obtuvo un rendimiento total de 28.20 t ha⁻¹.

Un estudio realizado en el distrito de Pancán provincia de Jauja región Huancayo a 3360 msnm determinó que aplicando abonos foliares Wuxal Boro, Wuxal calcio, Wuxal magnesio a la variedad perricholi, se obtuvo un rendimiento de 51.93 t ha⁻¹ (Vizcardo, 2011).

Aragón (2009) reporta que, aplicando fertilizante foliar a base de Fosfito de potasio + Aminoácidos + Auxinas incrementó el peso de tubérculos totales en un 22,8%. En la evaluación comercial hubo una diferencia de 5,6 t ha⁻¹ de tubérculos comerciales por efecto del tratamiento a base de Fosfito de Potasio + Aminoácidos + Auxinas; mientras donde no se aplicó solo hubo un rendimiento de 4,02 t ha⁻¹.

En el cultivo de papa del grupo Phureja no se ha reportado investigaciones con bioestimulante foliar orgabiol; pero existe una investigación realizada en el 2015 en el valle del Mantaro, en el centro experimental de la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP) donde se evaluó la respuesta de tres especies forrajeras al bioestimulante foliar “orgabiol” en interacción con dos momentos de aplicación; las especies fueron triticale (*Triticum aestivum*), cebada (*Hordeum vulgare* L) y avena (*Avena sativa* L.); los resultados obtenidos mostraron que el triticale (*Triticum aestivum*) alcanzó una producción de 5.0 t ha⁻¹; mientras que la producción de cebada (*Hordeum vulgare* L) y avena (*Avena sativa* L.) alcanzaron una producción de 3.3 t ha⁻¹ y 3.2 t ha⁻¹ respectivamente (Aquino 2015).

La penetración de nutrimentos a través de la hoja es afectada por factores externos tales como la concentración del producto, la valencia del elemento, el

o los nutrimentos involucrados, el ión acompañante, las condiciones tecnológicas de la aplicación y de factores ambientales tales como temperatura, humedad relativa, precipitación y viento. Así como también, por factores internos como la actividad metabólica. (Fageria, *et al.* 1997).

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Origen de la papa Phureja

Los investigadores coinciden en que la primera papa cultivada fue *S. Stenotomun*, que se originó en los Andes del sur del Perú, a partir de *S. brevicaule* (Hawkes 1990), es por ello que su origen del grupo Phureja estaría en los Andes del sur del Perú y Noreste de Bolivia, alrededor del Lago Titicaca, como lo afirma Villa *et al.* (2007) debido a que en esta zona se encuentra la mayor variabilidad genética de especies silvestres y variedades cultivadas de papa.

S. phureja subsp. phureja fue seleccionada a partir de *S. stenotomum* por ausencia de periodo de dormancia en el tubérculo al momento de la cosecha, rápido desarrollo de los tubérculos y mejor crecimiento del cultivo. Esto permitió llegar a tener hasta tres cultivos por año en las zonas bajas y cálidas de los valles orientales de los Andes (Hawkes 1990, citado por Rodríguez 2010).

Rodríguez (2010) hace un resumen para simplificar y entender mejor el origen de las papas cultivadas en base a las teorías de Hawkes 1990, Huaman y Spooner 2002, teniendo en cuenta su ploidia, en la cual dice que *Solanum phureja* (cultivar Amarilla redonda, grupo Phureja) se originó a partir de *S. Stenotomum* teniendo en cuenta el crecimiento rápido y la falta de dormancia del tubérculo (Tabla 1).

Tabla 1. Hipótesis acerca del origen de la papa Phureja.

Especies cultivadas	Ploidia	Posible origen
<i>S. ajanhuiri</i> "Ajanwiri"	2x	<i>S. ajanhuiri</i> x <i>S. Stenotomum</i> (Hawkes, 1990)
<i>S. chaucha</i>	3x	<i>S. tuberosum</i> subsp. <i>Andigena</i> x <i>stenotomum</i> o <i>S. phureja</i> (Hawkes, 1990)
<i>S. cortilobum</i>	5x	<i>S. Juzepczukii</i> x <i>S. tuberosum</i> subsp. <i>Andigena</i>
<i>S. Juzepczukii</i> Buk	3x	<i>S. stenotomum</i> x <i>S. acaule</i> (Hawkes, 1990)
<i>S. phureja</i> subsp. <i>Phureja</i>	2x	Variante de <i>S. stenotomum</i> por selección rápida, maduración y ausencia de dormancia
<i>S. phureja</i> subsp. <i>Estradae</i>	4x	Autotetraploide de <i>S. phureja</i> subsp. <i>Phureja</i> o <i>S. phureja</i> subsp. <i>Phureja</i> x <i>S. tuberosum</i> subsp. <i>Tuberosum</i>
<i>S. phureja</i> subsp. <i>Hygrothermicum</i>	4x	desconocido
<i>S. stenotomum</i> subsp. <i>Stenotomum</i>	2x	Derivación a partir de <i>S. stenotomum</i> , se considera como una variante dentro del grupo <i>stenotomum</i> (Spooner 2002)
<i>S. tuberosum</i> L. subsp. <i>Andigena</i>	4x	<i>S. stenotomum</i> x <i>S. sparsipilum</i> se originó a través de tetraploidización entre diferentes genotipos de <i>S. stenotomum</i>
<i>S. tuberosum</i> L. subsp. <i>tuberosum</i>	4x	Deriva secundariamente de cultivares andinos después de la hibridación <i>S. tarijense</i>

Fuente: Rodríguez (2010).

2.2.2. Taxonomía de la papa Phureja.

La taxonomía de las papas ha ocasionado discusiones altamente discordantes, las razones son la alta diversidad y variabilidad (expresada en varias especies o grupos cultivados y muchas especies o grupos silvestres) (Seminario 2008).

Harlan y Wet, citado por Seminario (2008) indican que los métodos formales de la taxonomía no han sido muy satisfactorios para la clasificación de las plantas

cultivadas. Como resultado, la gente que trabaja con plantas cultivadas ha desarrollado su propio sistema informal e intuitivo.

La clasificación taxonómica de la papa forma parte de un sistema de clasificación bajo dos grandes enfoques:

El primer enfoque, se basa en las normas del Código Internacional de Nomenclatura Botánica (ICBN), siendo este el enfoque más útil para clasificar y nombrar especies silvestres, en las cuales hay mejores posibilidades de discernir relaciones evolutivas y porque en general, las especies silvestres presentan menos variación genética que las especies cultivadas.

El segundo enfoque, es bajo el Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas (ICNCP), el cual hace referencia a plantas cultivadas que se distinguen por su fisiología, morfología o por sus características citológicas. El ICNCP también establece la categoría “grupo de cultivares”, el cual involucra a varios cultivares con características semejantes, dentro de una especie o híbrido interespecífico.

La aplicación de los dos enfoques a la clasificación taxonómica de la papa, ha conducido a esquemas frondosos (ICBN) y a esquemas más reducidos (ICNCP), como menciona esto ha permitido que no haya un acuerdo bilateral y definitivo sobre la taxonomía de la papa (*Solanum tuberosum* L.) (Seminario 2008)

Dentro de los enfoques del ICBN) e ICNCP existen tres propuestas para cada uno:

a. Clasificación de acuerdo al Código Internacional de Nomenclatura Botánica (ICBN):

La propuesta de Bukasov (1971) y Lechnovitch (1971); Bukasov y Lechnovitch coincidieron en clasificar a las papas cultivadas en 21 especies, agrupadas en los niveles de ploidía, tradicionalmente reconocidos. En este grupo figuran las especies que son reconocidas por otros autores, excepto *S. andigenum* y *S. tuberosum* que aquí son consideradas como especies tetraploides independientes (Seminario, 2008).

La propuesta de Ochoa (1990, 1999); indudablemente una de las clasificaciones más aceptadas en Latinoamérica, con 9 especies (*S. andigenum*, *S. stenotomum*, *S. ajanhuiri*, *S. chaucha*, *S. curtilobum*, *S. goniocalyx*, *S. phureja*, *S. chilotanum* y la última especie incluida que es *S. hygrothermicum*).

La propuesta de Hawkes (1990); esta clasificación ha recibido amplio respaldo, propone 7 especies (*S. stenotomum*, *S. ajanhuiri*, *S. chaucha*, *S. phureja*, *S. Juzepczukii*, *S. tuberosum*, *S. curtilobum*) y menciona que *S. goniocalyx* es considerada ssp. de *S. stenotomun*. Así mismo afirma que *S. phureja* abarca a tres subespecies (*phureja*, *estradae* e *hygrothermicum*).

b. Clasificación de acuerdo al Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas (ICNCP).

La primera propuesta proviene de Dodds (1962) clasifica a las papas cultivadas en tres especies o clases, *S. tuberosum*, *S. juzepczukii* y *S. curtilobum*. Reconoce dentro de la clase *S. tuberosum* cinco grupos: grupo *Stenotomun*, grupo *Phureja*, grupo *Chaucha*, grupo *Andigena* y grupo *Tuberosum* (Seminario 2008).

La segunda propuesta de clasificación es de Huamán y Spooner (2002) en la que propusieron clasificar a todas las poblaciones de papas cultivadas como “grupos de cultivares” bajo la única clase *S. tuberosum* (proponiendo una sola especie dentro de la cual consideran nueve grupos de cultivares). Luego de reexaminar las clasificaciones anteriores encontraron que la mayoría de caracteres se entrelazan extensamente con los de otros grupos. Los nueve grupos (cada grupo con sus cultivares) que Huamán y Spooner (2002) denominaron son: grupo *Ajanhuiri*, grupo *Andigenum*, grupo *Chaucha*, grupo *Chilotanum*, grupo *Curtilobum*, grupo *Juzepczukii*, grupo *Phureja* y grupo *Stenotomun* y el último es un grupo que involucra a los cultivares modernos (grupo *Tuberosum*), obtenidos en los centros de mejoramiento genético (todos los tipos de papa que no son nativas). Entonces bajo este concepto se llega a la conclusión que la clasificación taxonómica para las papas *Phureja* (conocidas en

Cajamarca como chauchas) es *S. tuberosum*, grupo Phureja (clasificación que se utilizó en la presente investigación para el cultivar Amarilla redonda).

La tercera y última propuesta de clasificación de los cultivares de papas cultivadas, proviene de David Spooner (2007) de la Universidad de Wisconsin Estados Unidos; el cual habiendo tomado en cuenta los estudios realizados por Huamán y Spooner (2002) propuso la reclasificación de las papas cultivadas en cuatro especies, con diferente nivel de ploidía: *S. tuberosum* (diploide, triploide y tetraploide), *S. ajanjuri* (diploide), *S. juzepczukii* (triploide), y *S. curtilobum* (pentaploide). Además, justifican la división de *S. tuberosum* en dos grupos de cultivares: Grupo andigenum y el grupo Chilotanum (Spooner *et al.* 2007).

2.2.3. Distribución geográfica de la papa Phureja

El grupo Phureja (grupo a donde pertenece el cultivar Amarilla redonda) se encuentra cultivado preferentemente en la parte oriental de los Andes y usualmente entre los 2000 – 3400 msnm. Su distribución geográfica se extiende desde el noroeste de Bolivia, toda la región oriental de los Andes peruanos, hasta Colombia y parte de Venezuela; en estas zonas no hay el peligro de frecuentes heladas, y el régimen de lluvias es más largo y constante como lo afirma Ghislain *et al.* (1996); Rodríguez (2010) afirma que las papas cultivadas diploides de la especie *Solanum phureja* (grupo Phureja) se distribuyen en una larga franja de los Andes, desde el occidente de Venezuela hasta el centro de Bolivia (Figura1).

Los cultivares pertenecientes a este grupo son precoces, de ahí su nombre nativo en Aymara “phureja” (que quiere decir precoz), sus tubérculos no tienen periodo de reposo y es posible establecer ciclos de siembra-cosecha, tres o cuatro veces al año (Ochoa 2001:344). Por su parte Becerra *et al.* (2007) mencionan que el grupo Phureja se cultiva entre los 2000 y los 3000 msnm, siendo óptimas para su cultivo la altura comprendida entre los 2300 y los 2800 msnm (por lo tanto el valle de Cajamarca es óptimo para su desarrollo y así realizar investigaciones científicas como esta) y que el mejor suelo para su desarrollo es aquel que presenta una textura franca y con buen drenaje, pH entre 5.2 y 5.9 y buenos niveles de materia orgánica.

Solanum phureja (grupo Phureja) es un grupo de gran importancia en el mejoramiento de la papa porque muchas accesiones de esta especie llevan rasgos valiosos tales como la resistencia al tizón tardío (Cafilzares y Forbes, citado por Ghislain *et al.* 1996).

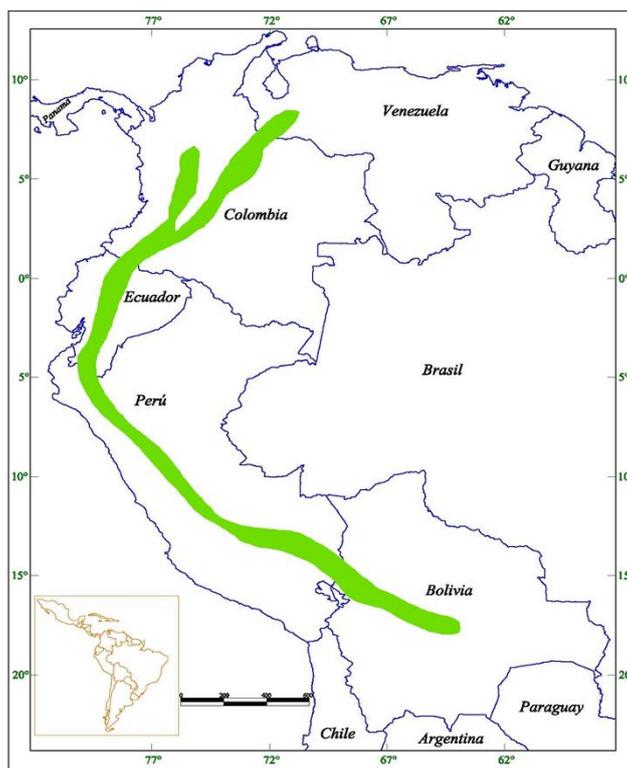


Figura 1. Distribución geográfica de las 129 accesiones de la colección de germoplasma de *Solanum phureja*, mantenidas por el Centro Internacional de la Papa (CIP). Fuente: CIP 1996.

2.2.4. Usos de *Solanum tuberosum*, grupo Phureja

La globalización de la economía ha favorecido la homogenización del consumo de algunos productos a través de las comidas rápidas, dentro de las cuales la papa es uno de los cultivos más aptos (Bonierbale *et al.* 2001). Según el CIP (2016) aproximadamente 1.4 mil millones de personas alrededor del mundo consumen papa como alimento básico.

Una vez cosechada, la papa se destina a diversos fines y no se usa sólo como hortaliza para preparar en casa. En realidad las papas Phureja que se consumen

frescas son menos del 50% de la producción mundial, con el resto se obtienen alimentos e ingredientes alimentarios industriales, piensos para el ganado bovino, porcino y las aves de corral, almidón para la industria, y tubérculos semilla para la siguiente cosecha (FAO 2008).

El grupo Phureja (amarilla redonda) tiene diferentes usos industriales, se puede preparar en papas fritas, en forma de "chips" u hojuelas, congelada pre-frita o enlatada; también se obtienen otros productos como almidón, alcohol y celulosa (Andrade 1997).

Las papas nativas entre ellos el cultivar Amarilla redonda tiene bastante importancia en la industria del procesamiento, esta se transforma en papas fritas y conservas, coincidiendo con lo que dice (Martínez *et al.* 2005) que las papas criollas (cultivar Amarilla redonda) puede utilizarse en diferentes formas de consumo, en papas fritas, conservas y en hojuelas que son los productos procesados más importantes, y es probable que esta tendencia siga incrementándose en el futuro (Ligarreto *et al.* 2003).

La tendencia futura en el procesamiento de la papa Phureja se concentrará en productos deshidratados (harinas, hojuelas, gránulos, conglomerados, tajadas secas, papa pelada, almidón, alcohol y papa precocida (Estrada, citado por Rivera *et al.* 2010).

2.2.5. Aportes nutricionales del grupo Phureja

Los cultivares del grupo Phureja son conocidos por ser un alimento importante en la nutrición humana debido a que proporciona hidratos de carbono, proteínas, vitamina C, aminoácidos esenciales y minerales (Molina *et al.* 2015).

Reddivari *et al.* (2007) afirman que los compuestos presentes en los tubérculos de papa Phureja son: ácido ascórbico, carotenoides, diferentes polifenoles y ácidos fenólicos como el ácido clorogénico. Wissar (2009) menciona que los atributos de las papas nativas es su alto contenido de antocianinas.

Los compuestos presentes en los tubérculos de papa Phureja son: ácido ascórbico, tocoferol, carotenoides, diferentes polifenoles y ácidos fenólicos como el ácido clorogénico, principal representante de este grupo; se ha demostrado que la mayoría de los compuestos fenólicos se encuentran en la cascara, derivados mayoritariamente del ácido cafeico y ácido ferúlico, estimulando así el aprovechamiento de este subproducto en la industria alimentaria (Cerón *et al.* 2018).

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

La investigación se desarrolló en la Universidad Nacional de Cajamarca, en una parcela del Servicio Silvo Agropecuario de la Universidad Nacional de Cajamarca, cuyas coordenadas geográficas son: 07° 10' 02" latitud sur y 78° 29' 41" longitud oeste, a una altitud de 2673 msnm, entre los meses de diciembre de 2017 a abril del 2018. Según el SENAMHI el clima que presenta la zona es predominantemente seco, con temperatura promedio anual de 14.7 °C; precipitación pluvial anual de 651.9 mm y con humedad relativa promedio de 64.9 %. Los tubérculos semilla fueron del cultivar de papa "Amarilla redonda" (grupo Phureja).

Los registros de precipitación (mm), humedad relativa (%), temperatura (°C) de la estación "Augusto Weberbauer" se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Datos meteorológicos registrados durante el periodo de investigación (diciembre-abril 2018).

Factores Meteorológicos	meses (2017-2018)				
	dic	ene	feb	mar	abr
Precipitación (mm)	24.2	99	126.4	117.3	50.1
Humedad relativa (%)	50	75	78	80	73
Temperatura promedio (°C)	13.4	14.2	14.8	13.5	13
Brillo solar (Horas)	4.1	4.6	5.6	4.6	6.6

Fuente: Estación meteorológica – "Augusto Weberbauer" (2018).

3.2. MATERIALES

3.2.1. Material experimental

- Semilla: cultivar “Amarilla redonda”
- Abono y Bioestimulante:
 - Humus de lombriz
 - Orgabiol (bioestimulante foliar)
- Insecticida
 - Tifón 4E
- Fungicida y fungistático
 - Ridomil Gold 68

3.2.2. Herramientas

- Lampas
- Picos
- Cuchillas

3.2.3. Material de campo

- Saco y mallas
- Tarjetas(Láminas)
- Estacas de madera
- cestos
- mantada
- Rafia
- Balanza
- Wincha
- Carteles

3.2.4. Material de escritorio

- Cuaderno
- Lápiz

- Lapiceros
- Plumón acrílico
- Plumón indeleble
- Papel bond A4
- Colores
- Calculadora
- Laptop

3.2.5. Material y equipos de laboratorio

- Alcohol
- Cuchilla
- Franela
- Papel kraft
- Vernier
- Estufa
- Reloj
- Becker
- Bolsas de plástico
- Recipientes de vidrio
- Agua destilada.

3.2.6. Otros

- Cámara digital Fotográfica
- Mochila manual de fumigar

El bioestimulante tuvo como nombre comercial “orgabiol” cuya composición se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3. Composición del bioestimulante orgabiol según el fabricante.

Aminoácidos activos totales	2.19%
Carbohidratos activos totales	3.35%
Nitrógeno total	0.31%
Fósforo (P ₂ O ₅)	1.60%
Potasio (K ₂ O)	2.00%
Materia orgánica total	6.80%
Es un líquido color marrón oscuro, compatible con la mayoría de productos, excepto con los de reacción alcalina	

Fuente: Biogen Agro S.R.L

El bioestimulante se recomienda para los cultivos de papa (*Solanum tuberosum* L.), quinua (*Chenopodium Quinoa*), melón (*cucumis melo*), naranja (*citrus sinensis*), algodón (*Gossypium barbadense*), vid (*Vitis finifera*), cereales (*triticum aestivum*) y esparrago (*Asparagus officinalis*); la dosis del producto es según el cultivo de 250 ml a 500 ml por cilindro de 200 l de agua, siendo para papa 300 ml.

Según Biogen Agro S.R.L (empresa que elabora el bioestimulante foliar orgabiol), este es un líquido soluble obtenido por fermentación enzimática, bioestimulante orgánico de última generación, que optimiza las rutas metabólicas al promover la formación de hormonas endógenas (auxinas, giberelinas, citoquininas; etc.) bloqueadas por efectos del estrés ambiental o por el pH del suelo que hacen que disminuya la disponibilidad de nutrientes y así lograr la máxima expresión del potencial genético; ayuda en la recuperación de cultivos que han estado sometidos a circunstancias adversas ocasionado por las

variaciones de los factores climáticos (temperatura, humedad, heladas, sequías) o efectos tóxicos de plaguicidas que provocan un estrés acumulado, lo cual provoca el bloqueo de las rutas metabólicas y disminuyen el potencial genético de cada planta.

3.3. Análisis físico-químico del suelo donde se realizó el experimento

Antes de realizar la siembra se realizó un análisis del suelo para saber con exactitud las características físicas y químicas del suelo de la parcela en donde se realizó el experimento. Del área de 270 m² (área que comprendió el experimento) se obtuvo tres muestras de diferentes puntos de la parcela, para finalmente mezclar las tres muestras y seleccionar solamente 1 kg de suelo y posteriormente trasladarlo al Laboratorio de Suelos de la Estación Experimental Baños del Inca la cual pertenece al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) Cajamarca. El procedimiento para recolectar la muestra de suelo fue de acuerdo a lo que INTA (2015) recomienda, que para los cultivos anuales (papa) deben sacarse muestras de partes homogéneas y representativas de la parcela hasta una profundidad de 30 cm y en la bolsa que contiene las muestra se debe registrar datos (nombre de quien va a sembrar, lugar, fecha y altitud). En Anexos (Figura 35) se presenta el informe completo del análisis realizado.

Tabla 4. Resultado del análisis del suelo en donde se realizó el experimento.

Nombre Parcela	Código laboratorio	P Ppm	k Ppm	pH	M.O %	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
Siilvo Agrope	SUO287- EEBI-15	23.85	295.0	6.6	3.19	40	12	48	Ar

Interpretación

Fósforo (P)	Alto
Potasio (k)	Medio
pH (reacción)	Ligeramente acido
Materia Orgánica (M.O)	Medio
Clase textural	Arcilloso

Fuente: Laboratorio de suelos de la Estación Experimental Baños del Inca, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) Baños del Inca-Cajamarca.

3.4. Análisis del “humus” de lombriz usado.

Se tomó la muestra de humus que estaba preparado para ser utilizada en la siembra, se recogió 1 Kg de todo el cúmulo de humus, se registró datos como lugar, fecha y nombre de la persona que requiere el análisis para luego llevar al laboratorio.

El análisis se realizó en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM). Los resultados se muestran en la Tabla 5. En Anexos Figura 36 se presenta el informe original del análisis realizado.

Tabla 5. Resultado del análisis del “humus” de lombriz usado en la investigación.

Nº							
LAB	CLAVES	pH	C.E.	M.O.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
490			dS/m	%	%	%	%
		7.14	6.50	28 %	1.16	0.90	2.19

Fuente: laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM).

Los resultados del análisis del humus que se muestra en la tabla anterior es similar a lo que Delgado (1995) menciona, que el humus de lombriz contiene entre 27 y 33% de materia orgánica con un pH entre 7 a 8.

3.5. Método y diseño experimental

La investigación se realizó mediante un ensayo en campo, se sembró un tubérculo por golpe a una distancia entre surcos y plantas de 0.90 x 0.30 m respectivamente. Los factores fueron humus (0, 10, 15 t ha⁻¹) y bioestimulante foliar (0, 1, 2 aplicaciones) (Tabla 6). El “humus” fue aplicado al momento de la siembra y junto al tubérculo semilla, mientras que el bioestimulante foliar se aplicó luego de realizar el deshierbo y después de realizado el aporque. La unidad experimental (tratamiento) estuvo constituida por tres surcos con 9 plantas por surco siendo un total de nueve tratamientos (Figura 2). En la cosecha se evaluó el surco central de cada unidad experimental (tratamiento), en donde se evaluó 7 plantas. El diseño usado fue de Bloques Completamente Randomizados (BCR) con arreglo factorial de 3 niveles de humus por 3 aplicaciones de bioestimulante foliar.

Tabla 6. Factores, niveles y tratamientos resultantes de combinar tres niveles de humus y tres aplicaciones de bioestimulante en el cultivar Amarilla redonda del grupo Phureja.

Factores	Niveles	Tratamientos (Descripción)	Código	
Abono orgánico (“humus” de lombriz)	0 t ha ⁻¹	Amarilla redonda + 0 t ha ⁻¹ de humus + 0 aplicación de bioestimulante foliar	A00	
		Amarilla redonda + 0 t ha ⁻¹ Humus + 1 aplicaciones de bioestimulante foliar.	A01	
	10 t ha ⁻¹	Amarilla redonda + 0 t ha ⁻¹ humus + 2 aplicaciones de bioestimulante foliar	A02	
		15 t ha ⁻¹	Amarilla redonda + 10 t ha ⁻¹ humus + 0 aplicaciones de bioestimulante foliar	A100
	Bioestimulante foliar (orgabiol)		0 aplicaciones	Amarilla redonda + 10 t ha ⁻¹ Humus + 1 aplicación de bioestimulante foliar.
		Amarilla redonda + 10 t ha ⁻¹ Humus + 2 aplicaciones de bioestimulante foliar.		A102
1 aplicaciones		Amarilla redonda + 15 t ha ⁻¹ Humus + 0 aplicaciones de bioestimulante foliar.	A150	
2 aplicaciones		Amarilla redonda + 15 t ha ⁻¹ Humus + 1 aplicaciones de bioestimulante foliar.	A151	
		Amarilla redonda + 15 t ha ⁻¹ Humus + 2 aplicaciones de bioestimulante foliar.	A152	

BLOQUE I		BLOQUE II		BLOQUE III	
(A152)		(A100)		(A00)	
(A151)		(A02)		(A102)	
(A150)		(A101)		(A151)	
(A102)		(A01)		(A100)	
(A101)		(A100)		(A152)	
(A100)		(A151)		(A01)	
(A02)		(A150)		(A101)	
(A01)		(A152)		(A02)	
(A00)		(A102)		(A150)	
3.20	0.70	3.20	0.70	3.20	

Figura 2. Croquis de la distribución de tratamientos de la investigación “Respuesta de la papa (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja), cultivar Amarilla redonda, a tres dosis (0 y 10 y 15 t ha⁻¹) de abono orgánico y tres aplicaciones (0, 1 y 2) de bioestimulante foliar. Los códigos se presentan en la Tabla 6.

3.6. Conducción del experimento

3.6.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó 15 días antes de la siembra y se hizo uso de tracción mecánica (tractor) (Anexos Figura 1). El surcado se realizó manualmente un día antes de la siembra (Anexos Figura 2).

3.6.2. Abonamiento y aplicación foliar

Al momento de la siembra se realizó la aplicación del primer factor del experimento (“humus” de lombriz) en las dosis de 0, 10 y 15 t ha⁻¹, según estas dosis para cada planta se aplicó 0, 359, 539 g/planta según el tratamiento, la forma de aplicación fue localizada (junto al tubérculo semilla) y al momento de la siembra.

En cuanto a la aplicación del segundo factor de investigación (bioestimulante foliar “orgabiol”), se aplicó teniendo en cuenta la recomendación que indica la etiqueta del producto (45 y 70 días después de la siembra con dosis de 30 mL/20 L de agua) (Anexos Figura 11).

3.6.3. Siembra

Se realizó el día 18/12/2017, cuando la semilla se encontraba en condiciones óptimas de siembra, es decir con brotamiento múltiple, se usó semilla con un peso promedio de 36.5 gramos cada tubérculo sin daños mecánicos y libre de plagas (Anexos Figura 5, 7). La distribución se hizo de acuerdo al croquis del experimento (Figura 2). Se realizó una fertilización de fondo utilizando 300 kg/ha de Compomaster Papa 20-20-20 de NPK (nitrógeno, fósforo y potasio) y 1000 kg/ha de gallinaza.

3.6.4. Riego

Debido a que el cultivo fue favorecido por la lluvia propia de la temporada (enero-mayo) no se realizó ningún tipo de riego.

La FAO (2008) menciona que para el cultivo de papa siendo un cultivo que produce en un periodo de 120 a 150 días (cultivar Amarilla redonda), en climas

subtropicales y templados (Cajamarca) para obtener buenos rendimientos el consumo total de agua debe estar alrededor de 500 mm y con temperaturas entre 15 a 18 °C. (Tabla 2).

3.6.5. Deshierbo

El deshierbo se realizó de forma manual utilizando como herramienta una “lampa”, esta labor se realizó a los 30 días después de la siembra (17/01/2018) cuando las plantas tenían en promedio de 15 a 20 cm de altura (Anexos Figura 10). Rivera (2005) menciona que esta labor debe realizarse hasta el primer mes después de que emergen las plantas, porque de lo contrario la práctica tardía de esta labor puede afectar el sistema de raíces y estolones.

3.6.6. Aporque

Se realizó el aporque de forma manual utilizando como herramienta una “lampa” a los 65 días después de la siembra (23/02/2018) (Anexos Imagen 13). Teniendo en consideración que se debe realizar esta labor con el objetivo principal de cubrir parte de los tallos para el inicio de la tuberización, además de proteger a los futuros tubérculos de los excesos de agua de lluvia, reducir el “verdeamiento”, protegerlo de daños bióticos como la rancha (*Phytophthora infestans*) que se traslada del follaje a la raíz.

3.6.7. Control fitosanitario

Durante el periodo del cultivo en el campo se presentó el ataque de “pulga saltona” (*Epitrix* sp), “escarabajo de la hoja” (*Diabrotica undecimpunctata*), se hicieron aplicaciones de Tifón cuyo ingrediente activo es el chlorpirifos ($C_9H_{11}Cl_3NO_3PS$). Los momentos de aplicación fueron a los 30, 45 y 63 días después de la siembra, a la dosis de 30 ml por mochila de 20 l de capacidad.

A los 40 días después de la siembra se observó la presencia de “rancha” (*Phytophthora infestans*), se aplicó el fungicida “Ridomil Gold 68 WP” que tiene como ingredientes activos: Metalaxyl ($C_{15}H_{21}NO_4$) y Mancozeb ($C_4N_2S_4H_6MnZn$), la dosis fue de 2 kg/ha.

3.6.8. Cosecha

Se realizó el día 16/04/2018 con herramientas manuales (picos y lampillas) cuando el cultivo alcanzó la madurez comercial (la piel de los tubérculos no se levantaba con la fricción de los dedos) y el follaje mostraba clorosis y cierta marchitez (Anexos Figura 19-22). Para realizar esta labor se contó con el apoyo de varias personas, con el objetivo de realizar la extracción de tubérculos, hacer los registros respectivos en campo, y luego trasladar el material al laboratorio para las evaluaciones respectivas. Se utilizaron cestos, sacos, mallas y bolsas plásticas.

3.7. Evaluaciones realizadas

3.7.1. Evaluaciones pre-cosecha

Altura de planta (AP). Se realizó utilizando una cinta métrica cuando el cultivo se encontró en estado vegetativo de plena floración, las medidas se tomaron desde la superficie del suelo al ápice del tallo principal (Anexos Imagen 17). Se evaluaron 7 plantas por tratamiento.

Número de tallos por planta (NT). Se realizó el conteo del número de tallos por cada planta, haciendo su registro respectivo; se contó el número de tallos sobre la superficie del suelo. Esta evaluación se realizó en plena floración (Anexos, Figura 18) Se evaluaron 7 plantas por tratamiento.

Materia seca del follaje (MSF).

Para saber el contenido de materia seca se realizó el corte del follaje de dos plantas por cada unidad experimental (por cada tratamiento) (Anexos Figura 23), se colocó en una bolsa plástica, para posteriormente trasladar al laboratorio. Una vez en el laboratorio se pesó cada muestra, este dato fue registrado como peso fresco; luego, el material (follaje) fue cortado en trozos pequeños y puestos en bolsas de papel Kraft. El material se colocó en la estufa a una temperatura de 105°C, durante 48 horas, pasado este tiempo se sacó las muestras y se pesó obteniéndose de esta manera el peso seco. Esta evaluación se realizó a los 90 días después de la siembra.

Luego se obtuvo el porcentaje de materia seca del follaje con la fórmula siguiente:

$$\text{MSF \%} = \frac{\text{peso seco}}{\text{peso fresco}} \times 100$$

3.7.2. Evaluaciones postcosecha

Rendimiento de tubérculos, según categorías

Luego de la cosecha (16/04/18) se realizó la evaluación para determinar el rendimiento de tubérculos, utilizando un vernier y considerando como medida el diámetro mayor del tubérculo se evaluó el rendimiento según categorías (Anexos Figura 28), clasificándose de acuerdo a lo que Arias *et al.* (1996) menciona. Los tubérculos se clasificaron en las categorías:

- Primera: > 4 cm de diámetro
- Segunda: entre 2 a 4 cm de diámetro
- Tercera: < 2 cm de diámetro

Todos los tubérculos, según la clasificación anteriormente mencionada, fueron pesados en una balanza y se consideraron a los tubérculos de primera y segunda (de mayor demanda en el mercado) como comerciales, mientras que los tubérculos de tercera fueron considerados como no comerciales (Arias *et al.* 1996).

Rendimiento de tubérculos por hectárea

El peso de tubérculos es una característica muy importante, puesto que de esta característica depende el rendimiento de cada cultivar, dicho peso está en función del número de tubérculos por planta y el peso de cada tubérculo (Rodríguez *et al.* 2010). Esta evaluación se evaluó juntamente con la clasificación

de tubérculos según su categoría. Las muestras se tomaron de 7 plantas por tratamiento.

Todos los tubérculos obtenidos por planta fueron pesados (promedio de las 7 plantas cosechadas por tratamiento) (Anexos Imagen 29). A partir de este peso se obtuvo el rendimiento de tubérculos por hectárea, según la fórmula de Hay y Walker (1989), que es como sigue:

Rendimiento tubérculos (kg ha^{-1}) = Población de plantas por hectárea x N° tubérculos por planta x peso promedio del tubérculo fresco (kg). El resultado se expresó en toneladas por hectárea (t ha^{-1})

En nuestro caso, la población fue de 27778 plantas por hectárea ($0.40 \times 0.90\text{m}$).

Peso de tubérculos comerciales por planta (PTC). Se pesaron los tubérculos que tenían \geq a 2 cm de diámetro.

Materia seca del tubérculo (MST).

La acumulación de materia seca es comúnmente usada como parámetro para caracterizar el crecimiento, porque usualmente tiene un gran significado económico. La producción de asimilados por las hojas (fuente) y el punto hasta el cual pueden ser acumulados por el vertedero que representan los órganos que son cosechados, influencia significativamente el rendimiento del cultivo (Tekalign y Hammes, 2005). Se realizaron los siguientes pasos:

Paso 1: Se recolectó 6 tubérculos por tratamiento (9 tratamientos) y se pesó y registró como peso fresco, luego se picó en rodajas (Anexos Figura 26).

Paso 2: Colocamos cada muestra (54 tubérculos) por separado en bolsas de papel kraft y se puso en la estufa a $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 48 horas, se pesó y se registró como peso seco. (Anexos Figura 27).

Paso 3: De cada tratamiento (6 tubérculos por tratamiento) se obtuvo un solo peso, dividiendo el peso total entre el número de muestras.

Paso 3: El porcentaje del contenido de materia seca se obtuvo con la misma fórmula utilizada para materia seca del follaje (MSF). Estas evaluaciones se realizaron el mismo día de realizado la cosecha (16/04/18).

Gravedad específica (GE)

La gravedad específica es la relación o cociente que existe entre la densidad de una sustancia y la densidad de otra sustancia de referencia que generalmente es agua (en este caso se utilizó agua destilada).

Para determinar la gravedad específica (GE) se utilizó el método de peso en aire y peso en agua (Díaz *et al.* 2008)

Se cita un ejemplo del primer tubérculo evaluado y el procedimiento que se realizó para todos los tubérculos evaluados:

Paso 1: Se seleccionó al azar cinco tubérculos por tratamiento (9 tratamientos).

Paso 2: Se pesó cada tubérculo y cada peso se registró como peso en aire (44.5 g).

Paso 3: Colocamos sobre la balanza un beaker conteniendo agua destilada y calibramos a cero (0.00 g), se sumerge el tubérculo y se registra el peso (44.0 g). (Anexos Figura 30,31).

Paso 4: El peso en agua viene hacer el peso del tubérculo en el agua destilada (44.0 g).

Paso 5: Finalmente calculamos la gravedad específica con la ecuación de Díaz *et al.* (2008)

$$\text{Gravedad específica (GE)} = \frac{(W \text{ cuerpo})}{(W \text{ agua})}$$

G.E = Gravedad específica

W_{cuerpo} = Peso del cuerpo

W_{agua} = Peso en el agua

$$= \frac{44.5}{44.0} = 1.01$$

Índice de cosecha (IC)

El índice de cosecha (IC) es un indicador de la eficiencia que tiene la planta (papa) para acumular mayor cantidad de materia seca en el órgano de interés (en este caso el tubérculo) y puede expresarse en valores fraccionarios o porcentuales (%) (Vos 1997, citado por zarate 2010).

Para determinar el índice de cosecha se utilizó la fórmula utilizada por zarate (2010), cuya fórmula es:

$$\text{IC (\%)} = \left[\frac{\text{Materia seca de la parte cosechable (tubérculos)}}{\text{materia seca total (MS tubérculos + MS follaje)}} \right] \times 100$$

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Número total de tubérculos por planta (NTT)

En el análisis de varianza (ANOVA) para el número total de tubérculos (Tabla 7), no se encontró significación estadística para la interacción de los factores (“humus” y bioestimulante), dado que el valor de significación (p-valor = 0.9892) es mayor al 0.05, este resultado indica que el número total de tubérculos no está afectado por la interacción de los factores mencionados. No se encontró significación estadística para el humus y la aplicación foliar por separado, dado que el valor de significación para ambas fuentes de variación es mayor al 0.05. Este resultado indica que el “humus” de lombriz no tuvo influencia en el número total de tubérculos tampoco el bioestimulante foliar ni la interacción de ambos factores, mas bien se debe al propio material experimental (semilla de papa), o algún factor externo (riego, temperatura, humedad, suelo), manejo agronómico.

Tabla 7. Análisis de varianza (ANOVA) para el número total de tubérculos (NTT) de los tratamientos resultantes de combinar tres niveles de humus y tres aplicaciones de bioestimulante en el cultivar de papa Amarilla redonda del grupo Phureja.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloques	0.81	2	0.41	2.04 ns	0.1628
Humus (H)	0.67	2	0.34	1.69 ns	0.2163
Aplicación (A)	0.0025	2	0.0012	0.01 ns	0.9939
HxA	0.06	4	0.01	0.07 ns	0.9892
Error	3.18	16	0.2		
Total	4.72	26			

ns = no significativo, CV = 12.42 %

El coeficiente de variación (CV = 12.42 %), indica la variabilidad de los resultados obtenidos en los tratamientos en estudio (combinación de tres dosis de “humus” por tres niveles de bioestimulante). Esta variabilidad se atribuye probablemente a las semillas utilizadas en el ensayo, asociado a otros factores no determinados que afectaron el número total de tubérculos por planta.

En la Figura 3 se hace una comparación numérica de los resultados obtenidos en cada tratamiento. Los tratamientos que presentaron el mayor número de tubérculos por planta fueron: T7 (15 t ha⁻¹ de humus y 0 aplicaciones foliares) encontrándose 16 tubérculos por planta, seguido del T8 (15 t ha⁻¹ y 1 aplicación foliar) encontrándose 15 tubérculos por planta; en tercer lugar el T9 (15 t ha⁻¹ de humus y 2 aplicaciones foliares) con 14 tubérculos; mientras que el menor rendimiento en número de tubérculos fue T1 (0 t ha⁻¹ de humus y 0 aplicaciones foliares), T2 (0 t ha⁻¹ de humus y 1 aplicación foliar), T3 (0 t ha⁻¹ de humus y 2 aplicaciones foliares) y T4 (10 t ha⁻¹ de humus y 0 aplicaciones foliares) donde se registró 12 tubérculos por planta (Figura 3).

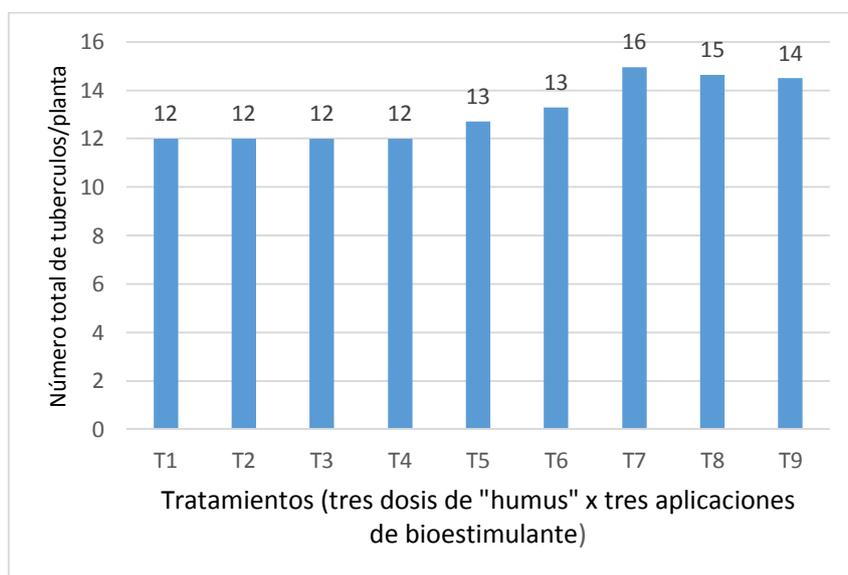


Figura 3. Número total de tubérculos por planta, generados por los tratamientos resultantes de combinar tres niveles de humus y tres aplicaciones de bioestimulante en el cultivar de papa Amarilla redonda del grupo Phureja.

4.2. Rendimiento total de tubérculos por hectárea (t ha⁻¹)

En el análisis de varianza para el rendimiento total (Tabla 8), no se encontró significación estadística para la interacción de los factores (humus por aplicación), dado que el valor de significación (p-valor = 0.807) es mayor al 0.05, este resultado indica que el rendimiento no está afectado por la interacción de los factores. Para el “humus” se encontró significación estadística, dado que, el valor de significación (p-valor = 0.0207) para esta fuente de variación es menor al 0.05, este resultado indica que el rendimiento total está afectado significativamente por el humus, es decir, que las diferentes dosis han generado rendimientos diferentes significativos.

Tabla 8. Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento total (t ha⁻¹) de los tratamientos resultantes de combinar tres niveles de humus y tres aplicaciones de bioestimulante en el cultivar de pap Amarilla redonda del grupo Phureja.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p - valor
Bloque	60.16	2	30.08	3.45ns	0.0568
Humus (H)	87	2	43.5	4.99*	0.0207
Aplicación (A)	5.25	2	2.62	0.3ns	0.7441
HxA	13.89	4	3.47	0.4ns	0.8069
Error	139.47	16	8.72		
Total	305.77	26			

*= significativo, ns=no significativo, CV =18.72 %

El coeficiente de variación (CV = 18.72%), indica la variabilidad de los resultados obtenidos con un mismo tratamiento (combinación de factores). Esta variabilidad posiblemente se atribuya a las semillas utilizadas en el ensayo asociado a otros posibles factores que afectaron al rendimiento total.

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad (Tabla 9); se encontró que el mayor rendimiento significativo (17.8 t ha⁻¹) se obtuvo con 15 t ha⁻¹ de humus seguido de 10 t ha⁻¹ de humus con un rendimiento de 16.2 t ha⁻¹ siendo estos rendimientos estadísticamente iguales pero superiores estadísticamente y

numéricamente a (11.5 t ha⁻¹) obtenido con 0 t ha⁻¹ de humus. Letras iguales indican igualdad estadística.

Tabla 9. Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para los niveles del factor humus sobre el rendimiento total (t ha⁻¹) en el cultivar de papa Amarilla redonda grupo Phureja.

Humus (t ha ⁻¹)	Rendimiento (t ha ⁻¹)	Significación al 5 %
15	17.8	A
10	16.2	A
0	11.5	B

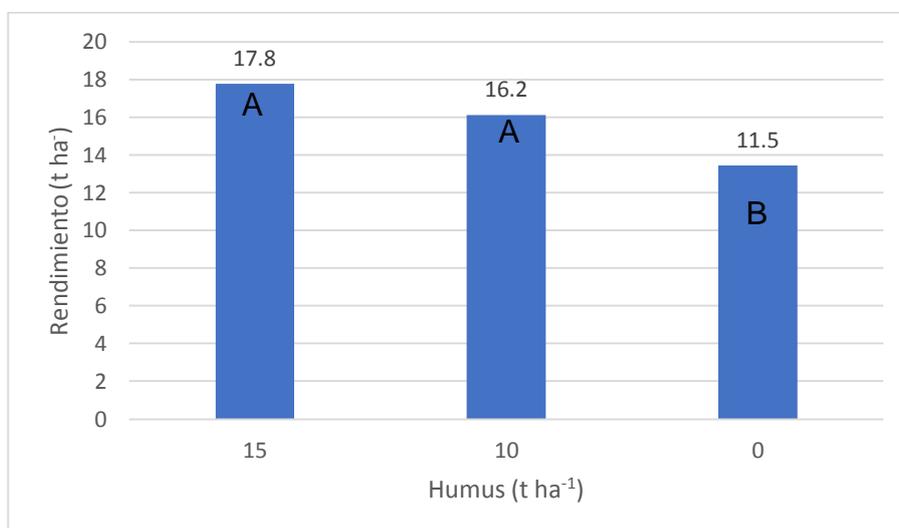


Figura 4. Promedio del rendimiento total (t ha⁻¹) producidos por los niveles del factor humus en el cultivar de papa Amarilla redonda del grupo Phureja en la Universidad Nacional de Cajamarca.

Según Seminario *et al.* (2009), los cultivares de papa chaucha (*Solanum tuberosum* grupo Phureja) en general alcanzan un rendimiento entre 7 a 25 t ha, resultado al que se asemeja en el presente trabajo de investigación, en donde se encontró un rango entre 11.5 t ha⁻¹ y 18.2 t ha¹ (Figura 6). Medina (2009) en un trabajo realizado con variedades nativas (grupo Phureja) en la Provincia de Chota, reporta un rendimiento entre 10.4 t ha⁻¹ y 20 t ha⁻¹ resultados a los cuales también se asemeja en este trabajo, como se observa en la Figura 4 .

Los resultados muestran que las dosis de “humus” de lombriz, generaron rendimientos significativos como se observa en la Figura 4 (rendimiento máximo de 17.8 t ha⁻¹).

Becerra *et al.* (2007) haciendo uso de fertilizantes químicos: cloruro de potasio (KCl) y superfosfato tripe (P₂O₅) obtuvieron un rendimiento de 21.8 t ha⁻¹; mientras que en el presente trabajo se obtuvo 17.8 t ha⁻¹ el cual es un tanto inferior, sin embargo con la gran diferencia que en la presente investigación no se usó fertilizantes químicos (úrea, fosfatos, cloruros), demostrando de esta manera que utilizando “humus” de lombriz y bioestimulante foliar se puede producir significativamente.

La materia orgánica en los procesos de mineralización, sirve de alimento a diferentes especies de organismos (efectos biológicos) que se encuentran en el suelo, destacando microorganismos que mineralizan esta fuente de materia orgánica; aportando enzimas, ácidos fúlvicos, huminas, y ácidos húmicos (Graetz 1997).

Muñoz *et al.* (2008) mencionan que al realizar fertilización química y abonamiento orgánico, los mayores rendimientos se obtienen al aplicar materia orgánica (humus de lombriz), afirmando además que el cultivo de papa Phureja responde al uso de abonos orgánicos, debido a que estos mejoran la estructura del suelo y la asimilación de nutrientes. Por otro lado Vinicio (2002) señala que usando sistemas de producción con abonos orgánicos se logra aumentar los rendimientos de los cultivos.

Los microorganismos presentes en la materia orgánica van liberando nutrientes con velocidad suficiente para generar un crecimiento rápido en las plantas (Wild 1992).

Específicamente el “humus” de lombriz aporta ácidos húmicos y fúlvicos mejorando la estructura del suelo, manteniendo y estabilizando el pH, además otorga carbohidratos a las plantas (Franco 1994).

Por tanto el “humus” de lombriz generó la manifestación del potencial genético del cultivar de papa amarilla redonda cuyo rendimiento total fue de tubérculos (17.8 t ha¹).

4.3. Rendimiento en número de tubérculos comerciales por planta (NTC)

En el análisis de varianza para el número de tubérculos comerciales (Tabla 10), no hubo significación estadística para la interacción de los factores en estudio (humus y bioestimulante foliar), dado que el valor de significación (p-valor = 0.953) fue mayor a 0.05. Este resultado indica que el número de tubérculos comerciales, no está afectado por la interacción de los factores humus y bioestimulante. Para el humus y la aplicación foliar por separado, no se encontró significación estadística, dado que el valor de significación para ambas fuentes de variación es mayor a 0.05 (p-valor = 0.132 y p-valor = 0.952 respectivamente), este resultado indica que el número de tubérculos comerciales se debe al propio material experimental.

Tabla 10. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de tubérculos comerciales de los tratamientos resultantes de combinar tres niveles de humus y tres aplicaciones de bioestimulante en el cultivar de papa Amarilla redonda del grupo Phureja.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloques	0.81	2	0.4	2.51ns	0.1127
Humus (H)	0.74	2	0.37	2.3ns	0.1322
Aplicación (A)	0.02	2	0.01	0.05ns	0.9524
HxA	0.1	4	0.03	0.16ns	0.9553
Error	2.58	16	0.16		
Total	4.25	26			

ns= no significativo, CV = 11.53 %

El coeficiente de variación (CV = 11.53 %), indica la variabilidad de los resultados obtenidos en los tratamientos en estudio; esta variabilidad posiblemente se atribuya a las semillas utilizadas en el ensayo, asociado a otros posibles factores como el clima, riego, suelo que afectaron el número total de tubérculos comerciales.

Si bien no se encontró significancia estadística para el número de tubérculos comerciales (NTC), se presenta la Figura 5 donde muestra los resultados por cada tratamiento en estudio.

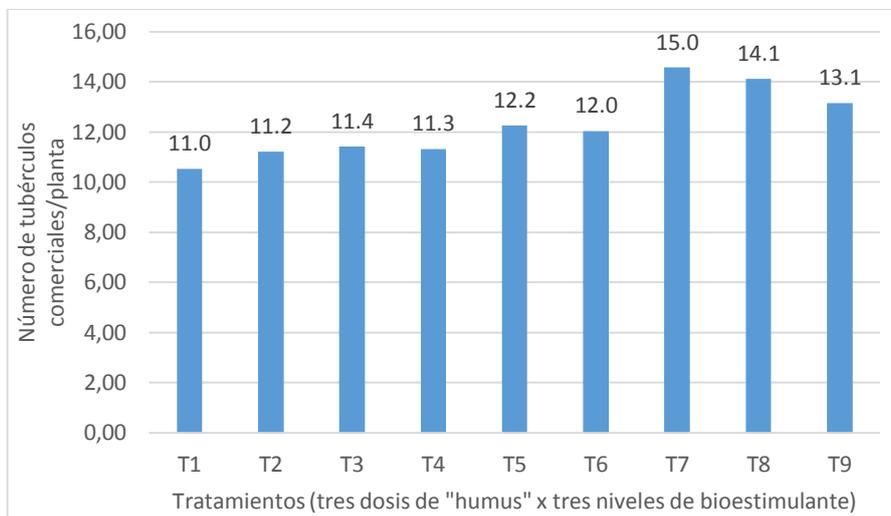


Figura 5. Número de tubérculos comerciales por planta, obtenidos por los tratamientos resultantes de combinar tres niveles de humus y tres aplicaciones de bioestimulante en el cultivar de papa Amarilla redonda del grupo Phureja.

La Figura 5 nos muestra que el número de tubérculos comerciales por planta varió de 11 (T1, T2, T3 y T4), a 15 (T7). Seminario *et al.* (2017) encontraron para el cultivar de papa Amarilla redonda un número promedio de 11.3 tubérculos comerciales por planta; los resultados de la presente investigación muestran promedios similares.

4.4. Peso de tubérculos comerciales por planta (PTC)

En el análisis de varianza para el rendimiento comercial (Tabla 11), no se encontró significación estadística para la interacción de los factores (humus y bioestimulante foliar), dado que el valor de significación (p -valor = 0.807) es mayor al 0.05, este resultado indica que el rendimiento comercial no está afectada por la interacción de los factores. Para los tratamientos donde se aplicó únicamente humus (T0, T4, T7) se encontró significación estadística, dado que el valor de significación (p -valor = 0.0207) es menor a 0.05. Este resultado indica que el peso de tubérculos comerciales por planta está afectado significativamente por el humus; es decir, que las diferentes dosis de humus (0,

10, 15 t ha⁻¹) han generado rendimientos diferentes y significativos. Al encontrarse significación estadística se realizó la prueba de Tukey (Tabla 12). En cuanto a los tratamientos donde se aplicó únicamente bioestimulante (T2, T3) no se encontró significación estadística dado que el valor de significación (p-valor = 0.0207) es menor a p-valor = 0.05.

Tabla 11. Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento comercial de los tratamientos resultantes de combinar tres niveles de humus y tres aplicaciones de bioestimulante en el cultivar de papa Amarilla redonda del grupo Phureja

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloques	78051.35	2	39025.67	3.45ns	0.0566
Humus (H)	112713.4	2	56356.7	4.99*	0.0207
Aplicación (A)	6769.71	2	3384.86	0.3ns	0.7452
HxA	17995.45	4	4498.86	0.4ns	0.807
Error	180762.75	16	11297.67		
Total	396292.66	26			

* = significativo, ns=no significativo, CV=18.72 %

El coeficiente de variación (CV = 18.72%), indica la variabilidad de los resultados obtenidos en los tratamientos en estudio (combinación de los factores humus y bioestimulante), esta variabilidad posiblemente se atribuya a las semillas utilizadas en el ensayo, al tipo de suelo, al número de brotes de la semilla, al cultivar; etc. Que afectaron el peso de tubérculos comerciales por planta.

Tabla 12. Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para los tratamientos con los niveles del factor humus (T0, T4, T7) en el rendimiento comercial en el cultivar de papa Amarilla redonda grupo Phureja.

Humus (t ha ⁻¹)	Medias	Significación al 5 %
15	17.7	A
10	16.1	A
0	11.3	B

La prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el humus (Tabla 12), indica que los rendimientos comerciales 17.7 y 16.1 t ha⁻¹ son estadísticamente iguales (representado por la letra “A”). El rendimiento 11.3 t ha⁻¹ está representado con la letra “B” que indica diferencia estadística con “A” (Figura 6).

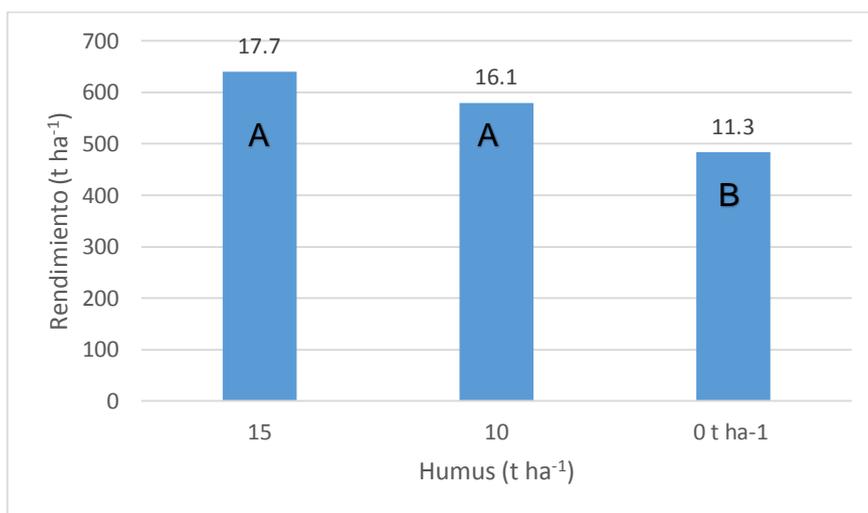


Figura 6. Peso comercial (t ha⁻¹) y significación estadística obtenidos según los niveles del factor humus en el cultivar de papa Amarilla redonda del grupo Phureja.

La Figura 6 muestra que hubo un buen rendimiento de tubérculos comerciales (T7) y (T4) al aplicar únicamente humus, que fue estadísticamente superior al T1, es decir que al aplicar 15 t ha⁻¹ y 10 t ha⁻¹ de humus se obtuvo una producción significativa, el cual es el objetivo del productor de papa conseguir mayor peso de tubérculos comerciales y así obtener rentabilidad económica usando productos orgánicos como se realizó en esta investigación.

De igual manera que el rendimiento total, el rendimiento de tubérculos comerciales (Figura 6) muestra significancia para el “humus” de lombriz, esto se debe a que el “humus” contiene infinidad de bacterias (se dice que por cada gramo de “humus” existe 2 billones de bacterias), y demás microorganismos que favorece la actividad microbiana del suelo, aparte de los beneficios químicos y físicos que genera el “este genera, permite que se realice la producción de

enzimas, favorece la absorción de nutrientes, mejora la estructura del suelo, incrementa la retención de humedad (Condori, *et al.* 2011).

Los resultados obtenidos se debe a que el “humus” de lombriz según menciona Barros *et al.* (2010) posee ácido húmico que es absorbido por las células, aumentando su permeabilidad y la absorción de nutrientes y además los humatos presentes en los abonos orgánicos funcionan como regulador o promotor del crecimiento debido a los ácidos abscísico e indolacético del humus.

Los resultados mostrados en la Figura 6 se acercan a los resultados que reporta Medina (2009) en su trabajo de variedades nativas (grupo Phureja) realizadas en la zona de Chota, donde encontró que el promedio de peso de tubérculos por planta fue de 18.7 t ha⁻¹.

En el trabajo de Rojas (2008), donde evaluó entradas del grupo Pureja encontró que en el cultivar Amarilla redonda obtuvo 14.3 t ha⁻¹ resultados que fueron superados en la presente investigación (17.7 t ha⁻¹) pero que fueron inferiores a los que Tamayo *et al.* (s.f.) encontraron en el cultivar “Amarilla redonda” grupo Phureja al aplicar 12 t ha⁻¹ de materia orgánica, en donde obtuvieron una producción total de 30.4 t ha⁻¹.

4.5. Altura de planta (AP)

No se encontró significación estadística para la interacción de los factores (humus y bioestimulante), dado que el valor de significación (p-valor = 0.4549) es mayor al 0.05, este resultado indica que la altura de planta no está afectado por la interacción de los factores. Para el humus y bioestimulante no se encontró significación estadística, dado que, el valor de significación para ambas fuentes es mayor al 0.05, este resultado indica que la altura de planta no está afectada por el humus o bioestimulante; por lo tanto la altura de planta se debería al propio material experimental (Tabla 13).

Tabla 13. Análisis de varianza (ANOVA) para altura de planta en los tratamientos resultantes de combinar tres niveles de humus y tres aplicaciones de bioestimulante en el cultivar de papa Amarilla redonda del grupo Phureja.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloques	42.78	2	21.39	0.66ns	0.5316
Humus (H)	126.03	2	63.01	1.94ns	0.1765
Aplicación (A)	26.28	2	13.14	0.4ns	0.6743
HxA	20.98	4	5.24	0.16ns	0.9549
Error	520.59	16	32.54		
Total	736.65	26			

ns=no significativo, CV= 9.55 %

El coeficiente de variación (CV = 9.55 %) indica la variabilidad de los resultados obtenidos en los tratamientos (combinación de factores). Esta variabilidad posiblemente se atribuya a las semillas, cultivar, clima, suelo que afectó la altura de planta.

Al no encontrarse significancia estadística se presenta la Figura 7 en donde se hace una comparación numérica de los resultados obtenidos en cada tratamiento. Los resultados mostraron una altura máxima de 63.7 cm para el T9 (15 t ha⁻¹ de humus y 2 aplicaciones con bioestimulante) y una altura mínima de 56.3 cm en el T2 (0 t ha⁻¹ de humus y 1 aplicación foliar).

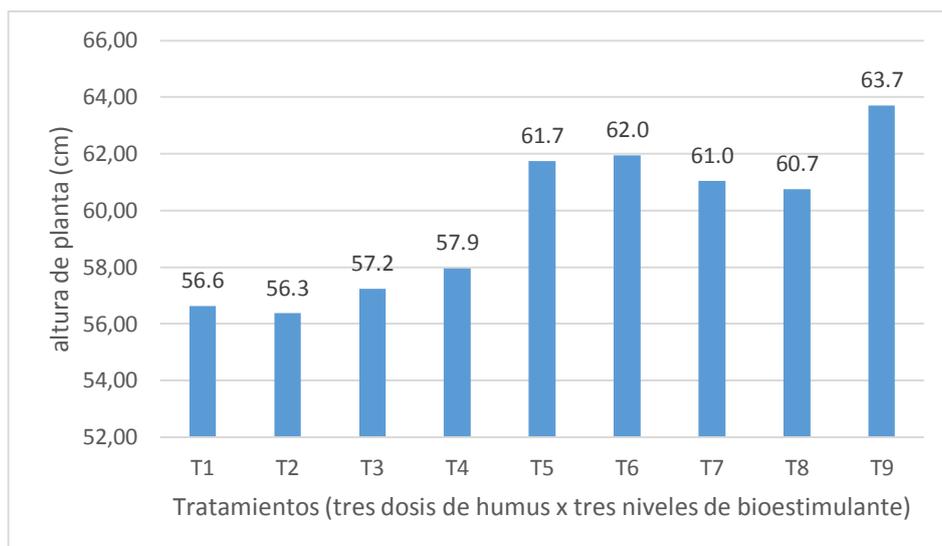


Figura 7. Altura de planta generada por los tratamientos resultantes de combinar tres niveles de humus y tres aplicaciones de bioestimulante en el cultivar de papa Amarilla redonda del grupo Phureja.

Rojas (2008) en su trabajo de recolección y caracterización de papas chaucha, determinó que la altura de planta varió de 55 a 80 cm. Un estudio realizado por Medina (2009) en donde realizó una caracterización de papas nativas en la Provincia de Chota, encontró que en el cultivar de papa, chaucha Limeña (CPNAUNC35) se registró una altura de 57.5 cm. Por su parte Rojas (2014) obtuvo una altura de 60,7 cm en un cultivar del grupo Phureja (Huagalina). Los resultados encontrados en la presente investigación se ubican dentro del rango que los autores mencionados reportan.

La altura de planta obtenidos en la presente investigación es ideal debido a que si tuviese mayor altura puede suceder lo que menciona Eslava (1983) que los tallos pueden debilitarse, incluso su estructura o constitución puede ser delgada lo que no es una característica morfológica muy deseada en el cultivar Amarilla redonda (grupo Phureja). Al tener una parte foliar muy alta y muy densa también se corre el riesgo de favorecer algunas enfermedades como la “ranchar” (*Phytophthora infestans*). Para reducir el riesgo de “ranchar” Pérez *et al.* (2008) recomiendan que el follaje (altura de planta) no debe ser muy alto para que el cultivo pueda tener una buena ventilación y así evitar acumulación de humedad en la misma y el desarrollo del patógeno.

4.6. Número de tallos por planta (NT)

En el análisis de varianza para el número de tallos (Tabla 14) no se encontró significación estadística para la interacción de los factores (humus y bioestimulante), dado que el valor de significación (p-valor = 0.28) es mayor al 0.05, este resultado indica que el número de tallos no está afectada por la interacción de los factores (humus y bioestimulante). Para el humus y bioestimulante por separado no se encontró significación estadística dado que el valor de significación (p-valor = 0.0317) para ambas fuentes es mayor al 0.05. Este resultado indica que el número de tallos no está afectado por el humus ni bioestimulante; por lo tanto la altura de planta se debería al propio material experimental (fenotipo).

Tabla 14. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de tallos generados por los tratamientos resultantes de combinar tres niveles de humus y tres aplicaciones de bioestimulante en el cultivar de papa Amarilla redonda del grupo Phureja.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloques	0.14	2	0.07	4.32ns	0.0317
Humus (H)	0.39	2	0.2	11.81ns	0.0717
Aplicación (A)	0.08	2	0.04	2.48ns	0.1153
HxA	0.09	4	0.02	1.4ns	0.28
Error	0.27	16	0.02		
Total	0.98	26			

ns=no significativo, CV= 8.09 %

El coeficiente de variación (CV = 8.09 %), indica la variabilidad de los resultados obtenidos en los tratamientos (combinación de factores). Esta variabilidad posiblemente se atribuya a las semillas utilizadas en el ensayo que afectaron al número de tallos o al estado de brotación de la semilla.

Al no encontrarse significancia estadística se presenta la Figura 10 en donde se hace una comparación numérica de los resultados obtenidos en cada tratamiento

se observa que el mayor número de tallos se encontró en el T9 (15 t ha⁻¹ y 2 aplicaciones de bioestimulante foliar) donde se obtuvo 3 tallos/planta, el valor mínimo fue en el T1 (0 t ha⁻¹ y 0 aplicación foliar) registrándose 2 tallos/planta.

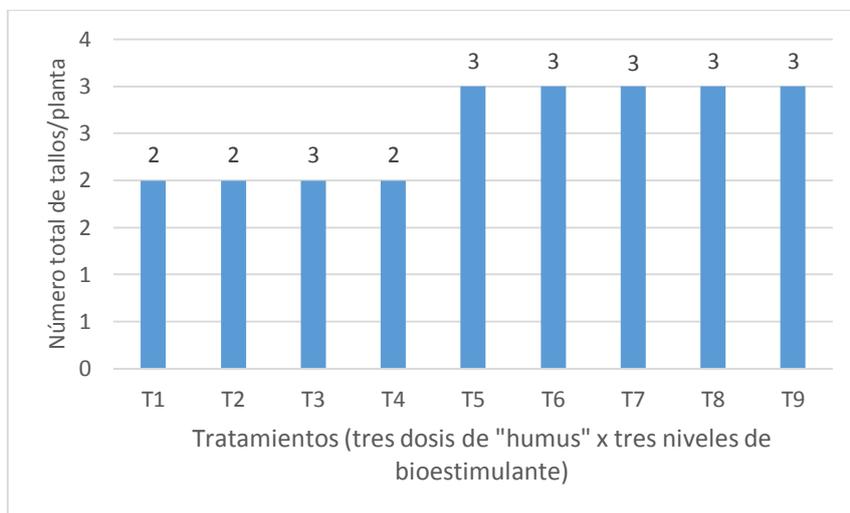


Figura 8. Número de tallos, generados por los tratamientos resultantes de combinar tres niveles de humus y tres aplicaciones de bioestimulante en el cultivar de papa Amarilla redonda del grupo Phureja.

Luján (2018) realizó una investigación en Otuzco, la Libertad; en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) var. Serranita. En el objetivo fue conocer el efecto de tres dosis de “humus” de lombriz (0, 2 y 3 t ha⁻¹) y tres dosis de estiércol vacuno (0, 2 y 3 t ha⁻¹); los resultados que obtuvo fue que aplicando 3 t ha⁻¹ de “humus” de lombriz se obtiene el mayor promedio de número de tallos por planta (4 tallos).

Medina (2009), menciona que los cultivares Peruanita, Chaucha clavelina, Chaucha amarilla (cultivar en estudio), Huagalina, Limeña, Montañera y Chimbina colorada tuvieron en promedio de 4 tallos por planta. Seminario *et al.* (2017) mencionan que la variación en número de tallos depende del cultivar, del estado fisiológico del tubérculo semilla al momento de la siembra y de la densidad de plantación.

El número de tallos por planta es un componente que puede determinar el número de tubérculos, tamaño de tubérculos, y tasa de multiplicación los cuales a su vez determinan el rendimiento (Wiersema 1985).

4.7. Materia seca del follaje (MSF)

La evaluación de materia seca del follaje mostró lo siguiente: el valor mínimo encontrado fue en el tratamiento ocho (T8) con 14.9%, y el valor máximo se encontró en el tratamiento cinco (T5) con 28.8% de materia seca (Figura 9).

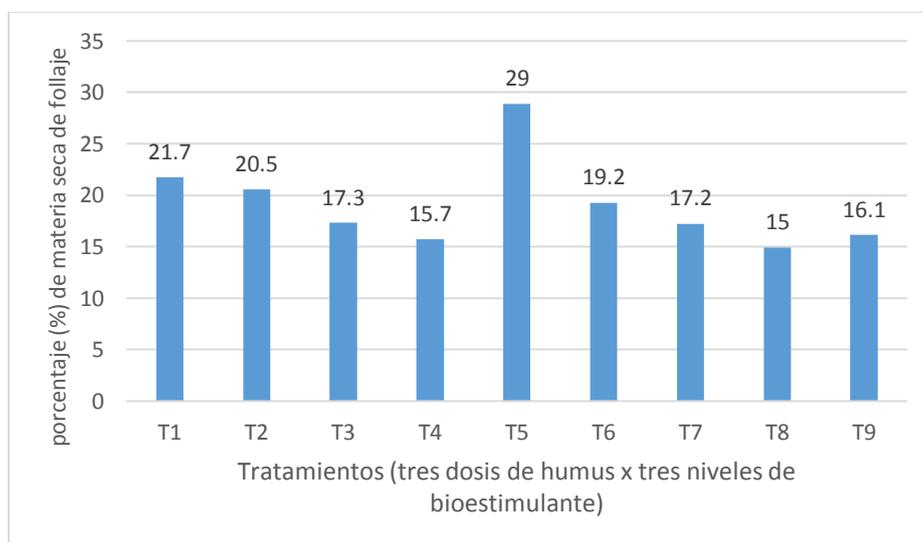


Figura 9. Materia seca del follaje (%) generados por los tratamientos resultantes de combinar tres niveles de humus y tres aplicaciones de bioestimulante en el cultivar de papa Amarilla redonda del grupo Phureja.

Los resultados de materia seca del follaje (MSF) está dentro de lo que Seminario *et al.* (2017) encontraron para diferentes cultivares del grupo Phureja, un rango de 10 % a 29%; pero debemos aclarar también que las variedades de maduración precoz (Amarilla redonda) tienen usualmente menores contenidos de materia seca que aquellas que presentan maduración tardía (Van Heemst, 1986, citado por Núñez 2011).

4.8. Materia seca del tubérculo (MST)

En el análisis de varianza para materia seca del tubérculo (MST) (Tabla 15), no se encontró significación estadística para la interacción de los factores (humus por aplicación), dado que, el valor de significación (p-valor = 0.549) es mayor al 0.05, este resultado indica que la materia seca no está afectada por la interacción de los factores. Para el humus se encontró significación estadística, dado que, el valor de significación (p-valor = 0.0002) para esta fuente de variación es menor al 0.05, este resultado indica que la materia seca está afectada significativamente por el humus, es decir, que las diferentes dosis de humus han generado diferentes contenido de materia seca significativos.

Tabla 15. Análisis de varianza (ANOVA) para la materia seca de tubérculos generados por los tratamientos resultantes de combinar tres niveles de humus y tres aplicaciones de bioestimulante en el cultivar de papa Amarilla redonda del grupo Phureja.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p - valor
Bloque	37.3	2	18.65	4ns	0.0391
Humus (H)	136.33	2	68.16	14.61*	0.0002
Aplicación (A)	12.2	2	6.1	1.31ns	0.298
HxA	14.71	4	3.68	0.79ns	0.5494
Error	74.64	16	4.66		
Total	275.17	26			

*= significativo, ns=no significativo, CV =18.72 %

El coeficiente de variación (CV = 8.38 %), indica la variabilidad de los resultados obtenidos con un mismo tratamiento (combinación de factores). Esta variabilidad posiblemente se atribuya a las semillas utilizadas en el ensayo.

Al encontrarse significancia para el humus se realizó la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el humus (Tabla 16) para los diferentes niveles del humus, indica que los mayores porcentaje de materia seca se obtuvieron con dosis de 15 y 10 t ha⁻¹, cuyos resultados fueron 27.0 y 24.0 %, estos resultados son estadísticamente iguales (A) y superiores al resultado obtenido sin humus (23.0 %) (B).

Tabla 16. Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para los niveles del factor humus sobre el porcentaje de materia seca de tubérculos, en el cultivar de papa Amarilla redonda del grupo Phureja.

Humus (t ha ⁻¹)	Materia seca (%)	Significación al 5 %
15	26.58	A
10	23.91	B
0	22.98	B

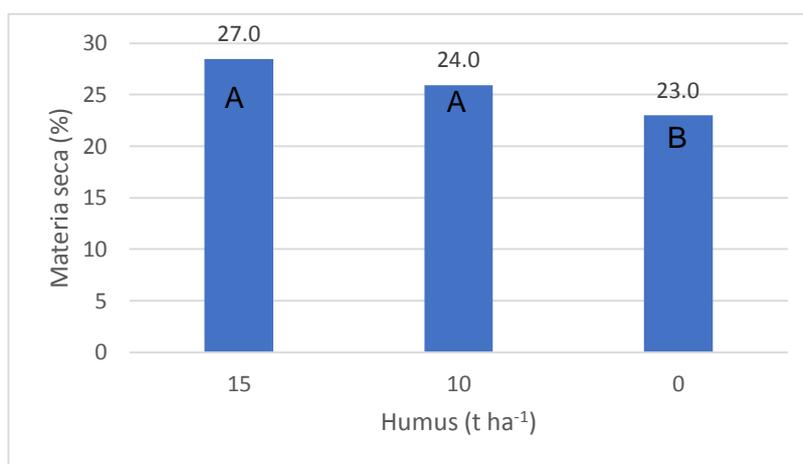


Figura 10. Porcentaje (%) de materia seca de tubérculos producidos por los niveles del factor humus en el cultivar de papa Amarilla redonda del grupo Phureja.

Estos resultados concuerda con lo que dice Seminario *et al.* (2009); en donde afirman que la materia seca de tubérculos de papa chaucha debería encontrarse en los rangos de 21 a 33 %. Moreno (2000) menciona que los componentes más significativos para la industria de procesamiento son el porcentaje de materia seca mayor de 20 % como lo que se encontró en la presente investigación (Figura10); por lo tanto el porcentaje de Materia seca de tubérculo (MST) supera el 20 % como mínimo que requiere la industria que procesa (valor agregado) los tubérculos.

Vásquez (1988) menciona que los resultados de materia seca de tubérculo de cultivares del grupo Phureja supera en contenido de materia seca a algunas de las variedades mejoradas, por ejemplo Renovacion (22%), Porcon sipa (22%), Aleli (22%). Asi mismo, los contenidos de materia seca son similares al contenido de ciertas variedades comerciales como Huagalina (32%), Yana imilla (30%),

Chata blanca de huasahuasi (28%) resultados con los cuales se asemeja esta investigación donde encontramos materia seca hasta 30 % (Figura 10).

Los resultados también coinciden con un estudio de Rojas (2008), en donde reporta que la entrada Chaucha amarilla registró un 25.39% de materia seca de tubérculos. Por su parte Medina (2009); obtuvo un porcentaje entre 21.51% a 33.14% de materia seca de materia seca para los cultivares Peruanita, Chaucha clavelina, Chaucha amarilla, Limeña, Huagalina, Montañera y Chimbina colorada, datos que se asemejan a la presente investigación. Talburt *et al.* (1959) citado por Ligarreto (2003) menciona que un buen contenido de materia seca superior al 20% sirve para mantener un buen rendimiento. Contenido de materia seca lo cual es superado en la presente investigación (Figura 10).

Dean (1994) afirma que el contenido de materia seca de los tubérculos está influenciado por el tamaño de estos, por las condiciones ambientales y por las prácticas culturales; pero además puede estar controlado genéticamente por la variedad misma; esto afirma la importancia de saber que cultivar se va a sembrar.

4.9. Gravedad específica (GE)

La gravedad específica se encontró en un rango de 1.01 a 1.03 (Figura 11).

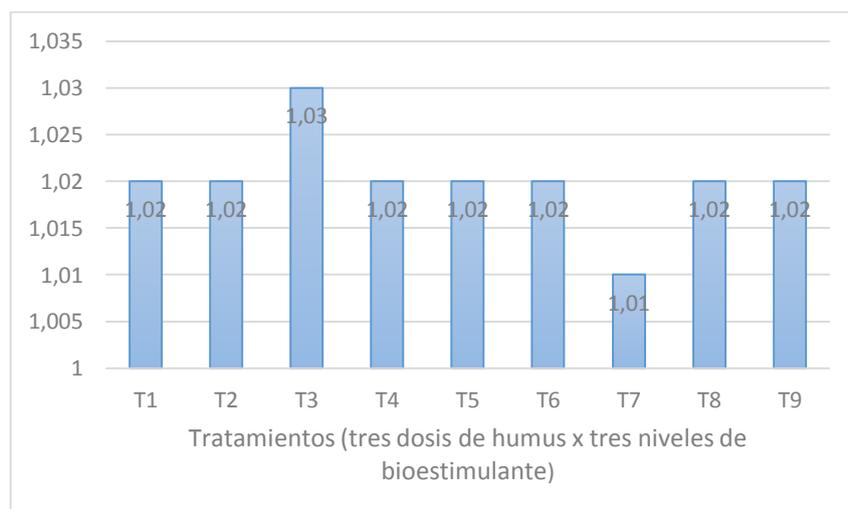


Figura 11. Gravedad específica generados por los tratamientos resultantes de combinar tres niveles de humus y tres aplicaciones de bioestimulante en el cultivar de papa Amarilla redonda del grupo Phureja.

Los resultados de gravedad específica (GE) coinciden con un estudio realizado por Devaux *et al.* (1998) al evaluar tres niveles de materia orgánica (estiércol de ovino) en dosis de 5, 10, 15 t ha⁻¹ en 35 variedades nativas de papa amarilla (grupo Phureja) en la sierra central del Perú, en las cuales encontraron valores de 1,02 para la gravedad específica, así como también se encuentra dentro del rango que Seminario *et al.* (2017) encontraron en el estudio de 17 cultivares de papa del grupo Phureja (1.01 a 1.06). Los resultados de gravedad específica también son similares a lo que Seminario *et al.* (2018) reportan en el cultivar Amarilla redonda (1.01); sin embargo está por debajo de lo que Pérez *et al.* (2008) reportaron en papa Criolla (grupo Phureja) en Colombia en donde encontraron valores de 1,09 a 1,1.

Tekaling *et al.* (2005) afirman que altos valores (mayor a 1.09) en la gravedad específica de algunos cultivares pueden atribuirse a una alta eficiencia de las variedades para desviar más materia seca hacia los tubérculos. Ñustez (2011) encontró un rango de gravedad específica de 1.04 a 1.10 al evaluar 110 accesiones del grupo Phureja en Bogotá-Colombia, resultados que son un tanto superiores a los de la presente investigación (1.02). Andrade (1997) reporta que por cada incremento de 0,005 en la gravedad específica se produce un aumento del 1% en el rendimiento de hojuelas o chips. (Rivera *et al.* 2011) afirman que los valores recomendados de gravedad específica para propósitos industriales están alrededor de 1.08.

4.10. Índice de cosecha (IC)

El mayor índice de cosecha fue de 66.1 % en el tratamiento ocho (T8), el menor índice de cosecha fue de 49.3% en el tratamiento cinco (T5), el promedio fue de 57.8 %, la desviación estándar fue de 5.8 (Figura 12).

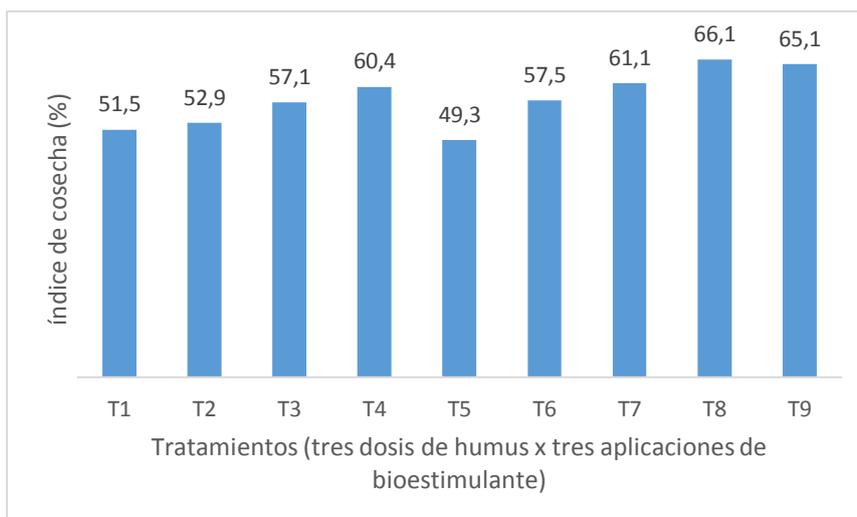


Figura 12. Índice de cosecha (%) generados por los tratamientos resultantes de combinar tres niveles de humus y tres aplicaciones de bioestimulante en el cultivar de papa Amarilla redonda del grupo Phureja.

Los resultados son similares a los que Zarate (2010) reporta para papa (*Solanum tuberosum* L.) Variedad “Lupita” y “Tollogan” índices de cosecha de 52 % para la variedad “Tollogan” y 69 % para la variedad “Lupita”.

Los resultados de la presente investigación varía de 49.3 % a 66.1% y son similares a los resultados de Seminario *et al.* (2017) en donde reportaron índice de cosecha de 53 % a 77% en un estudio de 17 cultivares de papa del grupo Phureja. El índice de cosecha del tratamiento uno, dos y cinco (T1, T2, T3) son similares a los que Saldaña *et al.* (2015) encontraron (índice de cosecha de 50%).

Seminario *et al.* (2018) mencionan que algunos cultivares del grupo Phureja tienen como característica un buen índice de cosecha.

En un estudio realizado por Alvarado *et al.* (2016) en Bogotá-Colombia en papa criolla (Amarilla redonda) usando materia orgánica en dosis de 1, 4 y 6 t ha⁻¹ encontraron los siguientes índice de cosecha (IC): 69.9 %, 74.3 % y 64.2 % respectivamente, resultados que fueron similares a los que se encontró en la presente investigación T9 (65.7 %) T8 (66.15%). Rojas *et al.* (2014) al hacer el estudio de diez cultivares del grupo Phureja encontraron índice de cosecha de

46 % para el cultivar Huagalina, 45% para Amarilla Mahuay y 42% para clavelina; resultados que son inferiores a los que se obtuvo en la presente investigación (Figura 12).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La interacción del humus y el bioestimulante foliar no fue significativo en el rendimiento total y comerciales de tubérculos.
- El efecto individual del humus (0, 10, 15 t ha⁻¹) mostró significancia estadística en el rendimiento total de tubérculos y el tratamiento 7 (A150) fue estadísticamente superior (17.8 t ha⁻¹) al resto.
- El efecto individual del humus (0, 10, 15 t ha⁻¹) mostró significancia estadística en el rendimiento de tubérculos comerciales y el tratamiento 7 (A150) fue estadísticamente superior (17.7 t ha⁻¹) al resto.
- El humus en tres niveles y el bioestimulante en tres niveles, no mostraron interacción en las variables relacionadas con el rendimiento (número de tallos y altura de planta), excepto para la materia seca de tubérculo, en donde el tratamiento 7 (A150) fue superior (27.0 %), al resto de tratamientos.
- El índice de cosecha para los tratamiento en estudio varió de 49% a 66%, con un promedio de 58% (± 5.8).

5.2. Recomendaciones

- Debido a que los resultados evaluados mostraron significancia para el humus, se debe analizar la rentabilidad económica (costo-beneficio) bajo producción orgánica.
- Se debe continuar con las investigaciones con diferentes dosis de humus y bioestimulante foliar y comprobar si se puede obtener rendimientos mejores en el cultivar de papa Amarilla redonda (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja).

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Abono: Según el reglamento de abonos de la Unión Europea abono es un "material cuya función principal es proporcionar nutrientes a las plantas".

Anova: Un análisis de varianza (ANOVA) prueba la hipótesis de que las medias de dos o más poblaciones son iguales. Los ANOVA evalúan la importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores.

Bioestimulante: Se refiere a sustancias que a pesar de no presentar nutrientes en cantidad, al ser aplicadas en cantidades pequeñas generan un impacto positivo en la germinación, el desarrollo, el crecimiento vegetativo, la floración, el cuajado y/o el desarrollo de los frutos, por su contenido en carbohidratos, aminoácidos, ácidos fúlvicos y ácidos húmicos.

Código Internacional de Nomenclatura Botánica (ICBN): Normas de clasificación utilizada por los botánicos para conocer la taxonomía de la papa (*Solanum tuberosum*. L.).

Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivas (ICNCP): Normas de clasificación que usan los científicos dedicados al estudio de plantas cultivadas centrándose en su fisiología, morfología o por sus características citológicas. En el caso de papa establece el "grupo de cultivares".

Cultivar: Es un conjunto de plantas cultivadas que se distinguen por caracteres permanentes, morfológicos, fisiológicos, citológicos, químicos, desarrollados para la agricultura, silvicultura u horticultura.

Fertilizante: Según la FAO es cualquier material natural o industrializado, que contenga al menos cinco por ciento de uno o más de los tres nutrientes primarios (N, P₂O₅, K₂O).

Humus: Es la materia orgánica degradada a su último estado de descomposición que proviene de la actividad de organismos vivos (aeróbicos).

Índice de cosecha: El índice de cosecha (IC) significa la proporción de materia seca asignada a la parte cosechable (tubérculos) en relación a la materia seca total producida

por la planta. Es decir, constituye un índice de la productividad de los cultivares (Hay y Walker, 1989).

Materia seca: Es la parte que resta de un material tras extraer toda el agua posible a través de un calentamiento hecho en condiciones de laboratorio (105 °C).

Materia orgánica: Residuos vegetales y animales en distintas etapas de descomposición, células y tejidos de organismos del suelo y sustancias sintetizadas por los seres vivos presentes en el suelo.

Orgánico: Pertenece o derivado de los organismos vivos. Que pertenece a los compuestos químicos que contienen carbono.

Papa criolla: nombre con el que se le conoce en Colombia a la papa phureja, chaucha o amarilla redonda.

Phureja: Deriva del aymara y alude a su precocidad (phureja = temprana o precoz), de ahí su nombre de papas phureja que tiene la características de brotación rápida (sin reposo).

***Solanum phureja*:** Es una especie nativa, diploide (número cromosómico $2n = 24$, lo que se diferencia de las especies *Solanum tuberosum* y *Solanum andigenum* que son tetraploides) y de crecimiento precoz.

Tukey: El método de Tukey se utiliza en ANOVA para crear intervalos de confianza para todas las diferencias en parejas entre las medias de los niveles de los factores mientras controla la tasa de error por familia en un nivel especificado.

Variedad: Población de plantas mejoradas genéticamente para comercialización por parte de un «obtentor» que puede ser el que la desarrolló o el que la descubrió y luego la desarrolló, y que puede ser identificada por sus caracteres genéticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, JA; Ramírez, A. 2016. Respuesta de la papa criolla (*Solanum Phureja*) a diferentes aplicaciones de fertilización orgánico mineral en Cundinamarca. Tesis Ing. Agr. Bogotá, Colombia. 59p.
- Andrade, H. 1997. Requerimientos cualitativos para la industrialización de la papa. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias - Ecuador) 9:21-23.
- Aquino, D. 2015. Orgabiol bioestimulante orgánico en el estrato productivo de triticale, cebada y avena en campaña chica. Tesis. Ing. Huancayo, Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. 69 p.
- Aragon, C. 2009. "Evaluación de la respuesta de la papa (*Solanum tuberosum* var. atlantic) a una fertilización foliar a base de Fitoplus k+ Fitoamin plus+ Green big. Ciclo 2008 - 2009. Valle del Fuerte – Mexico".
- Arias, V; Bustos, P; Ñustez, C. 1996. Evaluación del rendimiento en papa criolla (*Solanum Phureja*) variedad "yema de huevo", bajo diferentes densidades de siembra en la sabana de Bogotá. Agronomía Colombiana 23(2):152-161.
- Barros, DL.; Pascualoto, CL.; López, OF. 2010. Bioactivity of chemical transformed humic matter from vermicomposts on plant root growth. Journal of Agricultural and Food Chemistry 58: 3681-3688
- Bonilla, D. 1997. Identificación y análisis de la variabilidad morfológica de 59 cultivares de papa criolla (*Solanum Phureja*) de la colección central colombiana, Tesis. Bogotá, Colombia. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 80 p.
- Bonierbale, M; Amoros, W; Espinosa, J; Walter, T. 2001. Estrategias y desafíos para el mejoramiento de papa para procesamiento. Centro Internacional de la Papa (en línea). Lima, Perú. Consultado 20 Oct. 2018. Disponible en:
<http://www.todopapa.com.ar/pdf/estrydesafiosparaelmejoramientodepapaparaprocessamiento.pdf>.
- Cerón, M; Alzate, AF; Rojano, BA; Ñustez, C. 2018. Composición fisicoquímica y propiedades antioxidantes de genotipos nativos de papa criolla (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja). Información Tecnológica 29(3): 205-216
- CIP (Centro Internacional de la Papa, Lima). 2016. CIP: Variedades nativas de papa (en línea, sitio web). Consultado 02 may.2017. Disponible en: <http://cipotato.org/es/potato/>.

- Condori, M; Borda, A. 2011. Influencia del humus de lombriz en el rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum*) variedad única en la zona yunga- La cantuta. Tesis. Lic. Lima, Perú. Universidad Enrique Guzmán y Valle. 102p.
- Dean, B. 1994. Managing the potato production system. Food Products Press, USA. p. 59-61
- De La Cadena, R. 2007. Estudio de la aplicación complementaria de dos bioestimulantes de origen orgánico a tres dosis en el cultivo de papa (*solanum tuberosum* spp. andigena) var. super chola. San Pedro de Huaca, Carchi. Tesis. Ing. Carchi, Ecuador. Universidad Central del Ecuador. 39p.
- Delgado, M. 1995?. Humus de lombriz: caracterización y valor fertilizante (en línea). Santiago, Chile. 13 p. Consultado el 11 Oct.2018. Disponible en:
<http://www.lombricultura.cl/lombricultura.cl/userfiles/file/biblioteca/humus/CARAC%20Y%20VALOR%20FERTILIZANTE.pdf>
- Devaux, A; Manrique, K; Riveros, C; Zúñiga, N; Santana, A. 1998 (en línea). Efectos de la fertilización orgánica y fosfatada en las características de calidad para fritura de 35 variedades nativas de papa amarilla en la Sierra Central del Perú. Lima, Perú. Consultado 19 Oct.2018. Disponible en: <http://www.papandina.org/-fileadmin/documentpool/Institucional/Articulo/02-RE-ALAP-Efectos-Fertilizacion-Organica-enCalidad.pdf>.
- Díaz, EM; Martínez E; Menez LY. 2008. Guías para prácticas de laboratorio de poscosecha en vegetales. Boyacá, Colombia. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. 71 p.
- Eslava, WM. 1983. Evaluación de 36 clones tetraploides de neo-tuberosum en la localidad de Cajabamba. Tesis Ing. Agr. Cajamarca, Perú, UNC. 128 p.
- Fageria, N; Baligar, V; Jones, CA. 1997. Growth and mineral nutrition of field crops. Marcel Dekker, Inc. New York, U.S.A.
- FAO (Organización De La Naciones Unidas Para La Agricultura y La Alimentación, Italia). 2008. El mundo de la papa. (en línea). Consultado 04 mar. 2017. Disponible en: http://www.fao.org/potato-2008/es/mundo/america_latina.html
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Costa Rica); FIDA (Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola); CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2003. Agricultura orgánica: una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza. Turrialba, Costa Rica. Multiprint. 111 p.
- FAO (Organización De La Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación, Italia). 2008. La papa y los recursos hídricos. (en línea). Consultado 10 Oct. 2018. Disponible en: <http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/agua.html>

- Franco, A. 1994. La aplicación edáfica de diferentes dosis de humus sólido estabilizado obtenido en el proceso de lombricultivo en la ciudad de Aguachica. Honduras. 159 p.
- García, J. 2012. El uso de agroquímicos en los huertos familiares de Cucuy (en línea). Consultado 17Dic.2018.Disponible :http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/2913/1/46133_1.pdf
- Ghislain, M; Zhang, D; Fajardo, D; Humán, Z; Hijmans, RJ. 1996. Marker assisted sampling of the cultivated Andean potato *Solanum phureja* collection using RAPD markers. Genetic end evolution 46:547-555.
- Granados, EF. 2015. Efecto de bioestimulantes foliares en el rendimiento del cultivo de berenjena. Tesis Ing. Agr. Coatepeque, Guatemala, Universidad Rafael Landívar. 46p.
- Graetz, HA. 1997. Suelos y fertilización. Trillas, Mexico. 80 p.
- Hawkes, JG. 1990. The potato: Evolution, biodiversity and genetic resources. smithsonian institution press, washington 259 p.
- Hay, R; Walker, A. 1989. An introduction to the physiology of crop yield. Longman Scientific & Technical. 190 p.
- Huamán, Z; Spooner, DM. 2002. Reclassification of landrace populations of cultivated potatoes (*Solanum* sect. *petota*). American journal of botany 89(6):947-965.
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2015. Muestreo de suelo para análisis en laboratorio (en línea, sitio web). Consultado 11 Oct.2018. Disponible en: <https://inta.gob.ar/noticias/muestreo-de-suelo-para-analisis-en-laboratorio>
- Ligarreto, G. 2003. Evaluación de cinco genotipos promisorios de papa *Solanum tuberosum* sp. andigena según desempeño agronómico y calidad industrial. Agronomía Colombiana 23 (1): 17-27.
- Lora, R. 2005. Efecto residual de la fertilización en la papa: Memorias I Taller Nacional sobre suelos, fisiología y nutrición vegetal en el cultivo de la papa. Bogotá, Colombia. CEVIPAPA. 82p.
- Luján, YE. 2018. Efecto de tres dosis de “humus de lombriz” y tres dosis de estiércol de “Vacuno” en el rendimiento del cultivo de “Papa” (*Solanum tuberosum* L.) var. serranita en la Provincia Otuzco.Tesis Ing. Agr. La Libertad, Perú, UPAO. 74p.

- Luna, R; Espinosa, K; Travez, R; Ulloa, C; Bejarano, A. 2016. Respuesta de variedades de papa (*Solanum tuberosum*, L) a la aplicación de abonos orgánicos y fertilización química. Ciencia y Tecnología. 9(1):11-16
- Martínez, P; Málaga, A; Ibarz, A. 2005. Caracterización funcional de almidones nativos obtenidos de papas (*Solanum phureja*) nativas peruanas. Scientia Agropecuaria 6 (4):291-301.
- Medina, SW. 2009. Colección, caracterización y evaluación preliminar de las papas nativas del distrito de Chota. Tesis Ing. Agr. Cajamarca, Perú, UNC. 94p.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, Lima). 2016. Requerimientos agroclimáticos del cultivo de papa (en línea, sitio web). Consultado 14 Ago.2018. Disponible en: <http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/ais-2015/ficha01-papa.pdf>
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, Lima). 2016. Boletín estadístico agrario SIEA-Diciembre 2015 (en línea) consultado 22 Oct. 2018). Disponible en: <http://siea.minag.gob.pe/siea/?q=noticias/boletin-estadistico-agrario-siea-diciembre-2015>
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, Lima). 2017. Papa: características de la producción nacional y de la comercialización en Lima metropolitana (en línea, sitio web). Consultado 22 may.2018. Disponible en: <file:///F:/boletin-prod-nacional-papa.pdf>
- Molina, Y; Rabe, G; Rodriguez, ML; Cerón, MS; Garnica, AM. 2015. Contenido de antioxidantes en papas criollas nativas (*Solanum Tuberosum* L. Grupo Phureja) en proceso de pre-cocción y congelación. Alimentos 23(36):31-39.
- Moreno, J. 2000. Calidad de la papa para usos industriales: en papas colombianas. Fede papa. 44-47 p.
- Muñoz, LA; Lucero, AM. 2008. Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de papa criolla *Solanum phureja*. Agron. Colomb. 26:340-346.
- Navarro, J; Moral, H; Mataix, B. 1995. Residuos orgánicos y agricultura. Alicante. Universidad de Alicante. Madrid, España. 108 p.
- Neira, I; Panqueva, J; Arguello, G. (1996). Aplicación de tres fuentes de materia orgánica como complemento a la fertilización con 13- 26-6 en papa criolla “yema de huevo” *Solanum phureja* en Toca Boyacá: Memorias II Simposio Nacional de Papa Criolla “yema de huevo” *Solanum phureja*. Revista Papa. p 21 - 23
- Ñustez, C. 2011. Estudios fenotípicos y genéticos asociados a la calidad de fritura en *Solanum phureja* Juz et Buk. Tesis Dr. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, COL.

- Ochoa, CM. 2001. Las papas de Sudamérica: Bolivia. Cambridge, Inglaterra. p 344,356.
- Ordinola, M. 2011. Innovaciones y desarrollo: el caso de la cadena de la papa en el Perú. Revista Latinoamericana De La Papa Vol. 16 (1):40-57.
- Ortiz, C; Benavides, A; Lagos, T; Sañudo, B. 1995. Efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre el crecimiento y producción de tubérculos de papa criolla *Solanum Phureja* en el Municipio de Pasto, Colombia. Ciencias Agrícolas (13):64-84.
- Palacios, CA; Jaramillo, S; Gonzales, L; Cotes, JM. 2008. Efecto de la fertilización sobre la calidad de la papa para procesamiento en dos suelos antioqueños con propiedades ándicas. Agron. Colomb. 26(3), 487-496
- Pérez, LC; Rodríguez, LE; Gómez, MI. 2008. Efecto del fraccionamiento de la fertilización con N, P, K y Mg y la aplicación de los micronutrientes B, Mn y Zn en el rendimiento y calidad de papa criolla (*Solanum phureja*) variedad Criolla Colombia. Agronomía Colombiana 26(3): 477-486.
- Pérez, W; Forbes, G. 2008. Manual Técnico: El tizón tardío de la papa. Lima, Perú. CIP. 39 p.
- Reddivari, L; Hale, A; Miller, J. 2007. Determination of phenolic content, composition and their contribution to antioxidant activity in specialty potato selections. Amer J of Potato Res. 84: 275-282.
- Rivera, I. 2005. Aplicación de un modelo matemático para evaluar la pérdida de suelo (tn/ha/año) en una zona de ladera bajo cultivo de papa (*Solanum phureja*) en la Sabana de Bogotá. Tesis. Mgs. Cs.Agr. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 81 p.
- Rivera, JE; Herrera, A; Rodríguez, LE. 2010. Procesamiento de papa criolla precocida y congelada mediante la técnica de congelación individual (IQF), en seis genotipos promisorios de papa criolla (*Solanum phureja*). Agronomía Colombiana 21(2): 95-101.
- Rivera, JE; Herrera, A; Rodríguez, LE. 2011. Assessment of the processing profile of six "creole potato" genotypes (*Solanum tuberosum* Phureja group). Agronomía Colombiana 29(1): 73-81.
- Rodríguez, LE. 2010. Origen y evolución de la papa cultivada una revisión. Agron. Colomb. 28(1): 9-17.
- Rodríguez, D; Rico, MS; Rodríguez, LE; Núñez, C.E. 2010. Efecto de diferentes niveles y épocas de defoliación sobre el rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum*, Parda Pastusa). Agronomía Medellín 63(2): 5521-5531.

- Rojas, S. 2008. Recolección y caracterización de la papa chaucha (*Solanum tuberosum*. Juz. y Buk.) de la provincia de Hualgayoc. Tesis Ing. Agr. Cajamarca, Perú, UNC. 36-37 p.
- Rojas, LP; Seminario, JF. 2014. Productividad de diez cultivares promisorios de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja) de la región Cajamarca. *Scientia Agropecuaria* 5(1): 165 - 175
- Santamaria, M; Montañéz, J; Sánchez, R. 2010. Evaluación de la producción limpia de papa criolla (*Solanum phureja*) en Madrid, Cundinamarca, Colombia. *Inventum* (9):8-12
- Seminario, JF. 2008. Origen y taxonomía de la papa: controversias no resueltas. *FIAT LUX* 4 (1): 89-108.
- Seminario, JF; Medina, W. 2009. Diversidad de papas nativas en agroecosistemas tradicionales: Casos de Chota, Cajamarca. *Fiat Lux* 5:5-24.
- Seminario, JF; Villanueva, R; Valdez, HM. 2018. Rendimiento de cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) amarillos precoces del grupo Phureja. *Agron. Mesoam.* 29(3):639-653
- Seminario, JF; Seminario, A; Domínguez, A; Escalante, B. 2017. Rendimiento de cosecha de diecisiete cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja. *Scientia Agropecuaria* 8 (3): 181 – 191
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología). 2018. Datos meteorológicos de la estación meteorológica A. Weberbauer (Convenio UNC-SENAMHI). SENAMHI, Cajamarca. Consultado 11 Oct.2018. Disponible en: https://www.senamhi.gob.pe/mapas/mapa-estaciones/_dat_esta_tipo.php?estaciones=000318
- Spooner, DM; Núñez, J; Trujillo, G; Herrera, MR; Guzmán, F; Ghislain, M. 2007. Extensive simple sequense repeat genotyping of potato landraces supports a mejor reevaluation of their gene pool structure and classification. *PNAS* vol. 104(49):19398-19403. Disponible en: www.pnas.org/cgl/doi/10.1073/pnas.0709796104.
- Tamayo, A; Díaz, C; Zapata, J. (s.f.). Abonamiento químico en cuatro municipios productores de papa en Antioquia (en línea). CORPOICA. Consultado 20 Oct. 2018. Disponible en: <http://www.corpoica.gov.co/sitioweb/Archivos/oferta/bArticulo.pdf>
- Tapia, HJ. 2017. Fenología y caracterización morfológica de 43 entradas de papa chaucha (*Solanum Tuberosum* L. grupo Phureja) de la región Cajamarca. Tesis Ing. Agr. Cajamarca, Perú, UNC. 141 p.

- Tekaling, T; Hammes; P. 2005. Growth and productivity of potato as influenced by cultivar and reproductive growth II. Growth analysis, tuber yield and quality. *Sci. Hort.* 105(1), 29-44.
- UNALM (Universidad Nacional Agraria La Molina). 2011. Manejo Integrado de la papa: Jornada de capacitación (en línea). Cuzco, Perú. 47 p. Consultado el 12 Oct.2018. Disponible en: https://www.agrobanco.com.pe/pdfs/CapacitacionesProductores/Papa/MANEJO_INTEGRADO_DE_PAPA.pdf
- Vásquez, V. 1988. Mejoramiento genético de la papa. Primera edición. Lima Perú, Editores Amaru. 208 p.
- Vergara, KV. 2011. Variabilidad climática, percepción ambiental y estrategias de adaptación de la comunidad campesina de Conchucos, Ancash. Tesis Lic.. Geo. Lima, Perú, PUCP. 214 p.
- Villa, A; Sánchez, AM; Valbuena, RI; Escobar, R. 2007. Evaluación preliminar de técnicas de crioconservación en una accesión de *Solanum tuberosum*. *Revista Corpoica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 8(2):50-59.
- Villanueva, R. 2017. Fenología y caracterización morfológica de 43 entradas de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja) de la región Cajamarca Tesis Ing. Agr. Cajamarca, Perú, UNC. 98 p.
- Villanueva, N. 2018. Efectividad del humus en el rendimiento de papa (*solanum tuberosum*) variedad canchan en condiciones agroecologicos de huarijirca. Tesis. Ing. Agr.Ancash, Perú. UNHVH. 63 p.
- Vinicio, M. 2002. Fertilización foliar: principios y aplicaciones. Meléndez, G; Molina E (ed.). Costa Rica, UCR. 142 p.
- Vizcardo, LA. 2001. Aplicación de tres planes de fertilización foliar para el rendimiento de la variedad de papa (*solanum tuberosum*), variedad perricholi en la localidad de San Pedro – Jauja. Huancayo, Perú. 103 p.
- Wild, A. 1992. Condiciones del suelo y su desarrollo en las plantas según russell.. Mundi-Prensa. Madrid, España, 1045 p.
- Wissar, R. 2009. La papa nativa: valor de sus atributos y oportunidades de negocios. Incagro. Lima, Perú. 11 Jun.:3
- Zarate, JL. 2010. Senescencia foliar, componentes del rendimiento y degradación nuclear en dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), Var. Lupita. Tesis Mg. Cs. Montecillo, Mexico, CP. 25-36 p.

ANEXOS

*Las siguientes imágenes muestran las actividades realizadas durante el proceso de la investigación.



Figura 1. Arado del suelo en donde se realizó la investigación. UNC



Figura 2. Eliminación de terrones del suelo en donde se realizó la investigación.



Figura 3. Surcado de la parcela (0.90m x 0.40m). UNC.



Figura 4. Surcado de la parcela (0.90m x 0.40m). UNC.

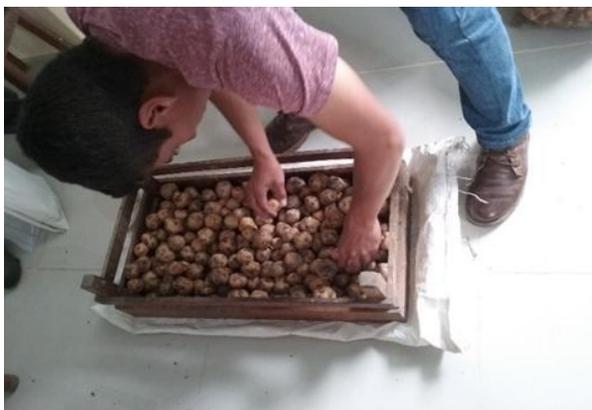


Figura 5. Preparando la semilla para llevarlo a campo definitivo (siembra)



Figura 6. Realizando el peso promedio de los tubérculos utilizados en la siembra.



Figura 7. Siembra de la parcela donde se realizó la tesis



Figura 8. Tapado de los tubérculos



Figura 9. Realizando el deshierbo en el Silvo Agropecuario-Universidad Nacional de Cajamarca



Figura 10. Realizando el deshierbo en el Silvo Agropecuario-Universidad Nacional de Cajamarca



Figura 11. Preparación del bioestimulante foliar "orgabiol"



Figura 12. Aplicación del bioestimulante foliar en la parcela de tesis.



Figura 13. Realización del aporque de la parcela de investigación-UNC.



Figura 14. Realización del aporque de la parcela de investigación



Figura 15. Segunda Aplicación de bioestimulante foliar “orgabiol” después del aporque.



Figura 16. Producto utilizado en la investigación (orgabiol)



Figura 17. Registrando evaluaciones de altura de planta y número de tallos



Figura 18. Evaluación de altura de planta y número de tallos



Figura 19



Figura 20



Figura 21

Figura 19, 20,21: realización de la cosecha del experimento. Silvo agropecuario UNC, Cajamarca-Perú



Figura 22. Cortado del follaje en campo para evaluar materia seca



Figura 23. Corte del follaje para determinar materia seca. Laboratorio UNC.



Figura 24. Colocado del material en la estufa para determinar materia seca del follaje. UNC



Figura 25. Selección de tubérculos para evaluar materia seca. Laboratorio UNC.



Figura 26. Picado de tubérculos para colocarlo en la estufa y determinar Materia seca. Lab.UNC



Figura 27. Tubérculos en papel kraft puestos en la estufa a 105 °C -Lab. Agronomía. UNC



Figura 28. Evaluación de diámetro de tubérculos Laboratorio Agronomía UNC.



Figura 29. Peso de tubérculos para determinar rendimientos. Laboratorio de Agronomía, UNC.



Figura 30. Peso de tubérculos para evaluar gravedad específica (peso en aire), UNC.

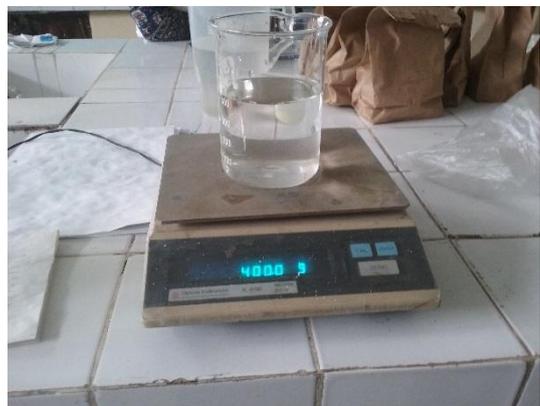


Figura 31. Peso del agua destilada para evaluar gravedad específica (peso en agua)



Figura 32



Figura 33



Figura 34

Figura 32,33, 34. Procedimiento para determinar gravedad específica. Laboratorio Agronomía UNC.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : EXEQUIEL BENAVIDES RODRÍGUEZ
PROCEDENCIA : CAJAMARCA
MUESTRA DE : HUMUS
REFERENCIA : H.R. 59707
BOLETA : 604
FECHA : 01/08/17

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
490		7.14	6.50	27.97	1.16	0.90	2.19

Nº LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
490		3.52	0.71	35.52	0.12


E. Sady García Bendejú
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Figura 35. Resultado del análisis químico del humus utilizado en la presente investigación.

PROCEDENCIA : Cajamarca - UNC

RESULTADOS DEL ANALISIS

Nombre Parcela	Código Laboratorio	P Ppm	K Ppm	pH	M.O %	Al meq/100g	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
Silvopropicio	SU0287-EEBI-15	23.85	295.0	6.6	3.19	--	40	12	48	Ar

INTERPRETACIÓN

Fósforo (P) : ALTO
Potasio (K) : MEDIO
pH (reacción) : LIGERAMENTE ACIDO
Materia orgánica (M.O) : MEDIO
Clase textural : ARCILLOSO

RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES

Cultivo a Sembrar: PAPA

NUTRIENTES	N kg/ha	P ₂ O ₅ Kg/ha	K ₂ O Kg/ha	CAL Ton/ha	N Kg/ha	P ₂ O ₅ Kg/ha	K ₂ O Kg/ha	CAL Ton/ha	N Kg/ha	P ₂ O ₅ Kg/ha	K ₂ O Kg/ha	CAL Ton/ha
Cantidad	140	110	105	--								

Recomendaciones y Observaciones Especiales:



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGRARIA
Estación Experimental Raimos del INIA
Ingeniero Julia A. Velásquez Camacho
JEFE LABORATORIO DE SUELOS

28-

Figura 36. Resultado del análisis físico- químico del suelo utilizado en la presente investigación.

METODOS SEGUIDOS EN EL ANALISIS DE SUELOS

1. Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro.
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación(es).
3. PH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 o en suspensión suelo: KCl N, relación 1:2.5.
4. Calcareo total (CaCO₃): método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.
5. Materia orgánica: método de Walkley y Black, oxidación del carbono Orgánico con dicromato de potasio. %M.O.= %C x 1.724.
6. Nitrogeno total: método del micro-Kjeldahl.
7. Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO₃=0.5M, pH 8.5
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH₃ - COONH₄)N, pH 7.0
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH₃ - COOCH₃)N; pH 7.0
10. Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺ cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio

(CH₃ - COONH₄)N; pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica.

11. Al³⁺+ H⁺: método de Yuan. Extracción con KCl, N

12. Iones solubles:

- a) Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺ solubles: fotometría de llama y/o absorción atómica
- b) Cl, Co₃=, HCO₃=, NO₃ solubles: volumetría y colorimetría. SO₄ turbidimetría con cloruro de Bario.
- c) Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
- d) Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

Equivalencias:

1 ppm=1 mg/kilogramo

1 millimho (mmho/cm) = 1 deciSiemens/metro

1 miliequivalente / 100 g = 1 cmol(+)/kg

Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes

CE (1 : 1) mmho/cm x 2 = CE(es) mmho/cm

TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad		Materia Orgánica	Fósforo disponible	Potasio disponible	Relaciones Catiónicas			
Clasificación del Suelo	CE(es)	CLASIFICACIÓN	%	ppm P	ppm K	Clasificación	K/Mg	Ca/Mg
*muy ligeramente salino	<2	*bajo	<2.0	<7.0	<100	*Normal	0.2 - 0.3	5 - 9
*ligeramente salino	2 - 4	*medio	2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240	*defc. Mg	>0.5	
*moderadamente salino	4 - 8	*alto	>4.0	>14.0	>240	*defc. K	>0.2	
*fuertemente salino	>8					*defc. Mg		>10
Reacción o pH		CLASES TEXTURALES			Distribución de Cationes %			
Clasificación del Suelo	pH	A	= arena	Fr.Ar.A	= franco arcillo arenoso	Ca ²⁺	=	60 - 75
*fuertemente ácido	<5.5	A.Fr	= arena franca	Fr.Ar	= franco arcilloso	Mg ²⁺	=	15 - 20
*moderadamente ácido	5.6 - 6.0	Fr.A	= franco arenoso	Fr.Ar.L	= franco arcilloso limoso	K ⁺	=	3 - 7
*ligeramente ácido	6.1 - 6.5	Fr.	= franco	Ar.A	= arcilloso arenoso	Na ⁺	=	<15
*neutro	6.6 - 7.0	Fr.L.	= franco limoso	Ar.L.	= arcilloso limoso			
*ligeramente alcalino	7.1 - 7.8	L	= limoso	Ar.	= arcilloso			
*moderadamente alcalino	7.9 - 8.4							
*fuertemente alcalino	>8.5							

Figura 37. Tabla de interpretación de resultados de análisis de suelos

Peso total de tubérculos por planta (PTT)

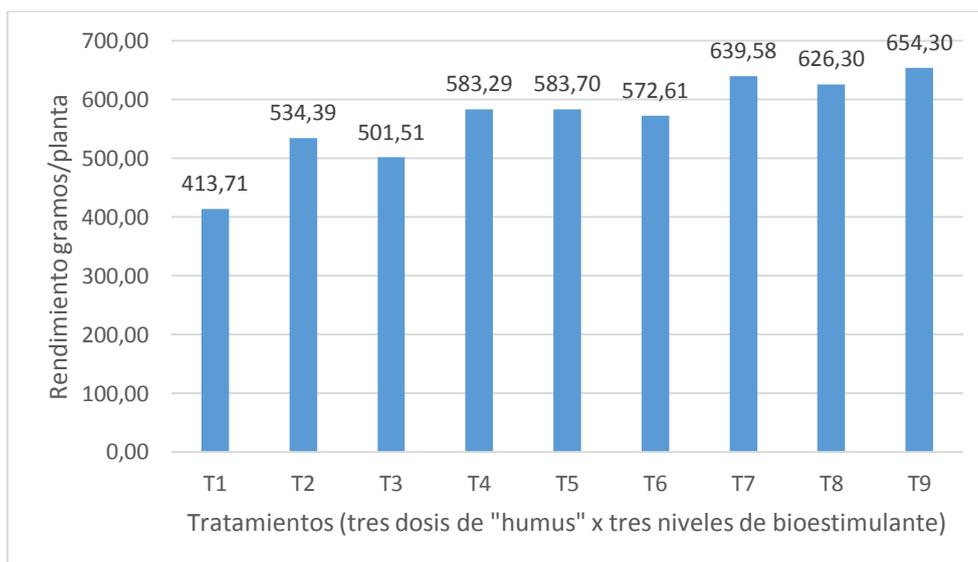


Figura 38. Promedio del rendimiento total (g/planta), generados por los tratamientos resultantes de combinar tres niveles de humus y tres aplicaciones de bioestimulante en el cultivar Amarilla redonda del grupo Phureja.

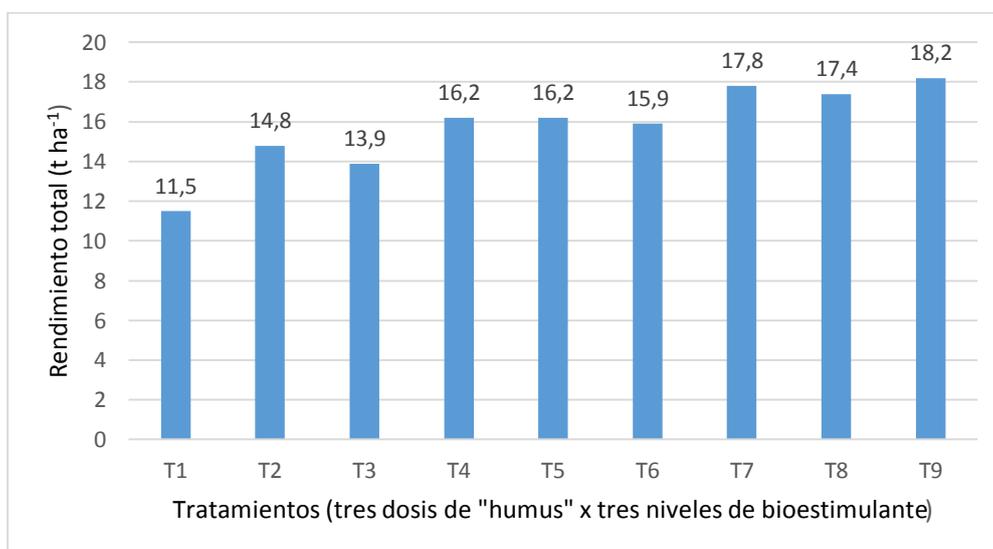


Figura 39. Rendimiento total (t ha⁻¹) de tubérculos obtenidos por los tratamientos resultantes de combinar tres niveles de humus y tres aplicaciones de bioestimulante en el cultivar Amarilla redonda del grupo Phureja en la Universidad Nacional de Cajamarca.

Tabla 1. Peso de tubérculos comerciales (T.C) obtenidos en cada repetición y el promedio de los tratamientos resultantes de combinar tres niveles de humus y tres aplicaciones de bioestimulante en el cultivar Amarilla redonda del grupo Phureja.

Tratamientos	Peso de Tubérculos (g/Planta)			Promedio/Planta (g)	t ha ⁻¹
	Bloques				
	I	II	III		
T1	467.28	390.20	367.0	408.3	11.3
T2	433.71	470.35	694.34	532.81	14.7
T3	530.99	394.85	575.43	500.43	13.8
T4	623.26	558.46	565.65	581.87	16.1
T5	421.06	696.03	630.30	582.46	16.1
T6	450.72	661.01	598.64	570.12	15.8
T7	456.03	817.31	641.81	638.8	17.7
T8	464.74	653.65	756.53	624.98	17.3
T9	558.5	754.85	639.19	650.8	18.0

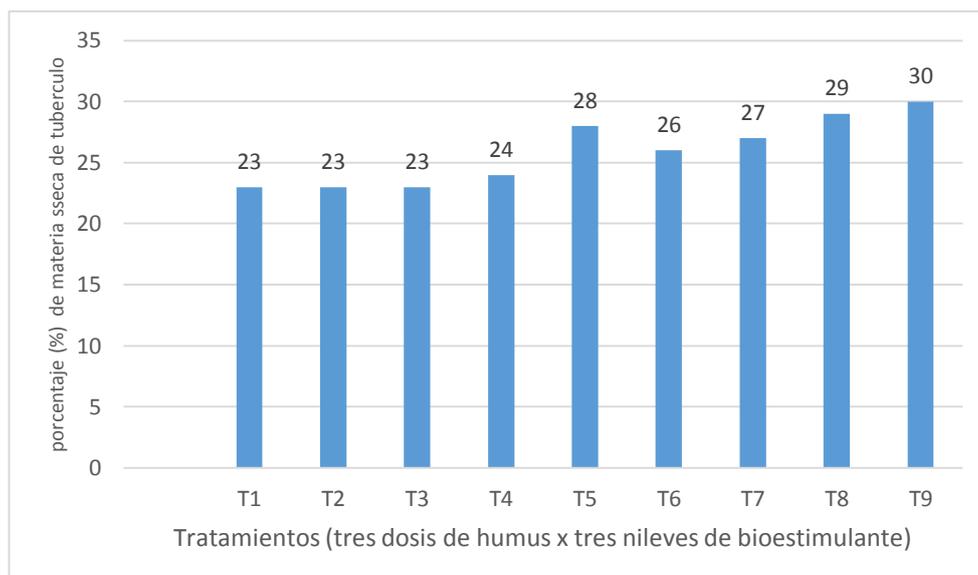


Figura 40. Porcentaje (%) de materia seca de tubérculos generados por los tratamientos resultantes de combinar tres niveles de humus y tres aplicaciones de bioestimulante en el cultivar Amarilla redonda del grupo Phureja.

Tabla 2. Promedio de materia del follaje (MSF) materia seca de tubérculos (MST), índice de cosecha y gravedad específica.

Tratamientos	MS Follaje	MS tubérculo	Índice de cosecha	Gravedad específica
T1	21.77	23	51.5	1.02
T2	20.54	23	52.9	1.02
T3	17.31	23	57.1	1.02
T4	15.71	24	60.4	1.02
T5	28.87	28	49.3	1.02
T6	19.29	26	57.5	1.02
T7	17.24	27	61.1	1.02
T8	14.92	29	66.1	1.02
T9	16.14	30	65.1	1.02
Total	171.79	233	521	9.194
Prom.	19.09	25.89	57.89	1.02
Ds	4.32	2.76	5.88	0.00