

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



**T E S I S**

**RESPUESTA DEL CULTIVAR DE PAPA (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) AMARILLA REDONDA, AL ABONAMIENTO ORGÁNICO Y FOLIAR**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Presentado por el Bachiller:

**ANTENOR CASTILLO CADENILLAS**

Asesor:

**Dr. JUAN FRANCISCO SEMINARIO CUNYA**

**M.Sc. ATTILIO ISRAEL CADENILLAS MARTÍNEZ**

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**

**Secretaría Académica**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

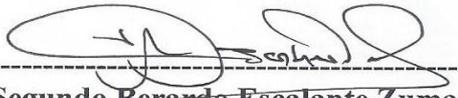
En Cajamarca, a los **veintitres** días del mes de setiembre del Año dos mil diecinueve, se reunieron en el ambiente **2C-211** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los integrantes del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 332 -2019-FCA-UNC, Fecha 12 de Julio del 2019, con el objeto de Evaluar la sustentación del Trabajo de Tesis titulado: **“RESPUESTA DEL CULTIVAR DE PAPA (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja) AMARILLA REDONDA, AL ABONAMIENTO ORGÁNICO Y FOLIAR”** del Bachiller: **ANTENOR CASTILLO CADENILLAS** en Cajamarca, para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

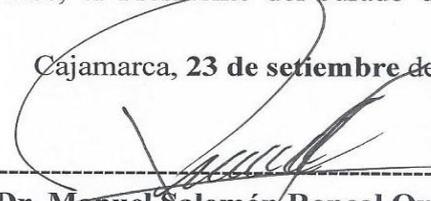
A las **quince** horas y **cuarenta** minutos y de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el acto. Después de la exposición del trabajo de Tesis, la formulación de preguntas y de la deliberación del Jurado, el Presidente anunció la **aprobación** por **unanimidad** con el calificativo de **quince (15)**

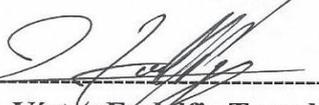
Por lo tanto, el graduando queda expedito para que se le expida el **Título Profesional** correspondiente.

A las **dieciséis** horas y **cincuenta** minutos, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

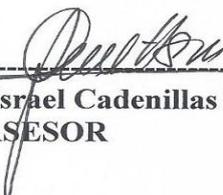
Cajamarca, **23 de setiembre** de 2019.

  
-----  
**Dr. Segundo Berardo Escalante Zumaeta**  
**PRESIDENTE**

  
-----  
**Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez**  
**SECRETARIO**

  
-----  
**Ing. M. Sc. Víctor Eudelfio Torrel Pajares**  
**VOCAL**

  
-----  
**Dr. Juan Francisco Seminario Cunya**  
**ASESOR**

  
-----  
**Ing. M. Sc. Attilio Israel Cadenillas Martínez**  
**ASESOR**

## **DEDICATORIA**

Primeramente, este trabajo de investigación va dedicado a Dios creador de la naturaleza, quien me dio la sabiduría, inteligencia y las fuerzas necesarias para poder levantarme de muchos problemas que se me cruzaron en la vida.

A mis seres amados tan especiales a mis padres Dionicio Castillo y Julia Rosa Cadenillas que son los tesoros más preciados en mi vida que con su apoyo incondicional a pesar de la deficiencia económica, con sus buenos consejos hicieron que lograra mi tan ansiada meta y nunca perdiera la esperanza. Ustedes me enseñaron a desarrollarme como persona y a vivir la vida enfrentando grandes desafíos.

Dedico con todo el cariño a toda mi familia (hermanos(as), cuñados(as)), que con un granito de arena fueron partícipes en mi formación académica, en especial a mi hermano Ovidio Castillo por apoyarme con este tan anhelado sueño para hoy hacerlo realidad.

Dedico este trabajo a mi amada esposa, por su apoyo incondicional y ánimos que me brinda cada día en cada decisión para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales. A ti va dedicado este trabajo, gracias a ti hoy puedo con alegría presentar y disfrutar de esta investigación.

**Antenor Castillo Cadenillas**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios todo poderoso por darme, vida, salud, fuerzas, inteligencia, para poder realizar este trabajo de investigación.

A mi asesor Dr. Juan Francisco Seminario Cunya, por brindarme su apoyo, tiempo, dedicación, paciencia, para poder realizar este trabajo.

Al programa de Raíces y Tubérculos Andinos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca por haberme proporcionado los tubérculos semilla de papa cultivar “Amarilla redonda” y la parcela para instalación del experimento.

Al M.c. Attilio Israel Cadenillas Martínez por su desinteresado asesoramiento en la presente investigación.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, en especial a la Escuela Académico Profesional Agronomía y a toda su plana docente que con su sabiduría y conocimientos forman grandes profesionales del futuro.

**Antenor Castillo Cadenillas**

## ÍNDICE

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iv
<b>RESUMEN</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1. Objetivo de la investigación.....	2
<b>CAPÍTULO II</b> .....	3
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
2.1. Antecedentes de la investigación. ....	3
2.2. Bases teóricas.....	5
2.2.1. Origen de la papa Phureja. ....	5
2.2.2. Clasificación según el Código Internacional de la Nomenclatura Botánica (ICBN) y el Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas (ICNCP).....	6
2.2.3. Biodiversidad de la papa.....	7
2.2.4. Distribución del grupo Phureja. ....	8
2.2.5. Generalidades del grupo Phureja. ....	9
2.2.6. Usos de papa chaucha del grupo Phureja. ....	9
2.2.7. Rendimiento de cultivares del grupo Phureja.....	11
<b>CAPÍTULO III</b> .....	12
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	12
3.1. Ubicación geográfica del experimento.....	12
3.2. Materiales.....	12
3.2.1. Material biológico .....	12
3.2.2. Insumos .....	12
3.2.3. Materiales de campo.....	14
3.2.4. Material y equipo de laboratorio.....	15
3.2.5. Material de Escritorio .....	15

3.3. Metodología.....	16
3.3.1. Diseño experimental .....	16
3.3.2. Conducción del experimento en campo .....	19
3.3.2.1. Muestreo de suelo para el análisis .....	19
3.3.2.2. Análisis de abono orgánico.....	19
3.3.2.3. Fertilización y abonamiento orgánico y foliar. ....	20
3.3.2.4. Selección de semilla. ....	20
3.3.2.5. Siembra .....	20
3.3.2.6. Riego .....	20
3.3.2.7. Deshierbo y control de malezas.....	21
3.3.2.8. Aporque .....	21
3.3.2.9. Control fitosanitario.....	21
3.3.2.10. Cosecha .....	21
3.3.3. Evaluaciones realizadas en campo y laboratorio .....	21
3.3.3.1. Altura de planta.....	21
3.3.3.2. Número de tallos por planta.....	22
3.3.3.3. Número total de tubérculos por planta.....	22
3.3.3.4. Número de tubérculos comerciales por planta.....	22
3.3.3.5. Rendimiento total de tubérculos .....	22
3.3.3.6. Rendimiento de tubérculos comerciales .....	22
3.3.3.7. Largo y diámetros de los tubérculos. ....	22
3.3.3.8. Materia seca de follaje y del tubérculo.....	23
3.3.3.9. Gravedad específica (GE). ....	23
3.3.3.10. Índice de cosecha (IC).....	24
3.4. Procesamiento y análisis de datos .....	24
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>25</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>25</b>
4.1. Análisis de la respuesta del cultivar de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L. grupo Phureja) Amarilla Redonda, al abonamiento orgánico y foliar.....	25
4.1.1. Altura de planta.....	25
4.1.1.1. Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta. ....	25
4.1.2. Número de tallos.....	27
4.1.2.1. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de tallos.....	27

4.1.3. Número total de tubérculos .....	29
4.1.3.1. Análisis de varianza (ANOVA) para el número total de tubérculos.....	29
4.1.4. Número de tubérculos comerciales por planta.....	31
4.1.4.1. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de tubérculos comerciales.....	31
4.1.5. Rendimiento total de tubérculos.....	33
4.1.5.1. Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento total de tubérculos. ....	33
4.1.6. Rendimiento de tubérculos comerciales .....	36
4.1.6.1. Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento de tubérculos comerciales.....	36
4.1.7. Largo y diámetro de los tubérculos. ....	39
4.2. Materia seca de follaje y del tubérculo. ....	41
4.3. Gravedad específica (GE). ....	42
4.4. Índice de cosecha (IC).....	44
<b>CAPÍTULO V</b> .....	45
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	45
5.1. Conclusiones.....	45
5.2. Recomendaciones.....	45
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	46
<b>ANEXOS</b> .....	51
<b>GLOSARIO</b> .....	59

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar la respuesta del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) cultivar “amarilla redonda” a tres dosis de abono orgánico (humus de lombriz a 0, 15 y 30 t ha<sup>-1</sup>) y cuatro aplicaciones de abono foliar (stimplex-g). El estudio se realizó en un área del Servicio Silvo Agropecuario de la Universidad Nacional de Cajamarca. Al momento de la siembra se aplicó el abono orgánico y el foliar después de 3 semanas de emergencia, al inicio de la floración y 14 días después del inicio de esta. Las evaluaciones realizadas fueron altura de planta, número de tallos, número total de tubérculos, número de tubérculos comerciales, peso total de tubérculos, peso de tubérculos comerciales, largo y diámetros de los tubérculos, materia seca, gravedad específica, índice de cosecha. Se encontró significación estadística para la interacción de los factores (Humus de lombriz por aplicación de stimplex-g) con rendimiento total de 20.85 t ha<sup>-1</sup> con el tratamiento T7 (15 t ha<sup>-1</sup> de humus con 2 aplicaciones de stimplex-g).

**Palabras claves:** Grupo Phureja, humus de lombriz, stimplex-g, gravedad específica.

## ABSTRACT

The objective of the present investigation was to determine the response of the potato crop (*Solanum tuberosum* L. Phureja group) to cultivate “yellow round” to three doses of organic fertilizer (earthworm humus at 0, 15 and 30 t ha<sup>-1</sup>) and four foliar fertilizer applications (stimplex-g). The study was carried out in an area of the Silvo Agricultural Service of the National University of Cajamarca. At the time of planting the organic and foliar fertilizer was applied after 3 weeks of emergency, at the beginning of flowering and 14 days after the beginning of it. The evaluations carried out were plant height, number of stems, total number of tubers, number of commercial tubers, total weight of tubers, weight of commercial tubers, length and diameter of tubers, dry matter, specific gravity, crop index. Statistical significance was found for the interaction of the factors (worm humus by stimplex-g application) with a total yield of 20.85 t ha<sup>-1</sup> with the T7 treatment (15 t ha<sup>-1</sup> humus with 2 stimplex-g applications).

**Keywords:** Phureja Group, vermicompost, stimplex -g, specific gravity.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

La papa cultivada (*Solanum* spp.) es el cuarto cultivo alimenticio en orden de importancia después del trigo (*Triticum aestivum* L.), el arroz (*Oriza sativa* L.) y el maíz (*Zea mays* L.), tiene relevancia en la dieta alimentaria de la población mundial. Se encuentra entre los diez alimentos más importantes producidos en los países en vías de desarrollo (Martín y Jerez 2017). El tubérculo de papa es un alimento energético ya que es fuente de carbohidratos, proteína de buena calidad, vitaminas y minerales FAO (2010).

A nivel mundial se sembraron casi 17.8 millones de hectáreas del cultivo de papa con una producción cercana a 352.4 millones de toneladas y un rendimiento promedio de 19.81 t ha<sup>-1</sup> (FAO 2010). En Perú la producción es más de 4.6 millones de toneladas métricas, seguido de Brasil (3.5 millones), Colombia (2.13 millones) y Argentina (2 millones); se cultiva en 19 regiones, cubriendo una superficie de 317 mil hectáreas, generando 110 mil puestos de trabajo permanentes y 33 millones de jornales (SENASA 2017).

En los últimos 40 años, los productores redujeron la aplicación de abonos orgánicos a causa del inicio de una agricultura intensiva, generando una disminución en el uso de fertilizantes orgánicos hasta un punto en el que la aplicación de los inorgánicos se convirtió en un problema ambiental en lugares del mundo (Ramos y Terry 2014). El uso indiscriminado de fertilizantes químicos en la agricultura, afecta al medio ambiente y a la salud del consumidor (García 2012). Según estudios realizados en nuestro país sobre agroquímicos utilizados, aproximadamente el 20% se destina al cultivo de papa (FAO 2003).

Una forma de disminuir la utilización de los fertilizantes químicos es el abonamiento orgánico (humus de lombriz, compost, estiércoles), el cual contribuye en la mejora de la estructura del suelo, aumenta la microfauna del suelo, facilita la disponibilidad de los nutrientes (Solís *et al.* 2010). La fertilización foliar es otro factor importante, se realiza para corregir deficiencias de elementos menores; en el caso de macronutrientes tales como el nitrógeno, fósforo y el

potasio, se puede complementar, pero en ningún momento sustituir la fertilización del suelo; porque las dosis aplicadas vía foliar son pequeñas en comparación con las dosis aplicadas al suelo (Meléndez y Molina 2002).

Son escasos los estudios sobre abonamiento al suelo y de abonos foliares y bioestimulantes en papa del grupo Phureja, por lo que hay necesidad de continuar investigando estos factores.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, la presente investigación se enfocó al estudio del efecto de tres dosis de abonamiento orgánico con humus de lombriz y cuatro aplicaciones de abono foliar con stimplex-g en el cultivar de papa “Amarilla redonda” (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) desde el punto de vista productivo. Se estudiaron tres dosis de humus (0, 15, 30 t ha<sup>-1</sup>) y cuatro aplicaciones de abono foliar (sin abono foliar, 3 semanas después de la emergencia, al inicio de la floración y 14 días después de la floración).

La investigación permitió conocer cuál es la mejor combinación de humus de lombriz con el número de aplicaciones foliares para obtener el mejor rendimiento de tubérculos.

### **1.1. Objetivo de la investigación.**

#### **Objetivo**

Determinar la respuesta del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) cultivar “Amarilla redonda” a tres dosis de abono orgánico (humus de lombriz a 0, 15 y 30 t ha<sup>-1</sup>) y cuatro aplicaciones de abono foliar (0, 1, 2 y 3 aplicaciones).

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. Antecedentes de la investigación.

Alvarado y Ramírez (2016) estudiaron el efecto que tienen las aplicaciones de diferentes niveles de fertilización orgánica y mineral en la producción de papa criolla (*Solanum phureja*), para lo cual los tratamientos se dividieron en cuatro: mineral convencional, mineral orgánico (fertilización mineral más 1 - 4 y 6 t ha<sup>-1</sup>) finalmente orgánico (1 - 4 y 6 t ha<sup>-1</sup>). Obtuvieron un rendimiento de 35.59 t ha<sup>-1</sup> de tubérculos con tratamiento de órganos minerales (6 t ha<sup>-1</sup>), seguido de 4 t ha<sup>-1</sup> de tratamiento de órganos minerales y minerales con 31.93 y 28.56 t ha<sup>-1</sup>.

Seminario *et al.* (2018) realizaron experimentos para determinar la respuesta de dos cultivares de papa del grupo phureja (Amarilla redonda y Limeña huachuma) contra dos densidades de plantación (27778 plantas/ha y 37037 plantas/ha) y dos dosis de fertilizante orgánico (7.5 t ha<sup>-1</sup> y 10 t ha<sup>-1</sup>). Los rendimientos obtenidos fueron 7 t ha<sup>-1</sup> (variedad amarilla redonda con distancias de 0.90 mx 0.30 m más 7.5 t ha<sup>-1</sup> humus) y 14 t ha<sup>-1</sup> (variedad Limeña huachuma con distancias de 0.90 mx 0, 40 m más 10 t ha<sup>-1</sup> de humus).

Cutipa (2007) determinó los niveles de aplicación apropiados de fertilizantes orgánicos (excreta de lombriz y biol) y fertilizantes (fertilizantes químicos) en el rendimiento de tubérculos en papas nativas. Los resultados obtenidos produjeron 23.5 t ha<sup>-1</sup> con la variedad Imilla Blanca (con una dosis de 1,751 t ha<sup>-1</sup> de humus de lombriz y 191,63 l ha<sup>-1</sup> de biol), 23,30 t ha<sup>-1</sup> con la variedad imilla Negra (con una dosis de 1.79 t ha<sup>-1</sup> de humus de lombriz y 213 l ha<sup>-1</sup> de biol). Con la formulación promedio del fertilizante químico NPK 160-140-100, obtuvo el doble de rendimiento de tubérculos (43 t ha<sup>-1</sup>) que la fertilización orgánica.

Muñoz y Lucero (2008) evaluaron el rendimiento de papa criolla (*Solanum Phureja*) variedad yema de huevo, para la cual aplicaron fertilizante químico 13-26-6 en dosis de 0, 600, 300 y 1200 t ha<sup>-1</sup> y fertilizante orgánico a dosis de 0, 800, 1000 y 1200 t ha<sup>-1</sup>. En la evaluación, los resultados mostraron que la

fertilización combinada de 13-26-6 fertilizante químico y 300-800 t ha<sup>-1</sup> de fertilizante orgánico presentó los mayores rendimientos de primera (6366.7 kg ha<sup>-1</sup>) y total (13888.9 kg ha<sup>-1</sup>). Además, descubrieron que para el cultivar de papas criollas las cantidades apropiadas de fertilizante orgánico fueron 800 y 1200 kg ha<sup>-1</sup> y la mejor dosis de fertilizante químico fue 300 kg ha<sup>-1</sup>.

Ríos *et al.* (2010) evaluaron la respuesta del cultivar de papa (variedad Diacol Capiro) a tres niveles de fertilización tradicional de NPK, a dosis de 500, 1,500 y 3,000 kg ha<sup>-1</sup>, para representar niveles de fertilizantes bajos, moderados y altos respectivamente. En los resultados obtenidos, se encontró una correlación muy alta entre el número y el peso de los tubérculos para cada categoría (primera categoría: > 6 cm, segunda categoría: entre 4 y 6 cm, tercera categoría: entre 2 y 4 cm y cuarta categoría: menos de 2 cm). El peso promedio de un tubérculo para la primera categoría fue 137.9 g, para el segundo 63.8 g, para el tercero 30.1 g y para el cuarto 10.5 g.

Rojas y Seminario (2014) evaluaron la productividad de diez cultivares de papa Chaucha de la región Cajamarca, tales como: Peruanita 3, Montañera 2, Limeña, Amarilla, Clavelina 2, Roja 2, Mulla, Huagalina, Amarilla mahuay y Chimbina Colorada. En los resultados, encontraron que el rendimiento de los tubérculos varió de 5 t ha<sup>-1</sup> (Huagalina) a 11.5 t ha<sup>-1</sup> (Amarilla mahuay), con un promedio de 8.6 t ha<sup>-1</sup>. El peso total de los tubérculos, el peso de los tubérculos comerciales, el número total de tubérculos y el peso seco del follaje mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los cultivares. Además, para el índice de cosecha, obtuvieron 46% en cultivar huagalina, 45% en cultivar Amarilla mahuay y 42% en clavelina 2.

Seminario *et al.* (2016) realizaron experimentos con 12 cultivares de papa Chaucha (Roja 2, Piña amarilla, Montañera 3, Llanqueja, Bola de potro, Shoga amarilla, Limeña, Amarilla mahuay, Montañera 2, Limeña huachuma, Amarilla, Blanca). Los resultados mostraron que los cultivares con el mayor rendimiento fueron 31.6 t ha<sup>-1</sup> (Roja 2), 29.11 t ha<sup>-1</sup> (Piña amarilla), 27.67 t ha<sup>-1</sup> (Montañera 3) y el menor peso fue 10.4 ha<sup>-1</sup> (Montañera 2), con un promedio general de 22.5 t ha<sup>-1</sup>.

Seminario *et al.* (2017) realizaron experimentos para evaluar el rendimiento de tubérculos y las variables relacionadas de 17 cultivares de papa del grupo Phureja, de la región Cajamarca-Perú, se realizó con diseños de bloques completamente randomizados con 17 tratamientos (cultivares) y tres repeticiones sembrados a 0.90 m entre surcos y 0.40 m entre planta. Al realizar las evaluaciones encontraron que el rendimiento de tubérculos varió de 8,2 t ha<sup>-1</sup> a 27,4 t ha<sup>-1</sup>, con un promedio total de 15,5 t/ha. Además, encontraron que el índice de cosecha promedio fue de 65% y los tubérculos comerciales alcanzaron porcentajes de 49% y 97%.

Seminario *et al.* (2018) realizaron investigación para evaluar el rendimiento total y comercial de tubérculos de quince cultivares de papa (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja), la siembra realizada fue con distanciamientos de 0.90 m entre surcos y 0.40 m entre plantas utilizando diseños completamente al azar. Al realizar la evaluación encontraron que los mejores cultivares en rendimiento de tubérculos fueron el cultivar Blanca amarilla con 27.8 t ha<sup>-1</sup>, Limeña huachuma con 27.4 t ha<sup>-1</sup>, Llanqueja con 25 t ha<sup>-1</sup>, Amarilla redonda con 23.3 t ha<sup>-1</sup> y Piña amarilla con 21.8 t ha<sup>-1</sup>.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Origen de la papa Phureja.**

Las papas cultivadas derivan de papas silvestres denominadas *S. bukasovii* o complejo *Brevicaule*. Esta derivación de las papas cultivadas a partir de papas silvestres ocurrió en el altiplano peruano-boliviano, por lo tanto, es también el origen geográfico del grupo Phureja (Estrada, citado por Villa *et al.* 2007).

Para algunos autores creen que fue domesticada en la región del Lago Titicaca, en el sur del Perú y norte de Bolivia hace aproximadamente unos 10000 años, donde sus probables ancestros pueden encontrarse todavía. Desde allí ella se dispersó para la (*sic*) que en el tiempo de la conquista española fueron la extremidad nórdica de los andes, en lo que es ahora Venezuela, y las extremidades sur, en lo que es Chile (Hawkes, citado por Seminario 2008).

Las diferentes especies y variedades de papa que se cultivan hoy en los Andes de Colombia, Perú, Ecuador, Bolivia y el sur de Chile, han debido originarse de la domesticación de varias especies silvestres hace unos 8 000 años, cerca del Lago Titicaca, a 3 800 msnm, en la cordillera de los Andes de América del Sur, en la frontera de Bolivia y Perú, por parte de las comunidades de cazadores y recolectores que habían poblado el sur del continente (Rodríguez *et al.* 2009).

Fue seleccionada a partir de las especies silvestres *S. bukasovii*, *S. canasense* y *S. multidissectum*, *S. stenotomum*, se considera la especie de papa diploide cultivada más antigua, la cual habría dado origen a las papas tipo Andígena. Posteriormente, estas habrían sido modificadas por poliploidización sexual e hibridación intervarietal o introgresiva, para luego dispersarse ampliamente. En la actualidad se les conoce como *S. andigena* o grupo Andígena. Este grupo se caracteriza por ser tetraploide y altamente polimórfico, y desde el punto de vista genético se considera como el más estrechamente relacionado con *S. tuberosum* subsp. *tuberosum* o *S. tuberosum* Grupo Chilotanum (Rodríguez 2010).

### **2.2.2. Clasificación según el Código Internacional de la Nomenclatura Botánica (ICBN) y el Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas (ICNCP).**

Según el 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 Hawkes 1990, citado por Rojas (2013) 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*).

Según el ICNCP, 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).

Rodríguez (2009) dice que la diferencia fundamental entre las formas de clasificación propuestas por el ICNCP y el ICBN es que, el ICBN utiliza el termino taxón, para denominar a un grupo similar de plantas, mientras que el ICNCP usa los términos cultivar y grupo cultivado para clasificar las plantas cultivadas. Esta diferencia se plantea teniendo en cuenta que las plantas cultivadas se originaron como consecuencia de actividades humanas mediante procesos de selección de manera accidental o deliberada por hibridación y posterior selección en campos de agricultores.

### **2.2.3. Biodiversidad de la papa**

Los problemas referidos a la ploidía de las papas silvestres. De las 196 especies reconocidas, 14 carecen de contaje cromosómico y no se conoce el nivel de ploidía, 139 son diploides, y seis de estas diploides tienen poblaciones triploides. Siete especies son exclusivamente triploides, 22 exclusivamente tetraploides, una exclusivamente pentaploide y 12 exclusivamente hexaploides. Tres especies tienen poblaciones con más de un nivel de ploidía (*S. acaule* 4x, 6x; *S. leptophyes* 2x, 4x; *S. oplocense* 2x, 4x, 6x) (Hijmans *et al.*, citado por Seminario 2008).

Huamán y Spooner, citado por Seminario (2008) examinaron el soporte morfológico para varias de las clasificaciones de las variedades tradicionales de papa. Para ello, usaron representantes de las siete especies reconocidas por Hawkes (1990). Y se encontraron cierto soporte morfológico para *S. ajnjuiri*, *S. chaucha*, *S. curtilobum* y *S. juzepczukii*, menos soporte para *S. tuberosum* ssp. *Tuberosum* y ningún soporte para *S. Phureja* y *S. stenotomum*.

La papa silvestre, así como la cultivada (*Solanum* L. sect. Petota), crece desde el suroccidente de Estados Unidos hasta el sur de Chile (Rodríguez *et al.*, citado por Rodríguez 2010). Posee un rico pool de genes, constituido por 190 especies

silvestres que forman tubérculos (Spooner y Salas, citado por Rodríguez 2010), de las cuales el 70% son diploides ( $2n = 2x = 24$ ), y el resto poliploides, principalmente divididas entre tetraploides ( $2n = 4x = 48$ ) y hexaploides ( $2n = 6x = 72$ ), con una presencia escasa de triploides y pentaploides (Hijmans *et al.*, citado por Rodríguez 2010).

A diferencia de otros cultivos, la papa presenta un pool genético secundario extremadamente grande, compuesto por especies silvestres cercanas que forman pequeños tubérculos comestibles (Van den Berg y Jacobs, citado por Rodríguez (2010). Actualmente, las distintas variedades cultivadas se encuentran agrupadas dentro de la especie *Solanum tuberosum* L. (Sponner *et al.*; Andre *et al.*, citado por Rodríguez 2010).

#### **2.2.4. Distribución del grupo Phureja.**

El grupo Phureja se encuentra preferentemente cultivada en los niveles orientales de los Andes y usualmente entre los 2000 a 3400 msnm. Su distribución geográfica es amplia, el cultivo se extiende desde el noroeste de Bolivia y toda la región oriental de los andes peruanos (Ochoa 1999).

Actualmente este grupo se distribuye desde el norte de Bolivia hasta el suroccidente venezolano, con un centro de diversidad ubicado en el departamento de Nariño, al sur de Colombia, y en el norte de Ecuador (Estrada, citado por Villa *et al.* 2007).

La distribución de *S. andigena*, que es más amplia que la de *S. stenotomum*, particularmente hacia el norte, parece estar asociada a la presencia de una especie silvestre en el centro de Perú, que se extendió a través del área de distribución de *S. stenotomum*. El haplotipo s-ctDNA de *andigena* ha sido encontrado desde Perú hasta Bolivia y el norte de Argentina, traslapándose con el área de distribución de *S. stenotomum*. Esto indica que los genotipos formados localmente fueron diseminados desde *S. stenotomum* hacia *S. andigena* (Sukhotu *et al.*, citado por Rodríguez 2010).

En cuanto a la latitud, la papa se produce en regiones entre los 47° S y los 65° N; en Suramérica se cultiva en Bolivia, Perú, Brasil, Argentina, Chile y región sur del Ecuador; sin embargo, el mayor porcentaje de tierra cultivada en papa se ubica entre los 20 y los 60° N (Hijmans, citado por Rodríguez 2010).

#### **2.2.5. Generalidades del grupo Phureja.**

Según Estrada (2000) el Grupo Phureja está conformado por plantas tuberizantes, el cual parece haber evolucionado por selección humana de una posible mutación de *Solanum stenotomum*.

Para Gómez *et al.* (2012) las principales fortalezas de la papa chaucha son: el alto valor nutricional, alto contenido de vitaminas, minerales, fibra y calidad de proteína, el buen sabor, el ciclo de vida corto, inferiores costos de producción y un alto potencial de exportación como producto exótico procesado. Los problemas del producto tienen que ver con el alto grado de mezcla de tubérculos de las variedades nativas y la heterogeneidad en tamaño del mismo y la alta perfectibilidad, entre otros.

Huamán y Spooner, citado por Rojas *et al.* (2014) hacen en mención que, las papas conocidas en la región Cajamarca (Perú) como chauchas, pertenecen al grupo Phureja (de nueve grupos en total) con el enfoque del código internacional de nomenclatura de plantas cultivadas (ICNCP) el nombre de Phureja o Fureja deriva del aymara y alude a su precocidad (Phureja= temprana o precoz).

Gómez *et al.*, citado por Rojas *et al.* (2014) mencionan que, el grupo incluye principalmente a genotipos diploides y también tetraploides y triploides, que muestran ausencia o mínima dormancia y por lo general, presentan tubérculos brotados al momento de la cosecha.

#### **2.2.6. Usos de papa chaucha del grupo Phureja.**

Los componentes más significativos para la industria de procesamiento son el porcentaje de materia seca y el bajo contenido de azúcares reductores (Moreno y Estrada 2000).

Estrada (2000) hace en mención que “La tendencia reciente en el procesamiento de la papa chaucha, se concentran en productos deshidratados (harinas, hojuelas, gránulos, conglomerados, tajadas secas, y otros productos congelados derivados de la papa), papa pelada, almidón, alcohol y papa precocida”.

Entre los parámetros utilizados por la industria para la selección de cultivares de papa destacan el tamaño y la forma, por ejemplo, para la elaboración de encurtidos tanto en salmuera como en vinagre se utilizan tubérculos de forma redonda y/o comprimida con tamaño de 2.5 cm; recurriendo a tubérculos con las mismas características en forma y tamaño para la elaboración de pre-cocidos enlatados y congelados. Para la elaboración de fritos en hojuela se requiere tubérculos redondos (conocidos también como “papa pareja”) cuyo diámetro oscile entre 4.0 – 8.0 cm, en tanto que para la elaboración de fritos en tiras el requerimiento para forma de tubérculo es obovado con tamaño de 5 cm a más (Ligarreto *et al.* 2003).

El mismo autor menciona que las papas chauchas son utilizadas en el ámbito industrial para el procesamiento como papa entera, precocido para productos enlatados y congelados, encurtido fresco y fermentado, y papa frita en hojuelas y tiras.

Otra de las características para el uso industrial son la ausencia de pigmentos antocianinas y ojos superficiales del tubérculo (Ligarreto y Suarez 2003).

Medina (2009) menciona que este cultivar es de autoconsumo. Una mínima parte se destina al mercado de las ciudades de Chota, Chiclayo y Bambamarca. Los cultivares presentes en los diferentes mercados de la ciudad de Cajamarca son: Huagalina, Huayro, Chiquibonita, Peruanita, Limeña y Chaucha Amarilla, los otros son poco cultivados. Las familias campesinas, emplean los cultivares “chauchas” preferentemente para sopas, por ser espesantes. Los cultivares de zapa negra, zapa blanca y zuela colorada son los más empleados para “fiambre”, en caso de caminatas largas; asimismo los comuneros reconocen a estos cultivares los de mejor sabor. Las papas nativas también se usan en medicina tradicional, para el dolor de cabeza.

### **2.2.7. Rendimiento de cultivares del grupo Phureja.**

Bonilla *et al.* (2009) dicen que los rendimientos reportados en la Agenda Prospectiva de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Cadena Productiva de la Papa Criolla en Colombia, están entre 14 y 25 t ha<sup>-1</sup>. Una de las mayores dificultades expresada por los productores se refiere a los requisitos de calidad que cuando no se cumple genera rechazo que puede estar entre el 5 y el 10 % para el cual no hay un mercado distinto al de alimentación animal del que pueda aprovecharse.

Los productores de Antioquia, lo conforman en su mayoría pequeños agricultores que registran un área cultivada en promedio de 1 a 2.5 hectáreas en donde los rendimientos oscilan entre 12 y 15 t ha<sup>-1</sup>, por otro lado, en la zona centro del departamento de Boyacá los productores principalmente producen papa criolla, en Boyacá se han reportado rendimientos entre 10 y 12 t ha<sup>-1</sup> (Bonilla *et al.* 2009).

Estudios realizados por Seminario *et al.* (2016) hacen mención que en trabajos realizados en el campo experimental del Programa de Raíces y Tubérculos Andinos de la Facultad de Ciencias Agrarias, ubicado en el Servicio Silvo Agropecuario de la Universidad Nacional de Cajamarca a una altitud de 2536 msnm, obtuvieron rendimientos de 22.5 t ha<sup>-1</sup> en promedio de 12 cultivares de papa chaucha (Roja 2, Piña amarilla, Montañera 3, Llanqueja, Bola de potro, Shoga amarilla, Limeña, Amarilla mahuay, Montañera 2, Limeña huachuma, Amarilla, blanca).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación geográfica del experimento

La presente investigación se desarrolló en el área del Servicio Silvo Agropecuario de la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicado a 3.5 Km de la ciudad de Cajamarca, distrito y provincia de Cajamarca a 7° 10' 03" Latitud Sur y 78° 29' 35" Longitud oeste y a una altitud de 2536 msnm.

Las variables meteorológicas durante el periodo de investigación se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Datos meteorológicos registrados durante el período de la investigación.

Factores meteorológicos	Meses (2017-2018)				
	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Precipitación (mm)	168.1	99	126.4	117.3	73.3
Humedad relativa (%)	66	65	66	69	65
Temperatura promedio (°C)	13.4	14.2	14.8	13.5	13
Brillo solar (horas)	5.7	5.5	5.7	3.8	7.5

Fuente: Estación Meteorológica – Augusto Weberbauer, CONVENIO UNC-SENAMHI (2017 - 2018).

#### 3.2. Materiales.

##### 3.2.1. Material biológico

Papa (*Solanum. tuberosum* L. grupo Phureja) cultivar “Amarilla redonda”.

##### 3.2.2. Insumos

- Fertilizantes:

Humus de lombriz

Abono foliar (Stimplex -g)

**Tabla 2.** Composición del abono foliar (Stimplex-g)

Materia orgánica	mínimo 13%
Protocitoquininas (kinetina)	0.01%*
Nitrógeno total	0.35%
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.64%
Potasio soluble (K <sub>2</sub> O)	4.20%
Calcio (Ca)	320 ppm
Magnesio (Mg)	665 ppm
Manganeso (Mn)	375 ppm
Hierro (Fe)	413 ppm
Cobalto (Co)	0.75 ppm
Zinc (Zn)	500 ppm
Cobre (Cu)	25 ppm
Boro (B)	300 ppm
Molibdeno (Mo)	25 ppm
Níquel (Ni)	0.75 ppm
Ingredientes inertes	80%
Total	100%

**\*Basado en actividad biológica****Aminoácidos (g/100 g de proteína)**

Ácido aspártico	0.88
Ácido glutámico	1.16
Alanina	0.71
Arginina	trazas
Cistina	trazas
Fenilalanina	0.56
Glicina	0.88
Histidina	trazas
Isoleucina	0.37
Leucina	0.71
Lisina	0.25
Metionina	0.25
Prolina	0.79
Serina	trazas
Tirosina	0.42
Treonina	trazas
Triptófano	0
Valina	0.62

Fuente: PLM (Panamericana de Libros de Medicina) (2017).

El stimplex-g es un bioestimulante orgánico premium que promueve el crecimiento y desarrollo de plantas saludables. Conteniendo una serie compleja de compuestos bioactivos, aumenta la resistencia al estrés y mejora la salud general de la planta permitiendo que los cultivos alcancen su máximo potencial genético de rendimiento. Es un extracto 100% natural de algas frescas *Ascophyllum nodosum* que no contienen aditivos artificiales. Contiene citoquininas naturales encapsuladas en proteínas específicas (Protohormonas Glycosilicadas) que al ingresar dentro de la planta es liberado por su sistema de regulación natural, actuando eficientemente y dentro de la planta. Puede ser mezclado con la mayoría de plaguicidas, mejorando su penetración y sistemicidad dentro de la planta. Junto con el Agrostemin-GL son recomendados para usos en la producción agrícola orgánica en diversos cultivos, pues cuentan con certificación orgánica Control Unión Perú SAC (PLM 2017).

Además, se usó como fertilización de fondo un fertilizante compuesto, (Compo Master) cuya composición fue 20 N – 20 P – 20 K.

- Insecticidas:  
Tifón 4EC
- Fungicidas:  
Ridomil

### **3.2.3. Herramientas**

- Lampa
- Palana
- Pico
- Manguera
- Mochila de fumigar
- Regla graduada

### **3.2.4. Material de campo**

- Libreta de campo
- Cordel
- Estacas
- Wincha
- Balanza de reloj

- Rafia
- Costales
- Bolsas de plástico
- Tarjetas (Etiquetas)

### **3.2.5. Material y equipo de laboratorio**

- Vernier
- Balanza analítica
- Cuchillo
- Franela
- Bolsas de papel kraft
- Agua destilada
- Beaker
- Estufa

### **3.2.6. Material de Escritorio**

- Cuaderno
- Lápiz
- Lapiceros
- Plumón indeleble
- Papel bond A4\_80
- Tijera

### **3.2.7. Otros**

- Cámara digital fotográfica
- Calculadora
- Impresora
- Laptop

### **3.3. Metodología**

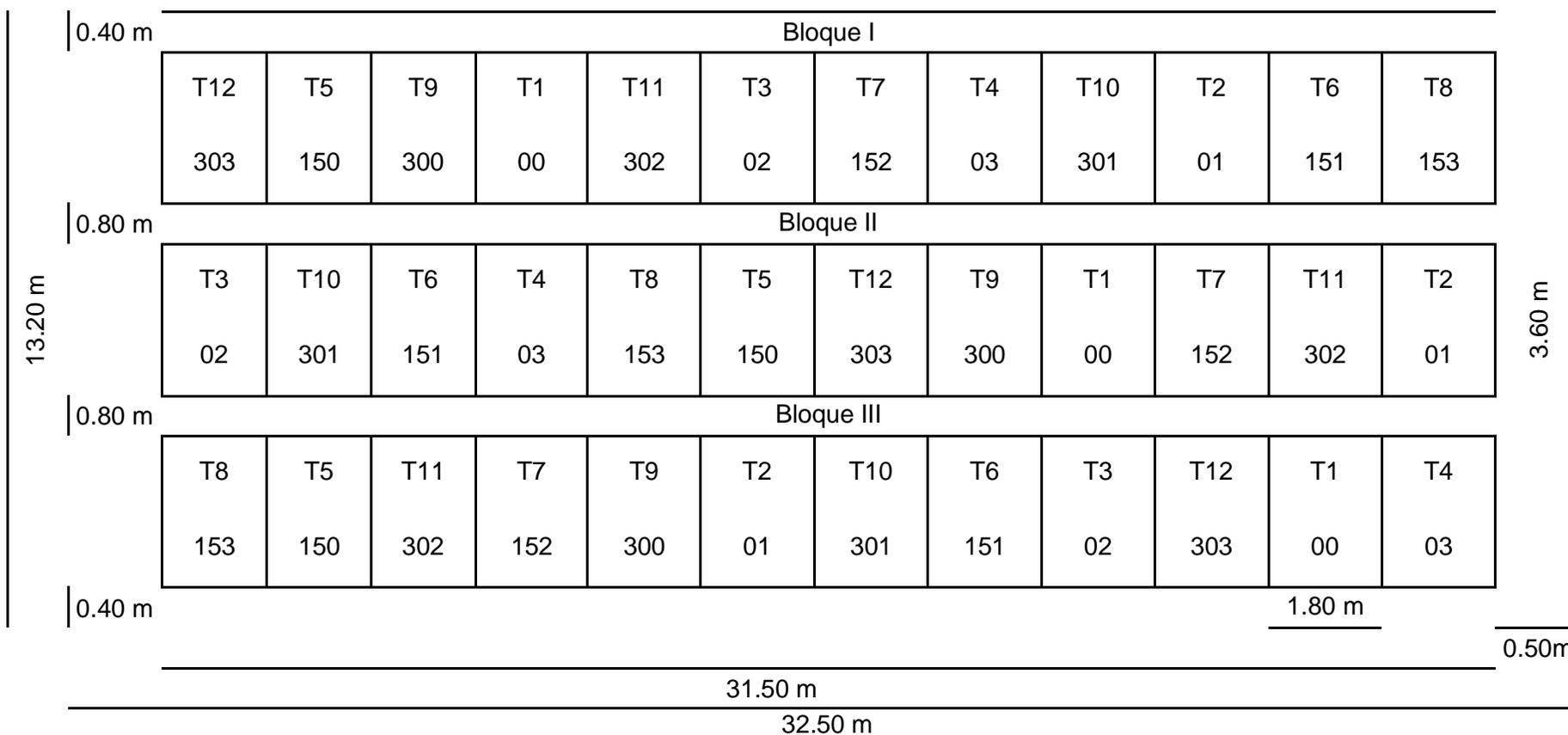
El experimento se realizó entre los meses de diciembre a abril del 2017-2018. La semilla del cultivar de papa (*Solanum tuberosum* L, grupo Phureja) Amarilla redonda, fue proporcionada por el Programa de Raíces y Tubérculos Andinos de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC).

#### **3.3.1. Diseño experimental**

Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con arreglo factorial de 3 niveles de abono orgánico por 4 aplicaciones de abono foliar (3 niveles de humus de lombriz por 4 aplicaciones de stimplex-g), es decir, con un total de 12 tratamientos. El experimento se realizó en un área conformada por tres bloques (repeticiones), cada bloque con 12 tratamientos, cada tratamiento por 3 surcos, cada surco con 10 plantas, haciendo en total 108 surcos. Los distanciamientos aplicados fueron 40 cm entre planta y 90 cm entre surco con una densidad de 27778 plantas por hectárea. Los tratamientos formados fueron conformados por la combinación de factores (Tabla 3, Figura 1) y se distribuyeron al azar en cada bloque.

**Tabla 3.** Factores, niveles y tratamientos en estudio.

Factores	Niveles	Tratamientos (Descripción)	Código	N° Trat.
Abono orgánico (Humus de lombriz)	0 t/ha	0 t ha <sup>-1</sup> de abono orgánico más 0 aplicaciones de abono foliar.	00	T1
	15 t/ha	0 t ha <sup>-1</sup> de abono orgánico más 1 aplicación de abono foliar.	01	T2
	30 t/ha	0 t ha <sup>-1</sup> de abono orgánico más 2 aplicaciones de abono foliar.	02	T3
		0 t ha <sup>-1</sup> de abono orgánico más 3 aplicaciones de abono foliar.	03	T4
Abono foliar (Stimplex-g)	0 aplicaciones	15 t ha <sup>-1</sup> de abono orgánico más 0 aplicaciones de abono foliar	150	T5
		15 t ha <sup>-1</sup> de abono orgánico más 1 aplicación de abono foliar.	151	T6
		15 t ha <sup>-1</sup> de abono orgánico más 2 aplicaciones de abono foliar.	152	T7
	1 aplicación	15 t ha <sup>-1</sup> de abono orgánico más 3 aplicaciones de abono foliar.	153	T8
		30 t ha <sup>-1</sup> de abono orgánico más 0 aplicaciones de abono foliar	300	T9
	3 aplicaciones	30 t ha <sup>-1</sup> de abono orgánico más 1 aplicación de abono foliar.	301	T10
	30 t ha <sup>-1</sup> de abono orgánico más 2 aplicaciones de abono foliar.	302	T11	
	30 t ha <sup>-1</sup> de abono orgánico más 3 aplicaciones de abono foliar.	303	T12	



**Figura 1.** Croquis de distribución de los tratamientos en el campo experimental.

### 3.3.2. Conducción del experimento en campo

La preparación del suelo se realizó 20 días antes de la siembra. Se realizó la aradura, cruza con tracción animal, se desterronó con pico, luego se niveló el terreno con palana y rastrillo, cuya área fue de 438.75 m<sup>2</sup> dividido en tres bloques de 113.40 m<sup>2</sup> cada uno. Un día antes de la siembra, se trazaron los surcos (0.40 m entre planta por 0.90 m entre surco) con los distanciamientos establecidos para el experimento, para evitar inundaciones o encharcamiento, se trazaron los surcos a favor de la pendiente del terreno y se ubicó las estacas con su etiqueta de cada tratamiento.

#### 3.3.2.1. Muestreo de suelo para el análisis

El muestreo se realizó en el campo destinado al experimento, las muestras se tomaron con una palana en diferentes puntos en zigzag, luego estas muestras se mezclaron para homogeneizar y obtener una muestra única (1 kg) para su análisis respectivo. Este análisis se realizó en el laboratorio de suelos del INIA Baños del Inca. Los resultados fueron como se detalla a continuación:

**Tabla 4.** Análisis de suelo de la parcela en estudio

Código de Laboratorio	P Ppm	K Ppm	PH	M.O %	Al meq/100g	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
SU1253-EEBI-17	30.52	300	6.4	1.46	...	44	12	44	Ar

Fuente: INIA-Estación Experimental Baños del Inca (2017).

Según la Tabla 4, el suelo pertenece a la clase textural arcilloso, nivel bajo de materia orgánica, pH ligeramente ácido, nivel de potasio medio y nivel de fósforo alto.

#### 3.3.2.2. Análisis de abono orgánico

Se tomó una muestra del abono orgánico (1 kg de humus) que se utilizó para dicho experimento. El análisis se realizó en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria la Molina. Los resultados fueron como se detalla en la tabla 5.

**Tabla 5.** Análisis de humus de lombriz

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
978		7.47	14.30	25.05	1.88	1.79	2.61	6.46	1.45	9.01	0.21

Fuente: UNALM-Laboratorio de Servicio de Suelos (2018)

### 3.3.2.3. Fertilización y abonamiento orgánico y foliar.

Se usó como fertilización de fondo un fertilizante compuesto, (compo master) cuya composición fue 20 N – 20 P – 20 K. Se aplicó el equivalente a 300 kg ha<sup>1</sup>.

En el momento de la siembra se aplicó el primer factor (fertilizante orgánico: humus de lombriz de tierra) a dosis de 0, 15 y 30 t ha<sup>-1</sup>, según las dosis, se aplicaron 0, 539 y 1079 g/planta en base a 27778 plantas por hectárea y con la distancia considerada en el experimento en 0.90 m entre surcos y 0.40 m entre plantas, se realizó una fertilización localizada (cerca del tubérculo semilla).

La aplicación del segundo factor (abono foliar: stimplex-g) se realizó tres semanas después de la emergencia, al comienzo de la floración y 14 días después del comienzo de la floración. La dosis recomendada del segundo factor fue de 500 mL/200 L de agua, por lo que se aplicaron 0,018 ml/planta.

### 3.3.2.4. Selección de semilla.

Dos días antes de la siembra se realizó la selección de 1080 semillas, esto se hizo con el motivo de elegir semillas de apariencia sana, sin daños físicos. Seguido se realizó el pesado de los tubérculos (34 g/tubérculo en promedio).

### 3.3.2.5. Siembra

Se realizó el día 14 de diciembre del 2017. La distribución de semilla en el campo se realizó de acuerdo al diseño experimental y al croquis del campo experimental. En el surco se colocó un tubérculo por golpe (10 tubérculos por surco), con distanciamientos de 0.40 m entre planta y 0.90 m entre surco (27778 plantas/ha), se sembró en total 1080 tubérculos.

### 3.3.2.6. Riego

Debido a que el cultivar coincidió con la época de lluvias, solo se aplicó tres riegos en el mes de enero del 2018 (18, 24, 30 de enero) por la escasez de lluvias. El riego se realizó en intervalos de 6 días.

### **3.3.2.7. Deshierbo y control de malezas**

El deshierbo se realizó en forma manual a los 34 días después de la siembra (18 de enero del 2018), cuando la planta de papa alcanzó una altura en promedio de 18 a 20 cm, la labor realizada se hizo con el fin de evitar que las malas hierbas transmitan una gran variedad de enfermedades, compitan con la papa en espacio, absorción de nutrientes, luz, agua.

### **3.3.2.8. Aporque**

El aporque se realizó a los 53 días después de la siembra (07/02/2018).

### **3.3.2.9. Control fitosanitario**

Durante el periodo de cultivo se presentó el ataque de plagas como: “pulga saltona” (*Epitrix sp*), “escarabajo de la hoja” (*Diabrotica undecimpunctata*, *Diabrotica speciosa vigens*), para combatirlo se realizó la aplicación de Tifón (ingrediente activo clorpirifos:  $C_9H_{11}Cl_3NO_3PS$ ) a los 34 y 53 días después de la siembra con una dosis de 30 ml/20 l de agua.

Para controlar la rancha (*Phytophthora infestans*) se aplicó Ridomil con ingrediente activo Metalaxil ( $C_{15}H_{21}NO_4$ ) con una dosis de 2 kg/ha.

### **3.3.2.10. Cosecha**

Se realizó en forma manual con pico, el día 16 de abril del 2018, cuando el cultivar alcanzó su madurez comercial, cuando la cáscara de la papa no se pela al friccionar con los dedos. Se cosecharon 8 plantas por tratamiento, descartando las plantas de los extremos de cada tratamiento para evitar el efecto de borde.

## **3.3.3. Evaluaciones realizadas en campo y laboratorio**

### **3.3.3.1. Altura de planta**

La medición se realizó a los 102 días después de la siembra, cuando las plantas alcanzaron el 100 % de floración, momento en el cuál la planta alcanza su máximo desarrollo y crecimiento. La medida se tomó desde la base (nivel del suelo) hasta el ápice de la planta (tallo principal) con ayuda de una regla graduada.

### **3.3.3.2. Número de tallos por planta**

Se realizó a los 102 días después de la siembra, se contó el número de tallos sobre la superficie del suelo por planta (por tratamiento), cuando las plantas alcanzaron el 100 % de floración.

### **3.3.3.3. Número total de tubérculos por planta**

El número total de tubérculos se sacó haciendo la suma de todas las categorías (tanto comercial y no comercial).

### **3.3.3.4. Número de tubérculos comerciales por planta**

Se tomaron 8 plantas por tratamiento y se contabilizó todos los tubérculos con las medidas establecidas con los diámetros entre 2 a 4 (segunda) y mayor de 4 cm (primera).

Rodríguez *et al.* (2009) clasifica a la papa Phureja de acuerdo al diámetro del tubérculo en tres categorías: primera (diámetro >4 cm), segunda (diámetro entre 2 y 4 cm), tercera (diámetro <2 cm).

### **3.3.3.5. Rendimiento total de tubérculos**

El peso total de tubérculos se sacó haciendo la suma de todas las categorías (tanto comercial y no comercial).

### **3.3.3.6. Rendimiento de tubérculos comerciales**

Se pesaron todos los tubérculos que poseen peso y diámetros comerciales (diámetro mayor a 2 cm con el vernier).

### **3.3.3.7. Largo y diámetros de los tubérculos.**

Para la medición de largo y ancho se tomó 100 tubérculos por tratamiento, siendo en total 1200 tubérculos, se realizó con vernier teniendo en cuenta el ápice y la base del tubérculo.

El diámetro ecuatorial 1, es el ancho del tubérculo, se considera el eje transversal máximo.

El diámetro ecuatorial 2, llamado diámetro polar, es la longitud del tubérculo, se considera el eje, base – ápice.

### 3.3.3.8. Materia seca de follaje y del tubérculo

Para obtener la materia seca del follaje se tomaron dos plantas por tratamiento y se los colocó en bolsas plásticas para ser llevados al laboratorio. En el laboratorio se los pesó a cada tratamiento para tener primero el peso fresco, luego se los cortó en trozos pequeños y se los ubicó en bolsas de papel Kraff para ser puestos en la estufa a 105 °C por 48 horas, cumplido el tiempo se sacó las muestras para pesarlos, obteniéndose así el peso seco.

Para la materia seca de tubérculos, se tomaron 6 tubérculos por tratamiento que en total sumaron 72 tubérculos por 12 tratamientos, se lavaron, luego se secó con una franela, se pesaron y este dato se anotó como peso fresco. Cada tubérculo se cortó en trozos pequeños, se colocó en bolsas de papel Kraff y se pusieron en la estufa a 105 °C por 48 horas. El porcentaje de materia seca del follaje y tubérculo se obtuvo mediante la fórmula:

$$\text{MST (\%)} = \frac{\text{peso seco}}{\text{peso fresco}} \times 100$$

### 3.3.3.9. Gravedad específica (GE).

Para gravedad específica (GE) se tomó 5 muestras de tubérculos al azar por tratamiento, siendo en total 60 tubérculos por 12 tratamientos, de cada una de las categorías determinadas. Primero se pesó el tubérculo en aire, luego se pesó el agua, seguido se pesó el tubérculo en agua. Para obtener el resultado se dividió el tubérculo que se pesó en el aire con la diferencia del peso del tubérculo en agua menos el agua.

La fórmula utilizada para la gravedad específica, es la de Thompson (1998).

$$GE = \frac{W_{\text{Cuerpo}}}{P_{\text{Agua}} - W_{\text{Agua}}}$$

**Donde:**

$W_{\text{Cuerpo}}$  = Peso del cuerpo

$W_{\text{Agua}}$  = Peso del agua

$P_{\text{Agua}}$  = peso del cuerpo en el agua

GE = Gravedad específica

Ejemplo de gravedad específica:

$$W_{\text{cuerpo}} = 46.62 \text{ g}$$

$$W_{\text{agua}} = 400.04 \text{ g}$$

$$P_{\text{Agua}} = 446.66 \text{ g}$$

Solución

$$P_{\text{Agua}} - W_{\text{Agua}} = 446.66 \text{ g} - 400.04 \text{ g} = 46.62 \text{ g}$$

Empleando la formula se tiene:

$$GE = \frac{46.62}{46.62} = 1$$

### 3.3.3.10. Índice de cosecha (IC)

Alvarado y Ramírez (2016) hacen mención que el IC es una medida importante de productividad, derivada de la materia seca en la planta o coeficientes de migración, ya que está definido como el porcentaje que representa la materia seca del órgano cosechable o de interés comercial con respecto a la materia seca total de la planta.

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

### 3.4. Procesamiento y análisis de datos

Los datos obtenidos en las evaluaciones de campo y laboratorio fueron ordenados, clasificados y agrupados en una hoja de excel de acuerdo a las exigencias de los análisis. Primero, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existen diferencias estadísticas para la interacción de los factores o para los efectos independientes de cada factor. De acuerdo a la prueba, en los casos en donde se encontró diferencias estadísticas entre tratamientos, se realizó la prueba de rango múltiple de Duncan, considerando el coeficiente de variación.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1. Análisis de la respuesta del cultivar de papa (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) Amarilla Redonda, al abonamiento orgánico y foliar.

##### 4.1.1. Altura de planta.

##### 4.1.1.1. Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta.

En el análisis de varianza para la altura de planta (Tabla 6) no se encontró significación estadística para la interacción de los factores (Humus de lombriz por aplicación de stimplex-g), dado que, el valor de significación (p-valor = 0.6674) 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 la aplicación no se encontró significación estadística, dado que, el valor de significación para ambas fuentes de variación es mayor al 0.05, este resultado indica que la altura de planta se debe al propio material experimental (semilla de papa).

El coeficiente de variación (CV = 13.96 %) 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 la altura de planta.

En la Figura 2, se observa que la altura de planta varió de 61.9 cm (T5: 15 t ha<sup>-1</sup> de humus más 0 aplicaciones de abono foliar) y 76.1 cm (T1: 0 t ha<sup>-1</sup> de humus más 0 aplicaciones de abono foliar).

Los resultados obtenidos en la presente investigación se encuentran dentro del rango mencionado por Rojas (2013) obtuvo alturas de 60.65 cm y 81.87 cm por planta (cultivar Huagalina y Amarilla mahuay). Villanueva (2016) obtuvo alturas de 52.83 cm y 72.90 cm por planta de papa (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja). Seminario *et al.* (2017) obtuvo alturas de 20.3 a 75.9 cm en papa phureja.

Tapia (2017) manifiesta que en su trabajo de investigación realizado en papa del grupo Phureja obtuvo tallos con altura máxima de 67.1 cm en el cultivar

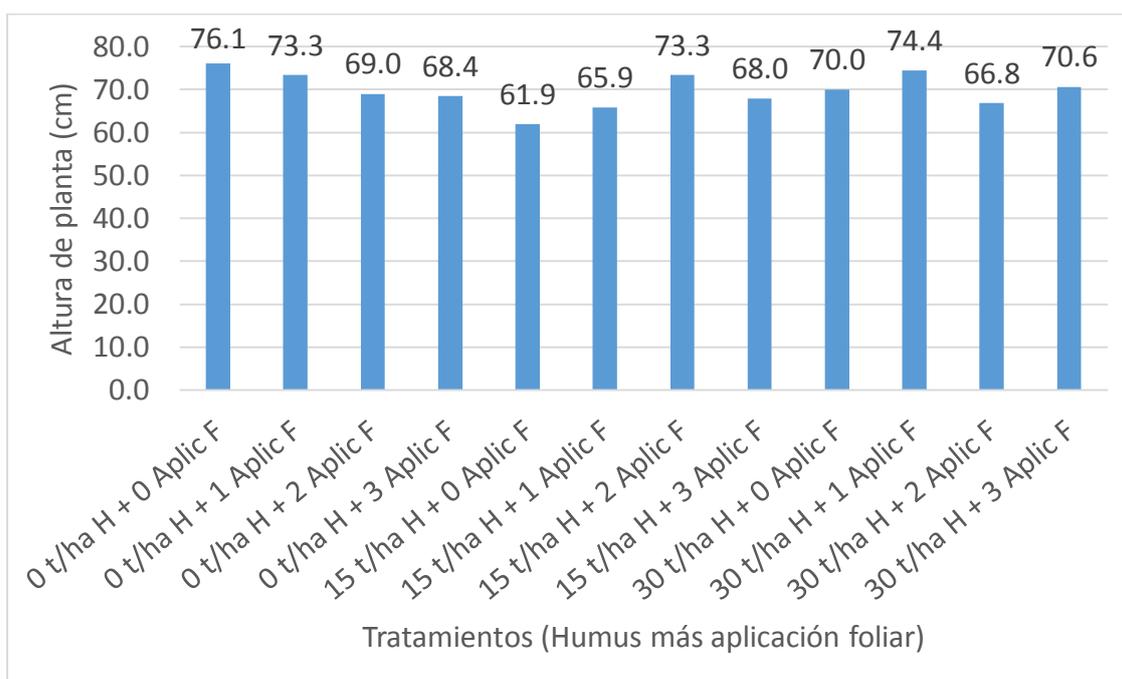
Ecuatoriana y altura mínima de 42.3.cm en el cultivar Perricholi, datos que se asemejan a la presente investigación.

**Tabla 6.** Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloques	513.5	2	256.75	2.7 NS	0.0892
Humus (H)	126.77	2	63.38	0.67 NS	0.5233
Aplicación (F)	25.18	3	8.39	0.09 NS	0.9657
H*F	387.6	6	64.6	0.68 NS	0.6674
Error	2090.19	22	95.01		
Total	3143.23	35			

NS = No Significativo

**CV = 13.96 %**



**Figura 2.** Altura de planta en el cultivar de papa (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) Amarilla redonda con tres aplicaciones de humus de lombriz por cuatro aplicaciones de simplex-g.

#### **4.1.2. Número de tallos**

##### **4.1.2.1. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de tallos**

En el análisis de varianza para el número de tallos (Tabla 7) no se encontró significación estadística para la interacción de los factores (Humus por aplicación de stimplex-g), dado que, el valor de significación (p-valor = 0.76) es mayor al 0.05, este resultado indica que el número de tallos, no está afectado por la interacción de los factores. Para el humus y la aplicación de stimplex-g no se encontró significación estadística, dado que, el valor de significación para ambas fuentes de variación es mayor al 0.05, este resultado indica que el número de tallos se debe al propio material experimental (semilla de papa).

El coeficiente de variación (CV = 10.05 %) 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 número de tallos.

En la Figura 3, se observa que el número de tallos varió de 2.8 (T2: 0 t ha<sup>-1</sup> humus más 1 aplicación de abono foliar) a 3.9 (T7: 15 t ha<sup>-1</sup> humus más 2 aplicaciones de abono foliar).

Los datos obtenidos en la presente investigación están dentro del rango que menciona Villanueva (2016) que el promedio para el número de tallos en papa phureja es de 2.8 (cultivar Amarilla mahuay) a 5.6 (cultivar Perricholi).

Los resultados de asemejan a los que Rojas y Seminario (2014) hacen mención que en un trabajo realizado en papa phureja encontraron número promedio de tallos por planta de 6.57 en el cultivar Huagalina y 3.40 en el cultivar Amarilla. Del mismo modo mencionan que la variación de tallos depende del cultivar, del estado fisiológico del tubérculo semilla al momento de la siembra y de la densidad de plantación.

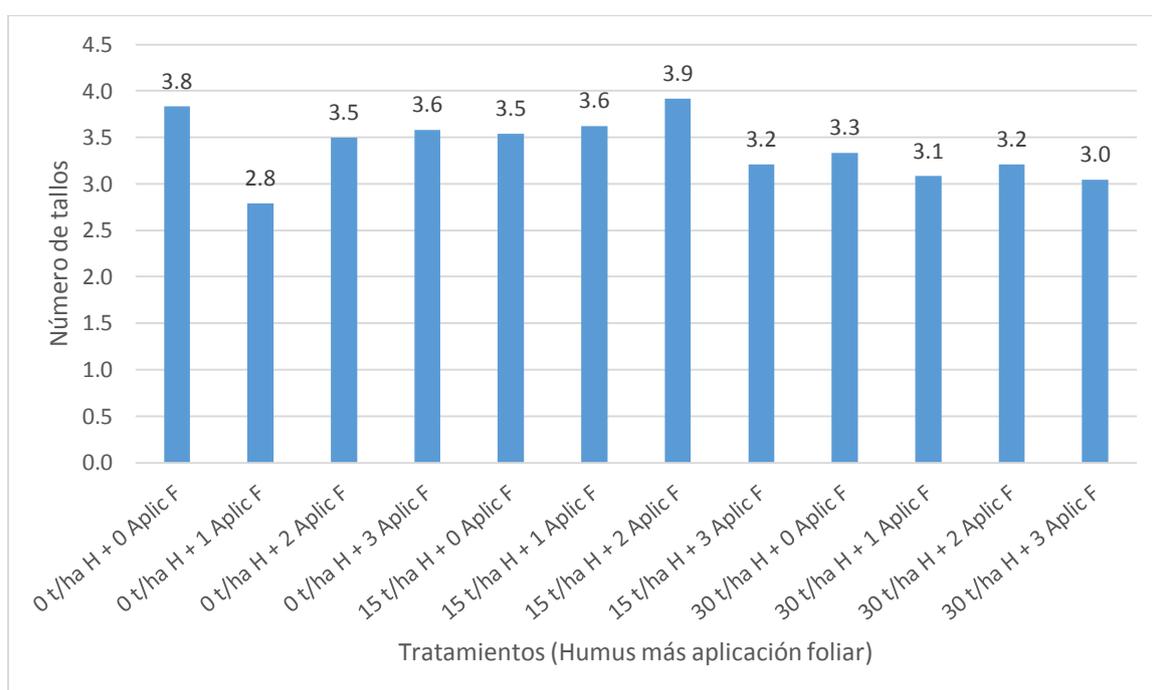
Seminario *et al.* (2016) hacen mención que el número de tallos se debe al carácter genético influenciado por las condiciones ambientales y por la edad post cosecha del tubérculo al momento de la siembra.

**Tabla 7.** Análisis de varianza (ANOVA) para el número de tallos.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F Calculada	p-valor
Bloque	0.07	2	0.04	1.08 NS	0.36
Humus (H)	0.07	2	0.03	0.97 NS	0.40
Aplicación (F)	0.09	3	0.03	0.84 NS	0.49
H*F	0.11	6	0.02	0.55 NS	0.76
Error	0.75	22	0.03		
Total	1.08	35			

NS = No Significativo

**CV = 10.05 %**



**Figura 3.** Número promedio de tallos por planta en el cultivar de papa (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) Amarilla redonda con tres aplicaciones de humus de lombriz por cuatro aplicaciones de simplex-g.

### **4.1.3. Número total de tubérculos**

#### **4.1.3.1. Análisis de varianza (ANOVA) para el número total de tubérculos**

En el análisis de varianza para el número total de tubérculos (Tabla 8) no se encontró significación estadística para la interacción de los factores (Humus por aplicación de stimplex-g), dado que, el valor de significación (p-valor = 0.18) es mayor al 0.05, este resultado indica que el número total de tubérculos, no está afectado por la interacción de los factores. Para el humus y la aplicación de stimplex-g no se encontró significación estadística, dado que, el valor de significación para ambas fuentes de variación es mayor al 0.05, este resultado indica que el número total de tubérculos se debe al propio material experimental (semilla de papa).

El coeficiente de variación (CV = 10.72 %) 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 el número total de tubérculos.

En la Figura 4, se observa que número total de tubérculos varió de 18 (T2: 0 t ha<sup>-1</sup> de humus más 1 aplicación de abono foliar y T5: 15 t ha<sup>-1</sup> de humus más 0 aplicaciones de abono foliar), a 28 (T1: 0 t ha<sup>-1</sup> de humus más 0 aplicaciones de abono foliar y T4: 0 t ha<sup>-1</sup> de humus más 3 aplicaciones de abono foliar).

Rojas (2013) hace mención que obtuvo como máximo 23.57 tubérculos por planta de papa en el cultivar Roja 2 y como mínimo 9.46 tubérculos en el cultivar Huagalina. Resultado que se asemeja a la presente investigación.

Los resultados obtenidos en la presente investigación están dentro del rango mencionados por Seminario *et al.* (2016) obtuvieron 8.5 tubérculos de papa en el cultivar Bola de potro y 66.3 tubérculos en el cultivar Blanca. Villanueva (2016) hace mención que obtuvo como máximo 49.2 tubérculos en el cultivar Blanca amarilla y como mínimo 12.2 tubérculos en el cultivar Amarilla mahuay. Seminario *et al.* (2017) obtuvieron promedios de 9 y 22 tubérculos por planta (Pierna de viuda 2 y Porpora), el cual varió de 9 a 35 tubérculos por planta.

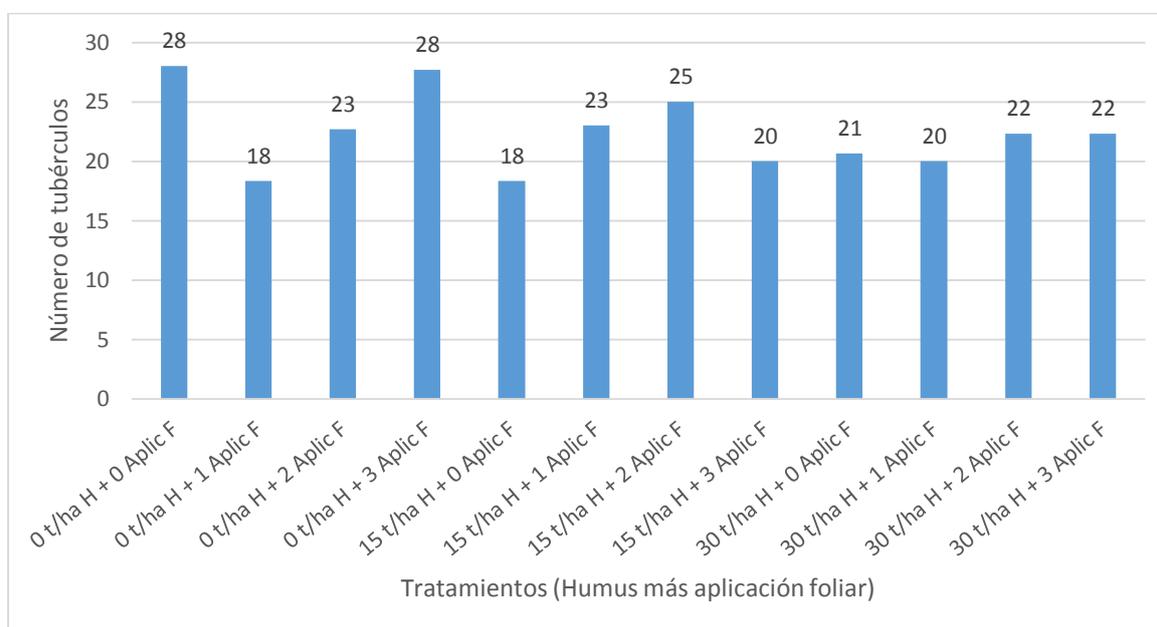
Seminario *et al.* (2016) hacen mención que el número de tubérculos se debe al propio carácter genético del cultivar y al mismo tiempo está altamente influenciado por el ambiente.

**Tabla 8.** Análisis de varianza (ANOVA) para el número total tubérculos.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloques	2.49	2	1.24	4.91 *	0.02
Humus (H)	0.64	2	0.32	1.26 NS	0.30
Aplicación (F)	0.56	3	0.19	0.74 NS	0.54
H*F	2.50	6	0.42	1.64 NS	0.18
Error	5.57	22	0.25		
Total	11.76	35			

\* Significativo, NS = No Significativo

CV = 10.72 %



**Figura 4.** Número total de tubérculos por planta en el cultivar de papa (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) Amarilla redonda con tres aplicaciones de humus de lombriz por cuatro aplicaciones de stimplex-g.

#### **4.1.4. Número de tubérculos comerciales por planta**

##### **4.1.4.1. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de tubérculos comerciales.**

En el análisis de varianza para el número total de tubérculos (Tabla 9) no se encontró significación estadística para la interacción de los factores (Humus por aplicación de stimplex-g), dado que, el valor de significación ( $p$ -valor = 0.2581) es mayor al 0.05, este resultado indica que el número de tubérculos comerciales, no está afectado por la interacción de los factores. Para el humus y la aplicación de stimplex no se encontró significación estadística, dado que, el valor de significación para ambas fuentes de variación es mayor al 0.05. Este resultado indica que el número de tubérculos comerciales se debe al propio material experimental (semilla de papa).

El coeficiente de variación ( $CV = 9.76 \%$ ) 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 el número de tubérculos comerciales.

En la Figura 5, se observa que el número de tubérculos comerciales varió de 15 (T5:  $15 \text{ t ha}^{-1}$  de humus más 0 aplicaciones de abono foliar) hasta 23 (T1:  $0 \text{ t ha}^{-1}$  de humus más 0 aplicaciones de abono foliar).

Los resultados obtenidos en la presente investigación difieren a los resultados mencionados por los siguientes autores:

Villanueva (2016) hace mención que obtuvo como máximo promedio 13.20 tubérculos comerciales por planta en el cultivar Blanca amarilla y como mínimo 4.18 tubérculos por planta en el cultivar Amarilla.

Rojas (2013) obtuvo como máximo promedio 4.20 tubérculos comerciales por planta en el cultivar Chimbina, y como mínimo 2.03 tubérculos por planta en el cultivar Huagalina.

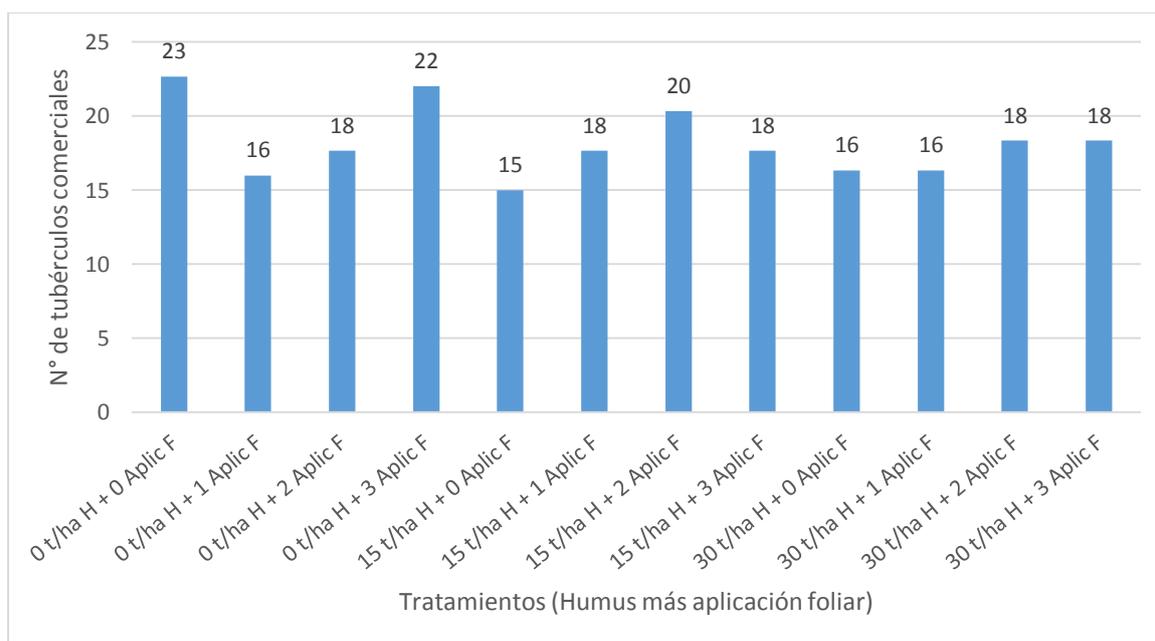
Seminario *et al.* (2016) obtuvieron en promedio 12.9 tubérculos comerciales por planta, siendo el mayor valor de 17.7 tubérculos en el cultivar Roja 2 y con el menor valor de 6.6 tubérculos por planta en el cultivar Bola de potro.

**Tabla 9.** Análisis de varianza (ANOVA) para el número de tubérculos comerciales.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloques	0.98	2	0.49	2.85 NS	0.0795
Humus (H)	0.47	2	0.23	1.37 NS	0.2757
Aplicación (F)	0.49	3	0.16	0.95 NS	0.4321
H*F	1.44	6	0.24	1.4 NS	0.2581
Error	3.77	22	0.17		
Total	7.15	35			

NS = No significativo

**CV = 9.76 %**



**Figura 5.** Número de tubérculos comerciales por planta en el cultivar de papa (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) Amarilla redonda con tres aplicaciones de humus de lombriz por cuatro aplicaciones de simplex-g.

#### **4.1.5. Rendimiento total de tubérculos**

##### **4.1.5.1. Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento total de tubérculos.**

En el análisis de varianza para el rendimiento total (Tabla 10) se encontró significación estadística para la interacción de los factores (Humus por aplicación de stimplex-g), dado que, el valor de significación (p-valor = 0.0394) es menor al 0.05, este resultado indica que el rendimiento total está afectado por la interacción de los factores (humus por aplicaciones foliares).

El coeficiente de variación (CV = 19.28 %) 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 el rendimiento total.

Al realizar la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad (Tabla 11 y Figura 6), se observa que se han formado 3 grupos (A, B y C). Los rendimientos del primer grupo "A", oscilan entre 15.44 t ha<sup>-1</sup> (15 t ha<sup>-1</sup> de humus más tres aplicaciones de abono foliar) y 20.85 t ha<sup>-1</sup> (15 t ha<sup>-1</sup> de humus más dos aplicaciones de abono foliar), no existe diferencia significativa entre los rendimientos de este grupo de tratamientos. Los rendimientos del segundo grupo "B", oscilan entre 13.84 t ha<sup>-1</sup> (30 t ha<sup>-1</sup> de humus más 0 aplicaciones de abono foliar) y 19.07 t ha<sup>-1</sup> (0 t ha<sup>-1</sup> de humus 0 aplicaciones de abono foliar), no existe diferencia significativa entre los rendimientos de este grupo de tratamientos. Los rendimientos del tercer grupo "C", oscilan entre 12.36 t ha<sup>-1</sup> (15 t ha<sup>-1</sup> de humus más 0 aplicaciones abono foliar) y 16.69 t ha<sup>-1</sup> (30 t ha<sup>-1</sup> de humus más 1 aplicación de abono foliar), no existe diferencia significativa entre los rendimientos de este grupo de tratamientos.

En conclusión, los mayores rendimientos de tubérculos se encuentran en el grupo A, cuyos valores oscilan entre 15.44 t ha<sup>-1</sup> (15 t ha<sup>-1</sup> de humus más tres aplicaciones de abono foliar) y 20.85 t ha<sup>-1</sup> (15 t ha<sup>-1</sup> de humus más dos aplicaciones de abono foliar).

Los resultados obtenidos en la presente investigación están dentro del rango del tercer grupo que mencionan Seminario *et al.* (2018) quienes obtuvieron rendimientos con el primer grupo de 21,8 t ha<sup>-1</sup> a 27,8 t ha<sup>-1</sup> (Limeña huachuma,

Blanca amarilla, Llanqueja, Amarilla redonda y Piña amarilla), el segundo grupo de 20 t ha<sup>-1</sup> a 24,9 t ha<sup>-1</sup> (Llanqueja, Amarilla redonda, Piña amarilla y blanca), el tercer grupo de 16,8 t ha<sup>-1</sup> a 23,3 t ha<sup>-1</sup> (Amarilla redonda, Piña amarilla, Blanca, Oque-2 y Amarilla mahuay), el cuarto grupo de 15 t ha<sup>-1</sup> a 21,8 t ha<sup>-1</sup> (Piña amarilla, Blanca, Oque-2, Amarilla mahuay, Chachapoyana-2 y Shoga amarilla) y el quinto grupo menos de 14,2 t ha<sup>-1</sup> (Perricholi, Chachapoyana-1, Limeña, Guayaquil-1 y Amarilla).

Seminario *et al.* (2016) obtuvieron rendimientos en promedio de 22.5 t ha<sup>-1</sup>, siendo el mayor rendimiento de 31.6 t ha<sup>-1</sup> en el cultivar Roja 2 y el menor rendimiento de 10.4 t ha<sup>-1</sup> en el cultivar Montañera 2. Villanueva (2016) obtuvo los mayores rendimientos de 27.8 t ha<sup>-1</sup>, 27.5 t ha<sup>-1</sup> en los cultivares Blanca Amarilla, Limeña Huachuma y el menor rendimiento de 7.3 t ha<sup>-1</sup> en el cultivar Amarilla. Tapia (2017) obtuvo el más alto rendimiento de 41.5 t ha<sup>-1</sup>, 38.19 t ha<sup>-1</sup> y 36.8 t ha<sup>-1</sup> en los cultivares Montañera 3, Limeña huachuma y Roja 2, y el menor rendimiento en el cultivar Pimpinela con 6.3 t ha<sup>-1</sup>. Resultados que también están dentro del rango de la presente investigación.

Rojas y Seminario (2014) obtuvieron rendimientos de 5 t ha<sup>-1</sup> (Huagalina) a 11.5 t ha<sup>-1</sup> en el cultivar Amarilla mahuay con una media de 8,6 t ha<sup>-1</sup>. Seminario *et al.* (2018) obtuvieron rendimientos de 7 t ha<sup>-1</sup> del cultivar Amarilla redonda (0.90x0.40 m, y 10 t ha<sup>-1</sup> de humus) y 14 t ha<sup>-1</sup> del cultivar Limeña huachuma (0.90 x 0.40 m y 10 t ha<sup>-1</sup> de humus). Resultados que son inferiores a los de la presente investigación.

Este resultado en cual, entre el mejor tratamiento (15 t ha<sup>-1</sup> más 2 aplicaciones de bioestimulante) con el resto de tratamientos y sobre todo con el testigo, indican que esta papa muestra poca respuesta a los insumos externos, especialmente en lo relacionado a abonos, fertilizantes. Autores como Luna *et al.* (2015); Muñoz y Lucero (2008); han indicado que la papa phureja tiene poca respuesta a estos insumos y por eso recomiendan dosis bajas de fertilizante. Por otro lado, tomando en cuenta estos resultados es recomendable continuar las investigaciones que involucren estos insumos para tener la certeza de su respuesta y derivar conclusiones más confiables.

**Tabla 10.** Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento total.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloques	67.31	2	33.66	3.42 NS	0.051
Humus (H)	10.46	2	5.23	0.53 NS	0.5954
Aplicación (F)	20.74	3	6.91	0.7 NS	0.5609
H*F	160.73	6	26.79	2.72 *	0.0394
Error	216.64	22	9.85		
Total	475.87	35			

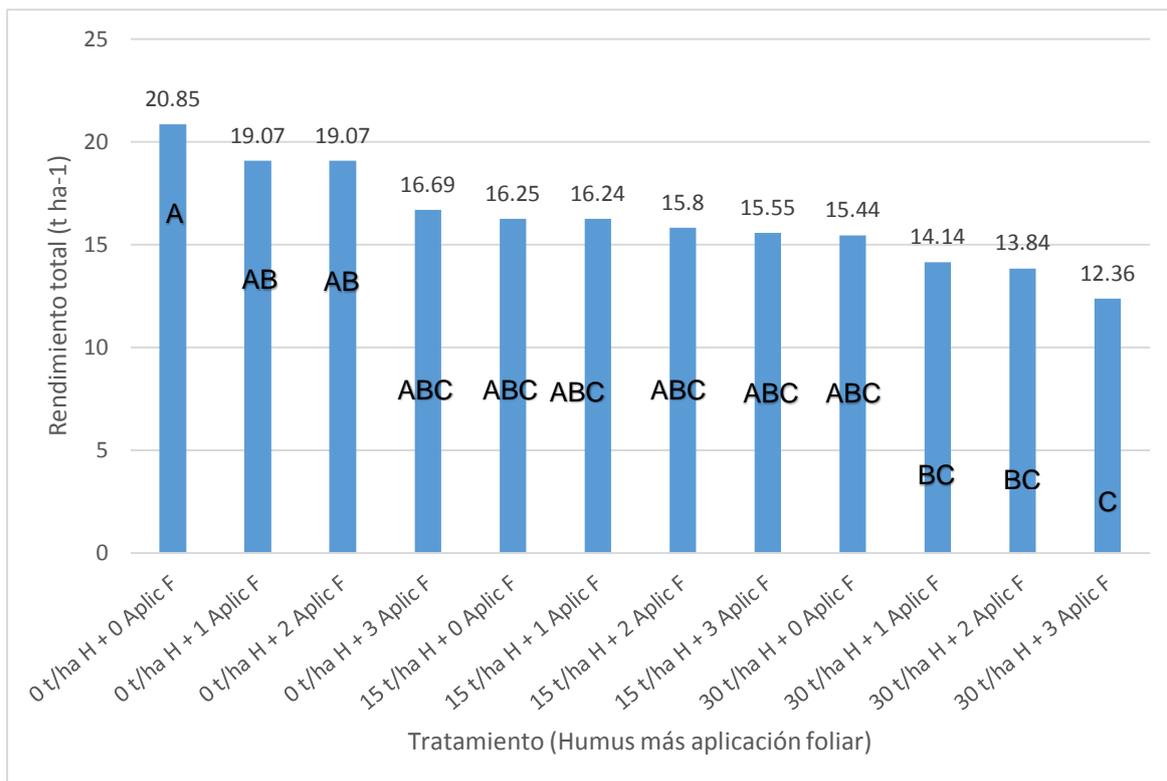
NS = No Significativo, \* Significativo

**CV = 19.28 %**

**Tabla 11.** Prueba de significación de Duncan al 5% de probabilidad para el rendimiento total de tubérculos.

Tratamiento (Humus más aplicación de abono foliar)	Rendimiento total (t ha <sup>-1</sup> )	Significación al 5 %		
15 t ha <sup>-1</sup> H + 2 Aplic F	20.85	A		
0 t ha <sup>-1</sup> H + 0 Aplic F	19.07	A	B	
0 t ha <sup>-1</sup> H + 3 Aplic F	19.07	A	B	
30 t ha <sup>-1</sup> H + 1 Aplic F	16.69	A	B	C
15 t ha <sup>-1</sup> H + 1 Aplic F	16.25	A	B	C
30 t ha <sup>-1</sup> H + 2 Aplic F	16.24	A	B	C
30 t ha <sup>-1</sup> H + 3 Aplic F	15.8	A	B	C
0 t ha <sup>-1</sup> H + 1 Aplic F	15.55	A	B	C
15 t ha <sup>-1</sup> H + 3 Aplic F	15.44	A	B	C
0 t ha <sup>-1</sup> H + 2 Aplic F	14.14		B	C
30 t ha <sup>-1</sup> H + 0 Aplic F	13.84		B	C
15 t ha <sup>-1</sup> H + 0 Aplic F	12.36			C

H = humus; F = abono foliar (stimplex-g)



**Figura 6.** Rendimiento total de tubérculos por hectárea en el cultivar de papa (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) Amarilla redonda con tres aplicaciones de humus de lombriz por cuatro aplicaciones de simplex-g.

#### 4.1.6. Rendimiento de tubérculos comerciales

##### 4.1.6.1. Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento de tubérculos comerciales.

En el análisis de varianza para el rendimiento comercial (Tabla 12) se encontró significación estadística para la interacción de los factores (humus por aplicación de simplex-g), dado que, el valor de significación ( $p$ -valor = 0.0427) es menor al 0.05, este resultado indica que el rendimiento de tubérculos comerciales está afectado por la interacción de los factores (humus por aplicaciones foliares).

El coeficiente de variación ( $CV = 19.51\%$ ) 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 el rendimiento total.

Al realizar la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad (Tabla 13 y Figura 7), se observa que se han formado 3 grupos (A, B y C). Los rendimientos del primer grupo "A", oscilan entre  $15.3 \text{ t ha}^{-1}$  ( $15 \text{ t ha}^{-1}$  de humus más 3 aplicaciones de

abono foliar) y 20.6 t ha<sup>-1</sup> (15 t ha<sup>-1</sup> de humus más 2 aplicaciones de abono foliar), no existe diferencia significativa entre los rendimientos de este grupo de tratamientos. Los rendimientos del grupo “B”, oscilan entre 13.6 t ha<sup>-1</sup> (30 t ha<sup>-1</sup> de humus más 0 aplicaciones abono foliar) y 18.7 t ha<sup>-1</sup> (0 t ha<sup>-1</sup> de humus más 0 aplicaciones de abono foliar), no existe diferencia significativa entre los rendimientos de este grupo de tratamientos. Los rendimientos del grupo “C”, oscilan entre 12.2 t ha<sup>-1</sup> (15 t ha<sup>-1</sup> de humus más 0 aplicaciones de abono foliar) y 16.4 t ha<sup>-1</sup> (30 t ha<sup>-1</sup> de humus más 1 aplicación de abono foliar), no existe diferencia significativa entre los rendimientos de este grupo de tratamientos.

En conclusión, los mayores rendimientos de tubérculos comerciales se encuentran en el grupo A, cuyos valores oscilan entre 15.3 t ha<sup>-1</sup> (15 t ha<sup>-1</sup> de humus más 3 aplicaciones de abono foliar) y 20.6 t ha<sup>-1</sup> (15 t ha<sup>-1</sup> de humus más 2 aplicaciones de abono foliar).

Rojas (2013) obtuvo rendimientos de 104.87 a 314.48 g de tubérculos comerciales por planta de papa (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja), transformando a toneladas por hectárea equivale a 2.91 t ha<sup>-1</sup> y 8.74 t ha<sup>-1</sup>. Datos que difieren de la presente investigación.

Los resultados de la presente investigación están dentro del rango que mencionan Seminario *et al.* (2016) al evaluar rendimientos en tubérculos de primera encontraron en promedio 727.9 g por planta, con valores máximos de 1008.2 g y con valores mínimos de 354.2 g por planta que transformados a toneladas por hectárea tienen equivalencia de 20.22 t ha<sup>-1</sup> en promedio (28.00 t ha<sup>-1</sup> como valor máximo y 9.84 t ha<sup>-1</sup> como valor mínimo) con los cultivares Roja 2 y Montañera 2. Tapia (2017) en papa (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) obtuvo rendimiento 187.5 g (Cultivar pimpinela) y 1172.5 g (Montañera 3) por planta en promedio, transformando a toneladas por hectárea equivalen a 5.21 t ha<sup>-1</sup> y 32.57 t ha<sup>-1</sup>.

Villanueva (2016) obtuvo resultados más altos en peso del cultivar Limeña Huachuma con promedio de (805.4 g), seguido por el cultivar Blanca Amarilla con un promedio (805.2 g), y el resultado con menor peso fue el cultivar Guayaquil 1 (163 g) de tubérculos comerciales por planta. Convertidos a tonelada por hectárea vienen a ser 22.37 t ha<sup>-1</sup> y 4.53 t ha<sup>-1</sup>.

Santamaría *et al.* (2010) hacen mención que el peso total de tubérculos por planta con propósitos comerciales, es la variable más importante debido a que muestra el potencial productivo del cultivo.

**Tabla 12.** Análisis de varianza (ANOVA) para el peso de tubérculos comerciales.

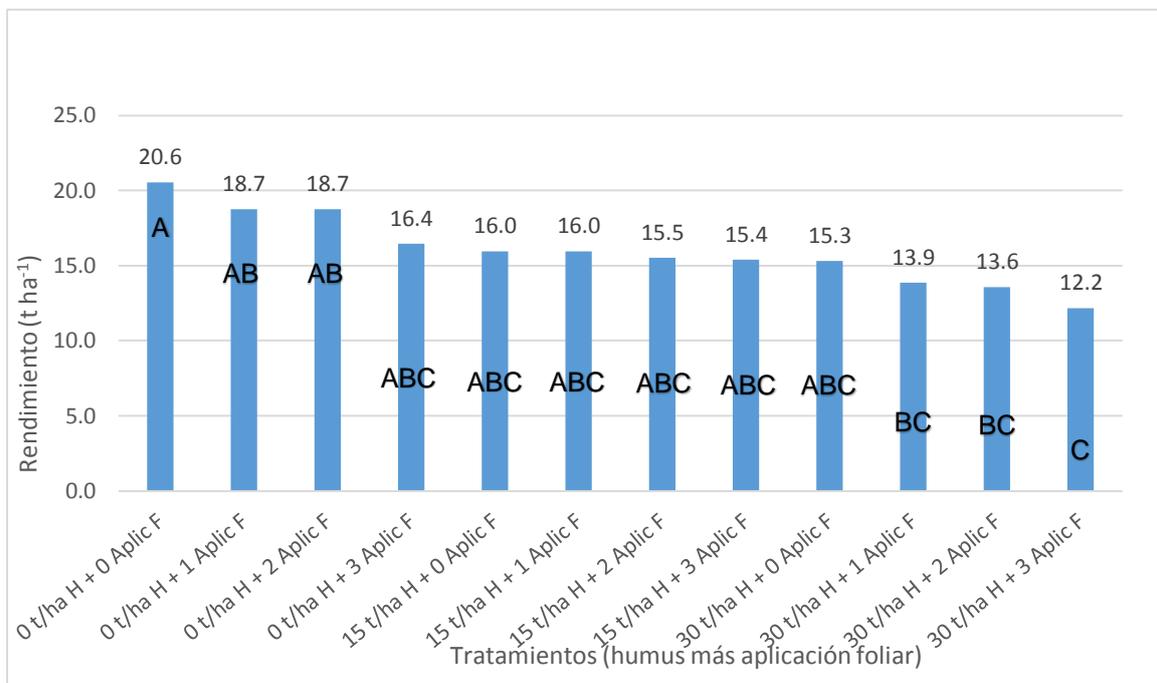
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloques	62.42	2	31.21	3.2 NS	0.0605
Humus (H)	10.31	2	5.15	0.53 NS	0.5972
Aplicación (F)	20.65	3	6.88	0.7 NS	0.5593
H*F	156.01	6	26	2.66 *	0.0427
Error	214.81	22	9.76		
Total	464.18	35			

NS = No Significativo, \* Significativo

**CV = 19.51 %**

**Tabla 13.** Prueba de significación de Duncan al 5% de probabilidad para el rendimiento de tubérculos comerciales.

Tratamiento (Humus más aplicación de abono foliar)	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )	Significación al 5 %		
15 t ha <sup>-1</sup> H + 2 Aplic F	20.6	A		
0 t ha <sup>-1</sup> H + 0 Aplic F	18.7	A	B	
0 t ha <sup>-1</sup> H + 3 Aplic F	18.7	A	B	
30 t ha <sup>-1</sup> H + 1 Aplic F	16.4	A	B	C
30 t ha <sup>-1</sup> H + 2 Aplic F	16.0	A	B	C
15 t ha <sup>-1</sup> H + 1 Aplic F	16.0	A	B	C
30 t ha <sup>-1</sup> H + 3 Aplic F	15.5	A	B	C
0 t ha <sup>-1</sup> H + 1 Aplic F	15.4	A	B	C
15 t ha <sup>-1</sup> H + 3 Aplic F	15.3	A	B	C
0 t ha <sup>-1</sup> H + 2 Aplic F	13.9		B	C
30 t ha <sup>-1</sup> H + 0 Aplic F	13.6		B	C
15 t ha <sup>-1</sup> H + 0 Aplic F	12.2			C



**Figura 7.** Rendimiento de tubérculos comerciales por hectárea en el cultivar de papa (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) Amarilla redonda con tres aplicaciones de humus de lombriz por cuatro aplicaciones de simplex-g.

#### 4.1.7. Largo y diámetro de los tubérculos.

Al observar en la Figura 8 y Tabla 14, nos indica que la altura varía de 3.1 cm (T3: 0 t ha<sup>-1</sup> de humus más 2 aplicaciones de abono foliar) a 3.7 cm (T2: 0 t ha<sup>-1</sup> de humus más 1 aplicación de abono foliar, T7: 15 t ha<sup>-1</sup> de humus más 2 aplicaciones de abono foliar y T10: 30 t ha<sup>-1</sup> de humus más 1 aplicaciones de abono foliar), para el diámetro mayor varía de 3.8 cm (T1: 0 t ha<sup>-1</sup> de humus más 0 aplicaciones de abono foliar y T3: 0 t ha<sup>-1</sup> de humus más 2 aplicaciones de abono foliar) a 4.5 cm (T7: 15 t ha<sup>-1</sup> de humus más 2 aplicaciones de abono foliar) y para el diámetro menor varía de 3.4 cm (T3: 0 t ha<sup>-1</sup> de humus más 2 aplicaciones de abono foliar) a 4.2 cm (T7: 15 t ha<sup>-1</sup> de humus más 2 aplicaciones de abono foliar).

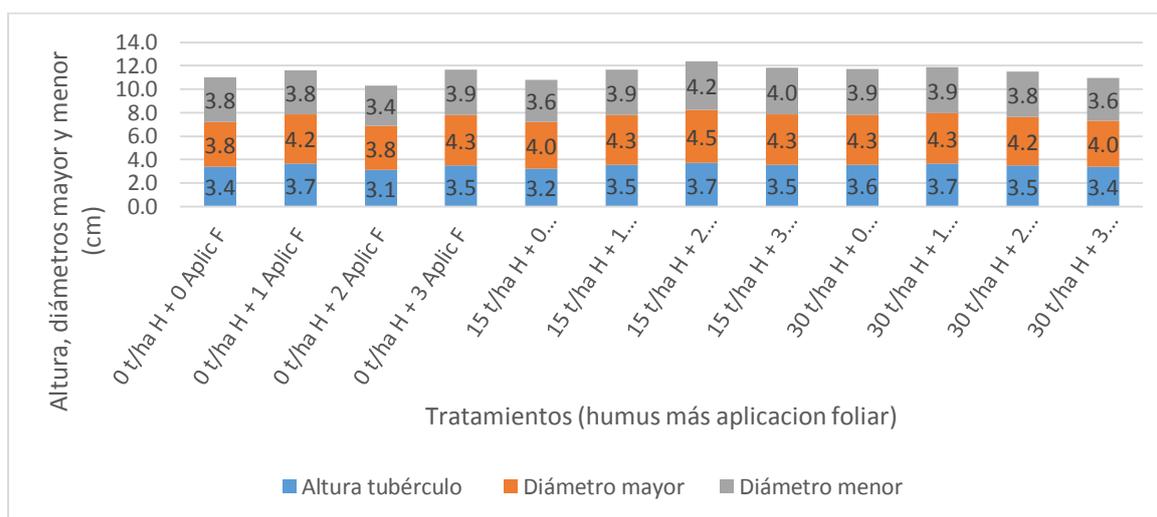
Los datos de la presente investigación están dentro del rango de Villanueva (2016) quien hace mención que encontró la longitud de tubérculos con 4.6 cm (Amarilla) a 2.8 cm (Blanca) y para el ancho de 4.4 cm (Limeña huachuma) a 2.6 cm (Amarilla).

Medina (2009) hace mención que obtuvo diámetros de tubérculos que varió de 4.7 a 9.2 cm de largo y para el ancho de 3.5 a 9.2 cm en los cultivares de

Peruanita, Chaucha, Clavelilla, Chaucha Amarilla, Limeña, Huagalina, Montañera y Chimbina colorada, datos que se asemejan a la presente investigación.

**Tabla 14.** Altura y diámetros (mayor y menor) de los tubérculos en el cultivar de papa (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) Amarilla redonda con tres aplicaciones de humus de lombriz por cuatro aplicaciones de simplex-g.

Tratamientos	Altura tubérculo	Diámetro mayor	Diámetro menor
0 t/ha H + 0 Aplic F	3.4	3.8	3.8
0 t/ha H + 1 Aplic F	3.7	4.2	3.8
0 t/ha H + 2 Aplic F	3.1	3.8	3.4
0 t/ha H + 3 Aplic F	3.5	4.3	3.9
15 t/ha H + 0 Aplic F	3.2	4.0	3.6
15 t/ha H + 1 Aplic F	3.5	4.3	3.9
15 t/ha H + 2 Aplic F	3.7	4.5	4.2
15 t/ha H + 3 Aplic F	3.5	4.3	4.0
30 t/ha H + 0 Aplic F	3.6	4.3	3.9
30 t/ha H + 1 Aplic F	3.7	4.3	3.9
30 t/ha H + 2 Aplic F	3.5	4.2	3.8
30 t/ha H + 3 Aplic F	3.4	4.0	3.6
<b>Promedio</b>	<b>3.5</b>	<b>4.2</b>	<b>3.8</b>
Desviación estándar	0.2	0.2	0.2



**Figura 8.** Altura, diámetro mayor y menor de tubérculos en el cultivar de papa (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) Amarilla redonda con tres aplicaciones de humus de lombriz por cuatro aplicaciones de simplex-g.

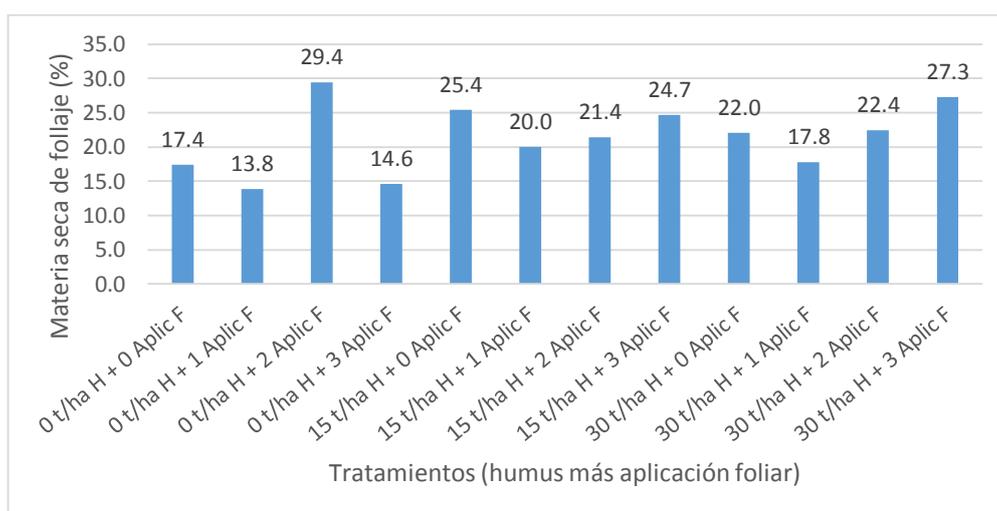
#### 4.2. Materia seca de follaje y del tubérculo.

En la (Figura 9), se observa que el porcentaje de materia seca para follaje se encuentra entre los valores 29.4 % y 13.8 % siendo el tratamiento T3 (0 t ha<sup>-1</sup> de humus más 2 aplicaciones de abono foliar) con mayor resultado en porcentaje y el tratamiento T2 (0 t ha<sup>-1</sup> de humus más 1 aplicación de abono foliar) con menor porcentaje.

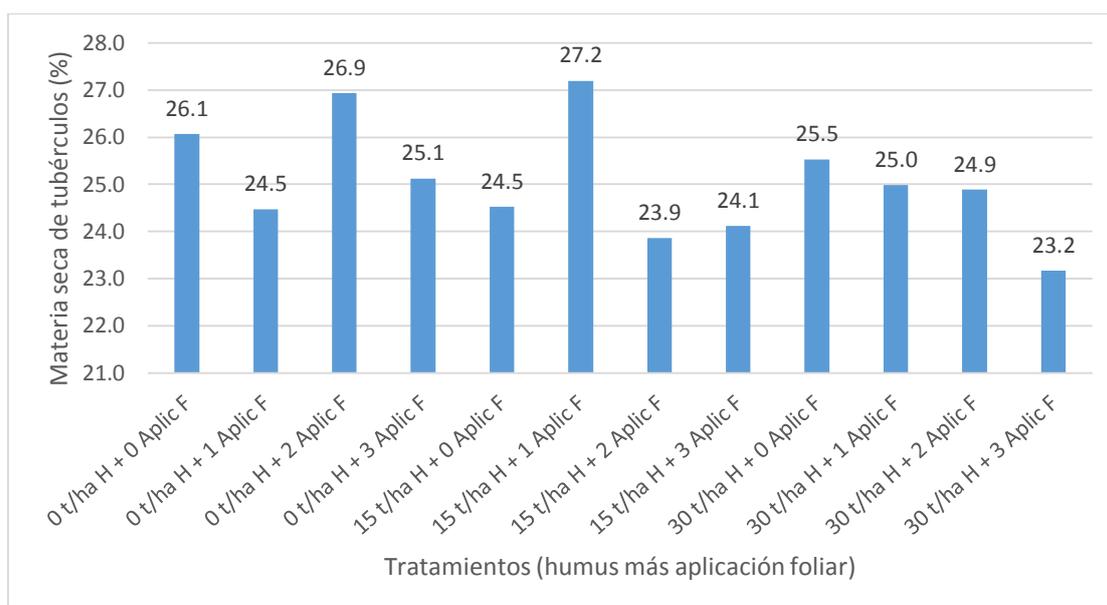
En cuanto al porcentaje de materia seca de tubérculos (Figura 10) se encuentra entre los valores de 27.2 % y 23.2 % siendo el tratamiento T6 (15 t ha<sup>-1</sup> de humus más 1 aplicación de abono foliar) con mayor resultado en porcentaje y con menor porcentaje fue el tratamiento T12 (0 t ha<sup>-1</sup> de humus más 3 aplicaciones de abono foliar).

Seminario *et al.* (2017) hacen mención que sus datos obtenidos de materia seca en tubérculos son de 18% a 25% con un promedio de 22% y en lo referido a materia seca de follaje presenta alta variación entre 10% y 29%. Tapia (2017) reporta datos de materia seca de tubérculos, valor mínimo de 19% (cultivar Montañera 1) y el valor máximo de 28% (cultivar Montañera 3) con un promedio de 24%.

En conclusión, los resultados obtenidos en la presente investigación tanto para materia seca de follaje y materia seca de tubérculos se asemejan a los encontrados por los autores antes mencionados.



**Figura 9.** Materia seca del follaje (%) en el cultivar de papa (***Solanum tuberosum* L. grupo Phureja**) Amarilla redonda con tres aplicaciones de humus de lombriz por cuatro aplicaciones de simplex-g.



**Figura 10.** Materia seca de tubérculos (%) en el cultivar de papa (***Solanum tuberosum* L. grupo Phureja**) Amarilla redonda con tres aplicaciones de humus de lombriz por cuatro aplicaciones de stimplex-g.

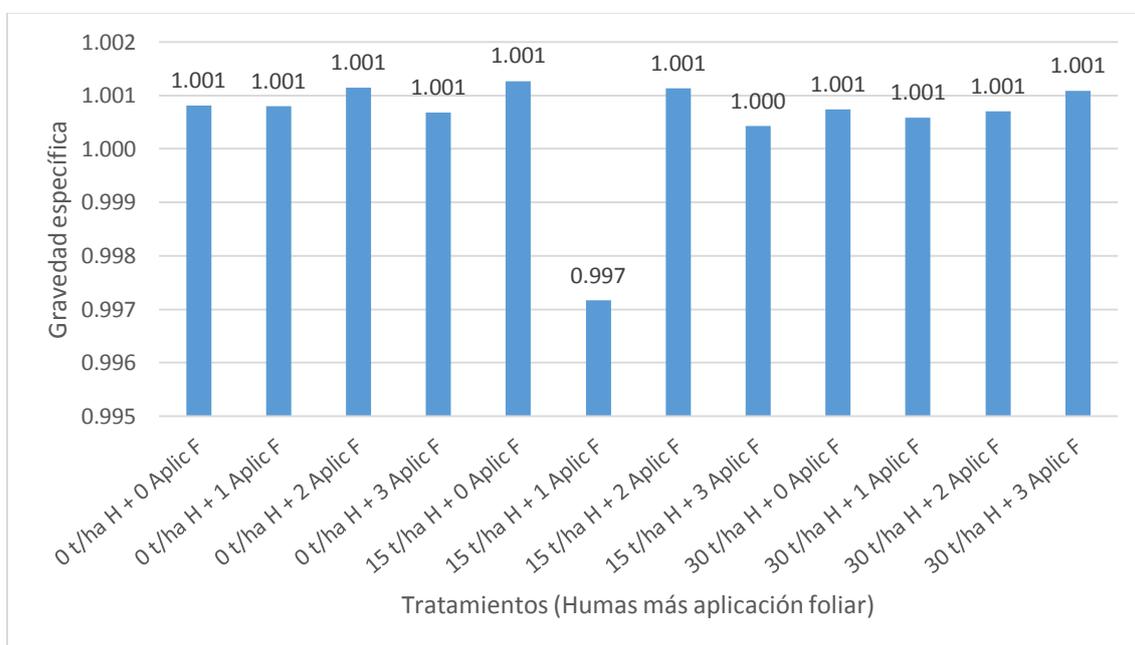
#### 4.3. Gravedad específica (GE).

Como se observa en la (Figura 11), los promedios de gravedad específica varían de 0.997, 1.000 Y 1.001, obteniendo el mayor promedio en los tratamientos (T1: 0 t ha<sup>-1</sup> de humus más 0 aplicaciones de abono foliar, T2: 0 t ha<sup>-1</sup> de humus más 1 aplicación de abono foliar, T3: 0 t ha<sup>-1</sup> de humus más 2 aplicaciones de abono foliar, T4: 0 t ha<sup>-1</sup> de humus más 3 aplicaciones de abono foliar, T5: 15 t ha<sup>-1</sup> de humus más 0 aplicaciones de abono foliar, T7: 15 t ha<sup>-1</sup> de humus más 2 aplicaciones de abono foliar, T9: 30 t ha<sup>-1</sup> de humus más 0 aplicaciones de abono foliar, T10: 30 t ha<sup>-1</sup> de humus más 1 aplicación de abono foliar, T11: 30 t ha<sup>-1</sup> de humus más 2 aplicaciones de abono foliar, T12: 30 t ha<sup>-1</sup> de humus más 3 aplicaciones de abono foliar) con 1.001, el tratamiento (T8: 15 t ha<sup>-1</sup> de humus más 3 aplicaciones de abono foliar) con 1.000 y el menor promedio fue para el tratamiento (T6: 15 t ha<sup>-1</sup> de humus más 1 aplicación de abono foliar) con 0.997, datos que tienen relación con el trabajo de Seminario *et al.* (2018) que obtuvieron resultados de gravedad específica alrededor de 1.

Villanueva (2016) obtuvo el mayor promedio de gravedad específica con 1.0130 en el cultivar Amarilla mahuay y el menor promedio fue para el cultivar Perricholi con 1.0061. Castellanos (2010) menciona que al realizar trabajos de investigación con papa phureja en dos localidades (una baja y otra alta), obtuvo valores de 1.083 en el cultivar Guaneña y de 1.082 para el cultivar Latina en una localidad alta y valores de 1.071 y 1.072 en una localidad baja. Seminario *et al.* (2017) obtuvieron resultados de gravedad específica de diecisiete cultivares de papa del grupo Phureja que varió de 1,01 (cultivar Montañera 1, Limeña huachuma y Pierna viuda 2) a 1,06 (cultivar Bola de potro).

Los resultados obtenidos en la presente investigación difieren a los encontrados por los autores antes mencionados.

Según Rivera *et al.* (2011) afirman que los valores recomendados de gravedad específica para propósitos industriales están alrededor de 1.08. La determinación de gravedad específica en tubérculos de papa phureja es importante porque el índice obtenido está relacionado con el contenido de materia seca y el contenido de azúcares reductores para un debido procesamiento (CIP 2010).



**Figura 11.** Gravedad específica en el cultivar de papa (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) Amarilla redonda con tres aplicaciones de humus de lombriz por cuatro aplicaciones de simplex-g.

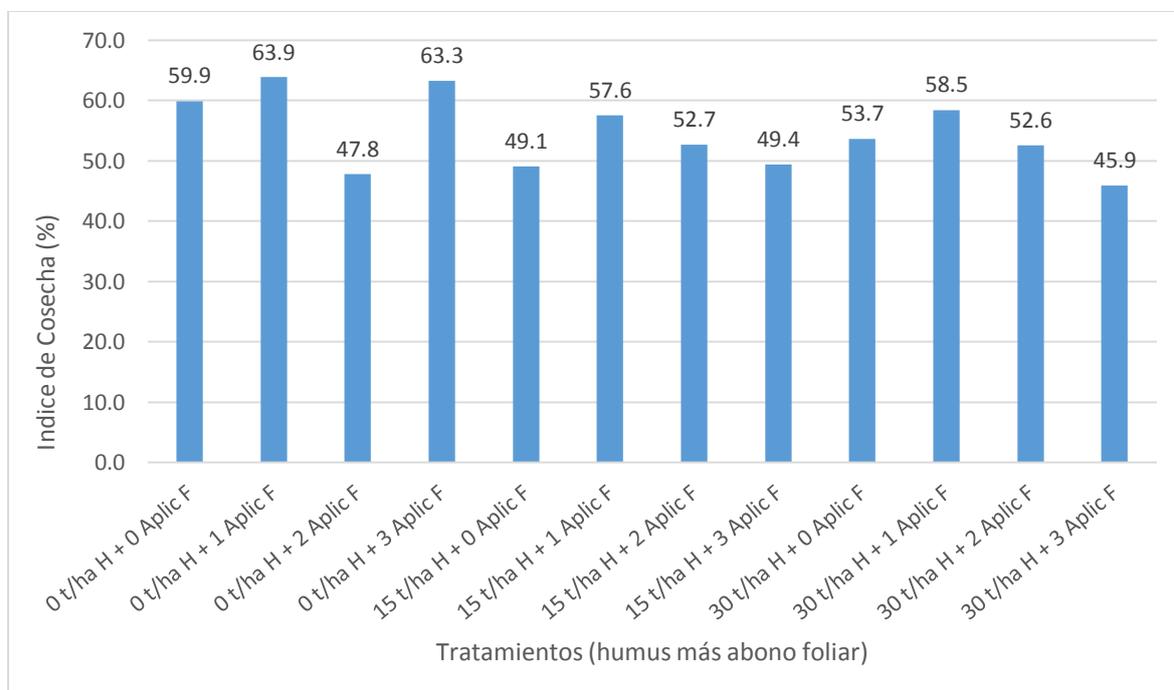
#### 4.4. Índice de cosecha (IC).

En la (Figura 12), se observa que el porcentaje de índice de cosecha de los doce tratamientos se encuentra entre los valores 63.9 % y 45.9 %, siendo el tratamiento T2 (0 t ha<sup>-1</sup> de humus más 1 aplicación de abono foliar) con mayor resultado en porcentaje y el tratamiento T12 (30 t ha<sup>-1</sup> de humus más 3 aplicaciones de abono foliar) con menor porcentaje con un promedio de 54.5 % y con desviación estándar de 6%.

Los resultados obtenidos en la presente investigación se asemejan a los datos reportados por los siguientes autores:

Seminario *et al.* (2017) quienes encontraron 53 % (Limeña huachuma) y 77 % (Montañera 2) con un promedio de 64.5 % en papa phureja.

Benavides (2019) hace mención que encontró índice de cosecha de 66.1 % (siendo el máximo valor) a 49.3% (siendo el mínimo valor) con un promedio de 57.8 % y una desviación estándar de 5.8



**Figura 12.** Índice de cosecha en el cultivar de papa (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) Amarilla redonda con tres aplicaciones de humus de lombriz por cuatro aplicaciones de simplex-g.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

De acuerdo con los objetivos planteados y los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluye que:

Se encontró significación estadística para el rendimiento total de tubérculos, respecto a la interacción de los factores (abono por aplicaciones de foliar) y el mejor tratamiento fue (15 t ha<sup>-1</sup> de humus más 2 aplicaciones de abono foliar), con un rendimiento de 20.85 t ha<sup>-1</sup>.

Se encontró significación estadística para el rendimiento de tubérculos comerciales, respecto a la interacción de los factores (abono por aplicaciones de foliar) y el mejor tratamiento fue (15 t ha<sup>-1</sup> de humus de lombriz por dos aplicaciones simplex-g), con un rendimiento de 20.6 t ha<sup>-1</sup>.

#### 5.2. Recomendaciones

Realizar otros estudios en diferentes zonas geográficas, para determinar el rendimiento y eficiencia productiva del cultivar en estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

Alvarado, JA; Ramírez, MA. 2016. Respuesta de la papa criolla (*Solanum Phureja*) a diferentes aplicaciones de fertilización orgánico mineral en Bogotá, Cundinamarca. Tesis Ing. Agrónomo. Bogotá, Colombia. UDCA. 67p.

Benavides, E. 2019. Rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja), cultivar Amarilla redonda, con tres dosis de humus y tres niveles de bioestimulante. Tesis Ing. Agr. Cajamarca, PE, UNC. 75 p.

Bonilla, M.H.; Cardozo, F.; Morales, A. 2009. Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la papa en Colombia, con énfasis en papa criolla. Universidad Nacional de Colombia, CORPOICA. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 174 p.

Castellanos, MS. 2010. Evaluación del crecimiento, desarrollo y componentes de rendimiento de cuatro cultivares de papa criolla en dos localidades del departamento de Cundinamarca. Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de Magister en Ciencias Agrarias con Énfasis en Fisiología de cultivos. Bogotá, Colombia. 113 p.

Chávez, R. 2002. Origen, evolución y diversidad genética de la papa cultivada y silvestre. Ciencia y desarrollo 6:111 - 120.

Cutipa, Z. 2007. Efecto de excreta de lombriz y biol vs fertilizantes químicos sobre rendimiento y calidad de tubérculos de papa nativa (*Solanum tuberosum* spp andigena). Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Agroecología. Puno, Perú. 167 p.

CIP (Centro Internacional de la Papa). 2010. Procedimientos para pruebas de evaluaciones estándar de clones avanzados de papa: Guía para cooperadores internacionales. Bonierbale, M; De Haan, S; Forbes, A; Bastos. C (eds.). CIP, Lima, Perú. 150 p.

Estrada, N. 2000. La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa. CIP - IPGRI – PRACPA - IBTA - PROINPA - COSUDE - CID. Editorial del Centro de información para el desarrollo. La Paz, BOL. 372 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 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 las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2010. Origen de las plantas cultivadas en los Andes (en línea). Roma, IT. Consultado 30 NOV. 2017. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai185s/ai185s01.pdf>.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 2010. La papa un alimento con tradición, nutrición y sabor (en línea). Guatemala, GUAT. 82 p. Consultado el 11 de Abr. 2019. Disponible en <http://coin.fao.org/coinstatic/cms/media/6/12880327433890/recetariocorregidobajaresolucionfinal.pdf>.

García, J. 2012. El uso de agroquímicos en los huertos familiares de Cucuy (en línea). Consultado 20 Dic. 2018. Disponible: [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/2913/1/46133\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/2913/1/46133_1.pdf)

Gómez, T; López, J; Pineda, R; Galindo, L; Arango, R; Morales, J. 2012. Caracterización Citogénica de cinco genotipos de papa criolla *Solanum phureja* (Juz. et Buk). Fac. nal. agr. Medellín 65(1): 6379-6387.

Ligarreto, M; Gustavo, A; Suárez, C; Martha, N. 2003. Evaluación del potencial de los recursos genéticos de papa criolla (*Solanum phureja*) por calidad industrial. Agronomía Colombiana 21(1-2):83-94.

Luna, R; Espinosa, K; Trávez, R; Ulloa, C; Espinoza, A; 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.

Martín, R; Jerez, E. 2017. Efecto de las temperaturas en el rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad romano. Revista redalyc. org 38 (1):75-80.

Medina, SW. 2009. Colección, caracterización y evaluación preliminar de las papas nativas del distrito de Chota. Tesis Ing. Agr. Cajamarca, PE, UNC. 94 p.

Meléndez, G; Molina, E. 2002. Memoria. Fertilización foliar: Principios y aplicaciones. (2002, Costa Rica). Costa Rica, UCR. p 125.

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2017. Boletín. Papa: Características de la Producción Nacional y de la Comercialización en Lima Metropolitana. Lima, Perú. 13 p.

Muñoz, LA; Lucero, AM.2008. Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de papa criolla *Solanum phureja*. Agronomía Colombiana 26(2):340-346.

Ochoa, CM. 1999. Las papas de Sudamérica. Perú. Centro Internacional de la Papa. Allen Press, Lawrence, Kansas.

Pérez, L C; Rodríguez, L E; Gómez, M I. 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.

PLM (Panamericana de Libros de Medicina). 2017. Diccionario de Especialidades Agroquímicas. 11 ed. Lima, Perú. 1485 p.

Ramos, D; Terry, E. 2014. Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del bocashi como alternativa Nutricional para suelos y plantas. Cultivos tropicales 25 (4): 52-59.

Ríos, JY; Jaramillo, S; González, LH; Cotes, JM. 2010. Determinación del Efecto de Diferentes Niveles de Fertilización en Papa (*Solanum tuberosum ssp. Andígena*) Diacol Capiro en un Suelo con Propiedades Ándicas de Santa Rosa de Osos, Colombia. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín 63(1):5225-5237.

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; Ñustez, CE; Estrada, N. 2009. Criolla Latina, Criolla Paisa y Criolla Colombia, nuevos cultivares de papa criolla para el departamento de Antioquia (Colombia). Agronomía Colombiana 27(3):1-11.

Rodríguez, L E. 2009. Teorías sobre la clasificación taxonómica de las papas cultivadas (*Solanum* L. sect. Petota Dumort.): Una revisión. *Agronomía Colombiana* 27(3):305-312.

Rodríguez, L. 2010. Origen y evolución de la papa cultivada. Una revisión. *Agronomía colombiana* 28(1): 9-17.

Rodríguez, L. 2010. Ecofisiología del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Revista Colombiana* 4(1):97-108.

Rojas, LP; Seminario, JF; Luz, P.2014. Productividad de diez cultivares promisorios de papa chaucha (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) de la región Cajamarca. *Scientia agropecuaria* 5: 165-175.

Rojas, LP. 2013. "Prueba de rendimiento de diez cultivares promisorios de papa chaucha (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja)". Tesis ing. Agrónomo. Cajamarca, Perú, UNC. 107 p.

Santamaría, M; Montañez, J; Sánchez, RR. 2010. Evaluación de la producción limpia de papa criolla (*Solanum phureja*) en Madrid, Cundinamarca. *Inventum* 9:8-12.

Santos, M. 2010. Evaluación del crecimiento, desarrollo y componentes de rendimiento de cuatro cultivares de papa criolla en dos localidades del departamento de Cundinamarca. Trabajo de Grado Magister en Ciencias Agrarias. Bogotá, Colombia. UNC. 113 p.

Seminario, J. 2008. Origen y taxonomía de la papa: Controversias no resueltas. *Revista Fiat Lux* 4(1):89-118.

Seminario, JF; Seminario, A; Domínguez, A. (2016). Potencial productivo de 12 cultivares de papa chaucha (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) de la región Cajamarca. *Fiat Lux* 12(2):115-127.

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.

Seminario, JF; Seminario, A; Domínguez, A. 2018. Respuesta de dos cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) a dos densidades de plantación

y dos dosis de abono orgánico. Artículo de investigación FEDU. Cajamarca, Perú. 10 p.

Seminario, JF; Villanueva, R; Valdez, MH. 2018. Rendimiento de cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) amarillos precoces del grupo Phureja. *Agronomía Mesoamérica* 29(3):639-653.

SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria) 2017. Minagri: Perú es el primer productor de papa en Latinoamérica (en línea). Lima, PER. Consultado el 11 de abr. 2019. Disponible en <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/minagri-peru-es-primer-productor-de-papa-en-latinoamerica/>.

Solís, D; Gómez, DA; León, SN; Gutiérrez, FA. 2010. manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. *Revista. Agrociencia.* 44:575-586. 2010. Citado el 21 SET 2017. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v44n5/v44n5a7.pdf>.

Tapia Vásquez, HJ. 2017. Fenología y caracterización morfológica de 43 entradas de papa chaucha (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) de la región Cajamarca. Tesis Ing. Agrónomo. Cajamarca, Perú, UNC. 141 p.

Thompson, K. 1998. Tecnología Post - cosecha de Frutas y Hortalizas. Convenio SENA-Reino Unido. 262 p.

Villa, A; Sánchez, AM; Valbuena, RI; Escobar, R. 2007. Evaluación preliminar de técnicas de crioconservación en una accesión de *Solanum tuberosum*. *Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 8(2):50-59.

Villanueva Guevara, R. 2016. Rendimiento y componentes de 15 cultivares redondos de papa chaucha (*Solanum tuberosum* L; grupo Phureja) de la región Cajamarca. Tesis Ing. Agrónomo. Cajamarca, Perú, UNC. 104 p.

## ANEXOS



**Figura 11.** Eliminación de terrones y nivelación del suelo.



**Figura 12.** Surcado de la parcela de investigación.



**Figura 13.** Siembra de la papa Amarilla redonda con distanciamientos de 0.90 m entre surco por 0.40 m entre planta.



**Figura 14.** Abonamiento y tapado de la semilla de papa amarilla redonda.



**Figura 15.** Riego del cultivo de papa amarilla redonda.



**Figura 16.** Medida de la altura de planta.



**Figura 17.** Conteo de tallos sobre del suelo.



**Figura 18.** Trozado del tallo y embolsado para materia seca.



**Figura 19.** Clasificación de la papa (1°, 2°, 3°) según diámetro mayor.



**Figura 20.** Gravedad específica de la papa amarilla redonda.

**Tabla 15.** Rendimiento total de tubérculos por planta (g) y por hectárea (t ha<sup>-1</sup>) en el cultivar de papa (***Solanum tuberosum* L. grupo Phureja**) Amarilla redonda con tres aplicaciones de humus de lombriz por cuatro aplicaciones de stimplex-g.

Peso total de tubérculos promedio por planta (g) y por hectárea (t ha <sup>-1</sup> )					
Tratamientos	Primera	Segunda	Tercera	Total (g)	Total (t ha <sup>-1</sup> )
T1	453.77	220.87	11.87	686.50	19.07
T2	390.73	163.43	5.80	559.97	15.55
T3	330.37	168.57	10.10	509.03	14.14
T4	442.33	232.37	11.70	686.40	19.07
T5	288.77	149.23	6.90	444.90	12.36
T6	415.83	158.67	10.40	584.90	16.25
T7	560.57	179.67	10.30	750.53	20.85
T8	380.90	170.07	4.83	555.80	15.44
T9	337.33	150.70	10.13	498.17	13.84
T10	427.13	164.60	9.00	600.73	16.69
T11	391.30	183.17	10.13	584.60	16.24
T12	359.27	200.20	9.27	568.73	15.80

**Tabla 16.** Gravedad específica en el cultivar de papa (***Solanum tuberosum* L. grupo Phureja**) Amarilla redonda con tres aplicaciones de humus de lombriz por cuatro aplicaciones de stimplex-g.

Tratamientos	Gravedad específica					Promedio
T1	1.000	1.001	1.000	1.001	1.002	1.001
T2	1.001	1.000	1.001	1.001	1.001	1.001
T3	1.000	1.002	1.001	1.002	1.002	1.001
T4	1.000	1.000	1.001	1.001	1.002	1.001
T5	1.001	1.001	1.000	1.003	1.001	1.001
T6	1.001	1.000	1.001	1.001	0.983	0.997
T7	1.000	1.001	1.001	1.003	1.001	1.001
T8	1.001	1.000	1.000	1.001	1.001	1.000
T9	1.000	1.000	1.001	1.001	1.001	1.001
T10	1.000	1.000	1.000	1.001	1.001	1.001
T11	1.000	1.001	1.001	1.000	1.001	1.001
T12	1.001	1.001	1.000	1.001	1.002	1.001



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

**LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS**

NOMBRE : **ANTENOR CASTILLO CADENILLAS**

PROCEDENCIA: Cajamarca - Servicio Silvo Agropecuario UNC Fecha: **09/11/2017**

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Nombre Parcela	Código Laboratorio	P Ppm	K Ppm	pH	M.O %	Al meq/100g	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
	SU1253-EEBI-17	30.52	300.0	6.4	1.46	--	44	12	44	Ar

**INTERPRETACIÓN**

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

**RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES**

**Cultivo a Sembrar: PAPA**

NUTRIENTES	N Kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Kg/ha	K <sub>2</sub> O Kg/ha	CAL Ton /ha	N Kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Kg/ha	K <sub>2</sub> O Kg/ha	CAL Ton /ha	N Kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Kg/ha	K <sub>2</sub> O Kg/ha	CAL Ton /ha
Cantidad	180	100	110	--								

Recomendaciones y Observaciones Especiales: **APLICAR 3.00 TON/HA DE ESTIERCOL BIEN DESCOMPUESTO**



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA  
 Dirección Experimental Banos del Inca  
 Ing. *Tulio A. Velásquez Camacho*  
 JEFE LABORATORIO DE SUELOS

**Figura 21.** Resultado del análisis físico- químico del suelo utilizado en la investigación.



## INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : ANTENOR CASTILLO CADENILLAS  
PROCEDENCIA : CAJAMARCA/ CAJAMARCA/ FUNDO LA VICTORIA  
MUESTRA DE : HUMUS  
REFERENCIA : H.R. 61909  
FECHA : 04/01/18

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %
978		7.47	14.30	25.05	1.88	1.79	2.61

Nº LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
978		6.46	1.45	9.01	0.21

  
Sady García Bendezu  
Jefe de Laboratorio

Figura 22. Resultado del análisis químico del humus utilizado en la investigación.

## GLOSARIO

**Abono foliar:** Es un producto fertilizante que está diseñado para ser aplicado directamente a las hojas y tallos de una planta y generalmente puede aplicarse a cualquier tipo de planta.

**Abono orgánico:** es un fertilizante que proviene de la degradación y mineralización de materiales orgánicos (desechos de la cocina, desechos de animales, restos vegetales).

**ANOVA:** Análisis de varianza que prueba la hipótesis de que las medias de dos o más poblaciones son iguales.

**Aporcar:** Es una labor agrícola que consiste en acumular tierra en la base del tallo de una planta formando un pequeño montículo.

**DBCA:** Diseño de bloque completo al azar.

**Fertilización foliar:** Es la nutrición a través de las hojas, se utiliza como un complemento a la fertilización al suelo.

**Gallinaza:** Mezcla de heces y orina que se obtiene de la gallina o pollo enjaulado, a la que se une la porción no digerible de los alimentos, células de descamaciones de la mucosa del aparato digestivo, microorganismos de la biota intestinal, productos de secreción de las glándulas, diversas sales minerales, plumas y un porcentaje de material extraño.

**Gravedad específica:** Relación entre la densidad de una sustancia y la de otra, tomada como patrón, generalmente para sólidos y líquidos se emplea el agua destilada y para gases, el aire o el hidrógeno.

**Humus de lombriz:** Es un fertilizante orgánico que se produce por las transformaciones químicas de los residuos cuando son digeridos por las lombrices de tierra.

**ICBN:** Código Internacional de la Nomenclatura Botánica.

**ICNCP:** Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas.

**Índice de cosecha:** Porcentaje que representa la materia seca del órgano cosechable o de interés comercial con respecto a la materia seca total de la planta.

**Lombricompost o vermicompost:** Es el abono elaborado mediante la descomposición de la materia orgánica realizada por la lombriz roja californiana, la que presenta una mayor reproducción y mejores condiciones de manejo en cautiverio que la lombriz de tierra.

**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.

**Papa Phureja:** 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.

**Stimplex-g:** Es un bioestimulante orgánico premium que promueve el crecimiento y desarrollo de plantas saludables.