

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



EFFECTO DE DOS DOSIS DE ABONO EN EL RENDIMIENTO DE DOS CULTIVARES DE PAPA CHAUCHA (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja)

T E S I S

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

ENIS BLADIMIR DÍAZ MANOSALVA

ASESOR:

Dr. JUAN FRANCISCO SEMINARIO CUNYA

CAJAMARCA – PERÚ

2021



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los **veintinueve** días del mes de octubre del año dos mil diecinueve, se reunieron en el ambiente 2C- 111 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 251-2018-FCA-UNC, de fecha 13 de junio del 2018, con el objeto de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado: “ **EFFECTO DE DOS DOSIS DE ABONO EN EL RENDIMIENTO DE DOS CULTIVARES DE PAPA CHAUCHA (*Solanum tuberosum*, grupo *Phureja*)** ”, ejecutado(a) por el Bachiller en Agronomía, don **Enis Bladimir Díaz Manosalva**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las **ocho** horas y **cinco** minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando a la sustentante a exponer su trabajo de Tesis y, luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Concluido el acto de sustentación, el Jurado procedió a deliberar, para asignarle la calificación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la **aprobación** por **unanimidad** con el calificativo de **quince (15)**; por tanto, el Bachiller queda expedito para que inicie los trámites y se le otorgue el **Título Profesional** de Ingeniero Agrónomo.

A las **nueve** horas y **quince** minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Cajamarca, 21 de **octubre** de 2019

Dr. Segundo Berardo Escalante Zumaeta
PRESIDENTE

Ing. M. Cs. Attilio Israel Cadenillas Martínez
SECRETARIO

Ing. M. Cs. Víctor Eudelfio Torrel Pajares
VOCAL

Dr. Juan Francisco Seminario Cunya
ASESOR

DEDICATORIA

A:

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres Luis Díaz y Angélica Manosalva, por darme la vida, por ser un ejemplo a seguir, por su apoyo incondicional, sabios consejos, comprensión y su gran amor. Ustedes me ayudaron a desarrollarme como persona y a enfrentar las dificultades y retos en la vida.

A mis hermanos Lili, Yanet, Nancy y Henry por su apoyo, comprensión y apoyarme siempre, esto también se lo debo a ustedes.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis primeramente te agradezco a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A mi asesor Dr. Juan Francisco Seminario Cunya por su visión crítica de muchos aspectos cotidianos de la vida, por su rectitud en su profesión como docente, por sus consejos, que ayudan a formarte como persona e investigador.

A la Universidad Nacional de Cajamarca y la Escuela Académico Profesional de Agronomía y a todos los docentes que con sus conocimientos contribuyen a formar grandes profesionales.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

ÍNDICE

	pág.
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
CAPITULO I	1
INTRODUCCION	1
1.1. Objetivo de la investigación.....	2
CAPITULO II	3
REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Antecedentes de la investigación.....	3
2.2. BASES TEÓRICAS	8
2.2.1. Domesticación de la papa.....	8
2.2.2. Origen de la papa Phureja.....	9
2.2.3. Distribución del grupo Phureja.....	9
2.2.4. Características de la papa Phureja.....	12
2.2.5. Rendimiento de cultivares de papa Phureja.	14
2.3. Abonamiento orgánico.	16
2.3.1. Tipos de abonos orgánicos.....	17
2.3.2. Abonamiento con compost de lombriz.....	19
2.3.3. El uso del humus en los cultivos.....	20

CAPITULO III	21
MATERIALES Y METODOS	21
3.1. Ubicación geográfica del experimento.	21
3.2. Materiales.....	22
3.2.1. Insumos	22
3.2.2. Materiales de campo	22
3.2.3. Materiales y equipos.....	23
3.2.4. Material de Escritorio	23
3.2.5. Análisis físico químico del suelo.	24
3.2.6. Análisis físico químico del humus.....	24
3.3. Metodología.....	25
3.3.1. Diseño experimental.	25
3.3.2. Conducción del experimento en campo.....	26
3.3.2.1. Preparación del terreno.....	26
3.3.2.2. Selección de la semilla.....	26
3.3.2.3. Fertilización y abonamiento.....	26
3.3.2.4. Siembra.....	27
3.3.2.5. Riego.....	27
3.3.2.6. Deshierbo.....	27
3.3.2.7. Aporque.....	27
3.3.2.8. Control sanitario.	27
3.3.2.9. Cosecha.....	28
3.3.3. Evaluaciones realizadas en campo:	28
3.3.3.1. Número total de tubérculos (NTT).....	28

3.3.3.2.	Número de tubérculos comerciales.....	28
3.3.3.3.	Peso total de tubérculos.....	29
3.3.3.4.	Peso de tubérculos comerciales.	29
3.3.3.5.	Número de tallos por planta.	29
3.3.3.6.	Altura de planta.....	29
3.3.3.7.	Materia seca.....	29
3.4.	Procesamiento y análisis de datos.....	29
CAPITULO IV.....		31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		31
4.1.	Análisis de varianza (ANOVA) para el número total de tubérculos en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.	31
4.2.	Análisis de varianza (ANOVA) para el número de tubérculos comerciales en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.....	33
4.3.	Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento total de tubérculos en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.....	35
4.4.	Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento de tubérculos comerciales en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.	37
4.5.	Análisis de varianza (ANOVA) para número de tallos en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.	39
4.6.	Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.	41
4.7.	Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de materia seca de tubérculos en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.....	43

CAPITULO V	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXOS	54

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de dos dosis de humus de lombriz (2.5 y 5 t ha⁻¹) en los cultivares de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja) chaucha 'Amarilla redonda' y chaucha 'Llanqueja'. Se empleó el diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial de 3 dosis de humus x 2 cultivares y tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron: número total de tubérculos, número de tubérculos comerciales, rendimiento total y rendimiento de tubérculos comerciales en toneladas por hectárea. El rendimiento total y el rendimiento de tubérculos comerciales no fueron afectados por el cultivar ni por la dosis de abono. Es decir, no mostraron diferencia estadística significativa. Sin embargo, el rendimiento total (16.10 t ha⁻¹) se encontró con el cultivar 'Llanqueja' más 2.5 t de abono y el mayor rendimiento de los tubérculos comerciales (15.9 t ha⁻¹) se encontró con el cultivar 'Llanqueja' más 2.5 t de abono. Se encontró significación estadística para la interacción cultivar y abono, respecto de la variable porcentaje de materia seca. Los mejores tratamientos fueron Amarilla redonda con 5 t de abono y; Llanqueja con cero (0) t de abono. No se encontró significación estadística para los efectos independientes de las variables. Se encontró significación estadística para las dosis de abono y el número de tubérculos comerciales, la mejor dosis fue de 2.5 t de abono, con 18 tubérculos comerciales por planta.

Palabras claves: Abono, cultivar, rendimiento, papa chaucha.

ABSTRACT

The present investigation aimed to evaluate the effect of two doses of worm humus (2.5 and 5 t ha⁻¹) in the cultivars of green bean potato (*Solanum tuberosum*, Phureja group) green bean 'Yellow round' and green bean 'Llanqueja'. The randomized complete block design (DBCA) was used with a factorial arrangement of 3 doses of humus x 2 cultivars and three repetitions. The variables evaluated were: total number of tubers, number of commercial tubers, total yield and yield of commercial tubers in tons per hectare. The total yield and the yield of commercial tubers were not affected by the cultivar or the fertilizer dose. That is, they did not show a statistically significant difference. However, the total yield (16.10 t ha⁻¹) was found with the cultivar 'Llanqueja' plus 2.5 t of fertilizer and the highest yield of commercial tubers (15.9 t ha⁻¹) was found with the cultivar 'Llanqueja' plus 2.5 t of compost. Statistical significance was found for the cultivar and fertilizer interaction, with respect to the variable percentage of dry matter. The best treatments were Yellow round with 5 t of fertilizer and; The complaint with zero (0) t of compost. No statistical significance was found for the independent effects of the variables. Statistical significance was found for the fertilizer doses and the number of commercial tubers, the best dose was 2.5 t of fertilizer, with 18 commercial tubers per plant.

Keywords: Fertilizer, cultivar, yield, chaucha potato.

CAPITULO I

INTRODUCCION

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

Las papas cultivadas se ubican dentro de la clase *Solanum tuberosum* (según el Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas). Bajo esta gran clase se ubican nueve grupos de cultivares, de los cuales, ocho reciben las mismas denominaciones que las especies antiguas: grupo Ajanjuiri, grupo Andigenum, grupo Chaucha, grupo Chilotanum, grupo Curtilobum, grupo Juzepczukii, grupo Phureja, grupo Stenotomum y grupo Tuberosum (Huamán 2008).

Las papas del grupo Phureja se distribuyen en los países andinos de Ecuador, Perú, Bolivia y Colombia. Además de que su tubérculo no posee periodo de reposo, se caracteriza por ser un alimento exquisito, de mayor calidad nutricional que la papa de año o papa común (*Solanum tuberosum grupo tuberosum*) (Cotes *et al.* 1999).

Los estudios referidos al abonamiento en papa en nuestro país son pocos y menos en el grupo Phureja, y no están debidamente documentados, por lo que es necesario profundizar las investigaciones en este aspecto.

Dentro del germoplasma de papa chaucha (grupo Phureja) que mantiene el Programa de Raíces y Tubérculos Andinos de la UNC, se han realizado investigaciones referidas a caracterización y al rendimiento de cultivares, pero

no se han realizado investigaciones para conocer el potencial productivo de las mismas. Por este motivo, en esta investigación se trata de evaluar de modo más preciso la performance productiva de dos cultivares identificados como los mejores en las pruebas preliminares. Esto permitirá saber si se comportan como los más productivos cuando son sometidos a una prueba experimental mediante un diseño estadístico apropiado. Además, se conoce que el humus es un factor importante en la producción, por los beneficios que aporta al cultivo por la retención de humedad y el calor, por el mejoramiento de la estructura y por el mejoramiento de la población de microorganismos benéficos del suelo. Por otro lado, estas papas tradicionales o nativas tienen mayor valor agregado si son producidas orgánicamente.

Por estas consideraciones se planteó en esta investigación probar el humus de lombriz a las dosis de 2.5 y 5 t ha⁻¹ en dos cultivares de papa ('Amarilla redonda' y 'Llanqueja') para determinar el efecto en el rendimiento de tubérculos y otras variables relacionadas.

1.1. Objetivo de la investigación.

Evaluar el efecto de dos dosis de humus de lombriz (2.5 t ha⁻¹ y 5 t ha⁻¹) en el rendimiento de los cultivares de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja) 'Amarilla redonda' y 'Llanqueja'.

CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

Medina y Morales (2001) evaluaron el efecto del óxido de magnesio chino (0, 30, 60, 90 kg/ha) y sulfato de magnesio (0, 0.20, 0.30, 0.40, 0.50) en aplicación foliar, en el rendimiento de papa criolla, en la localidad de Carmen de Carupa (Cundinamarca - Colombia) localizada a 2950 msnm. Las variables evaluadas fueron rendimiento y calidad de tubérculo. El tratamiento con mejor rendimiento fue el T7 (17.46 t ha⁻¹).

Rodríguez (2002) evaluó el efecto en la aplicación de la mezcla física de NPK 12:34:12, cuyo nitrógeno era (Urea), en un caso amoniacal (nitrato de amonio); para determinar la dosis y fuente sobre el efecto en el rendimiento, tamaño del tubérculo, materia seca, proteína y la relación beneficio costo a tres precios del mercado. Los resultados mostraron un rendimiento total con la mejor dosis (450 kg/ha) con el cual se encontró 19 t/ha (papa criolla: cultivar 'yema de huevo') contra un testigo que solo produjo 5.03 t/ha. Hubo respuesta significativa en relación a los tamaños entre el testigo sin fertilizar comparado con los tratamientos fertilizados. En el fraccionamiento no hubo efecto significativo en las variables evaluadas debido a las características morfológicas de la especie.

Rozo y Núñez (2006) evaluaron en Zipaquirá (2590 msnm) y Cogua (2690 msnm) departamento de Cundinamarca, el efecto de la aplicación de diferentes niveles de fósforo y potasio sobre los componentes de rendimiento y gravedad específica en la variedad 'Criolla Colombia'. Las dosis de P₂O₅ fueron 0, 50, 100 y 150 kg/ha y las dosis de K₂O fueron 0, 50, 100 y 150 kg/ha. Los niveles crecientes de fósforo no presentaron respuesta frente a la variable gravedad específica la cual varió de 1.063 a 1.068. 'Criolla Colombia', respondió a la aplicación de fósforo y el rendimiento no se incrementó con la aplicación de niveles superiores a 100 kg de P₂O₅ ha⁻¹ lo cual fue un rendimiento de (34.8 t ha⁻¹). En el caso del potasio, se encontró que esta variedad no respondió a la aplicación de niveles crecientes de este elemento, la diferencia entre el nivel de

150 kg ha⁻¹ de K₂O con un rendimiento de 0.72 t ha⁻¹ y el nivel de 0 kg ha⁻¹ de K₂O con un rendimiento de 1.36 t ha⁻¹

Herrera (2009) evaluó el efecto de aplicación de abonos orgánicos y químicos en el cultivo de la papa (*Solanum Tuberosum*), y su comportamiento en las propiedades físicas del suelo en la comunidad de Cohani, perteneciente al Municipio de Ancoraimes segunda sección municipal de la provincia de Omasuyos del Departamento de La Paz. Las unidades experimentales fueron distribuidas en bloques al azar, consistieron en parcelas de 5 x 4 m, en cuyo centro se cultivó papa y se le aplicaron fertilizantes (Urea y Fosforo diamónico) dosis (80-53-00), materia orgánica (Turba 20 t ha⁻¹), estiércoles de ovino (20 t ha⁻¹) y bovino(20 t ha⁻¹) de donde se obtuvieron siete tratamientos, los cuales fueron T1 (Testigo), T2 (Fertilizante), T3 (estiércol ovino), T4 (estiércol bovino), T5 (Turba), T6 (Fertilizantes + estiércol ovino), T7 (Fertilizantes + estiércol bovino). Los resultados indicaron que tanto el estiércol como los fertilizantes, incrementaron el rendimiento en un 60 % con relación al testigo, con valores de 16.3 t ha⁻¹ con estiércol de ovino y 17.8 t ha⁻¹ con estiércol de bovino en cambio el testigo con 6.1 t ha⁻¹.

Muños y Lucero (2008) realizó un estudio sobre el efecto de la fertilización orgánica en el rendimiento del cultivo de papa criolla grupo Phureja. El ensayo se instaló en la vereda Villa Nueva, Municipio de Providencia (Nariño- Colombia). Se aplicó fertilizante químico compuesto con 13 – 26 – 6 de NPK en dosis de 0, 600, 900 y 1200 kg ha⁻¹ y abono orgánico en dosis de 0, 800, 1000 y 1200 kg ha⁻¹. Los resultados mostraron que la fertilización conjunta de abono químico 13 – 26 – 6 y abono orgánico en dosis de 600 – 800 kg ha⁻¹, dieron los mejores rendimientos de primera y total, (6.36 y 13.88 t ha⁻¹ respectivamente).

Rodríguez *et al.* (2009) realizaron la evaluación de nueve clones de papa criolla durante dos semestres consecutivos, en cuatro localidades del departamento de Antioquia, Colombia. Evaluaron las variables agronómicas: potencial de rendimiento del tubérculo, rendimiento en el proceso de enlatado, gravedad específica, respuesta a *Phytophthora infestans* y estabilidad fenotípica. Se utilizaron bloques completos al azar (BCA), con tres repeticiones; la unidad

experimental estuvo constituida por parcelas de 40 m²; la distancia entre surcos, 1,0 m, y entre sitios, 0,3 m. El estudio permitió seleccionar tres clones superiores de papa criolla, que luego fueron registrados como nuevos cultivares en ese año, estos fueron: 'Criolla latina' (98-68.5) con rendimiento entre 18 y 20 t ha⁻¹, resistencia moderada a *P infestans*, y buena aptitud para enlatados o encurtidos. 'Criolla paisa' (98-70-12) con rendimiento entre 22 y 25 t ha⁻¹, resistencia moderada a *P infestans*, y buena aptitud para consumo en fresco. 'Criolla Colombia' (98-70-12) con rendimiento entre 13 y 15 t ha⁻¹, sensible a *P infestans*, adecuada para consumo en fresco y elaboración de papa precocida congelada.

Seminario y Medina (2009) evaluaron la diversidad de papas nativas en agroecosistemas tradicionales en el distrito de Chota (Cajamarca), se identificaron 41 morfotipos o cultivares, de los cuales, 11 de ellos pertenecen al grupo Phureja, obteniendo un rendimiento de 12 t ha⁻¹ ('chaucha negra') a 18 t ha⁻¹ ('chaucha mashoca'). La altura de planta varió de 60 cm ('chaucha pintada', 'chaucha oque' y 'chaucha amarilla') a 85 cm ('chaucha mashoca'). El número de tallos fue de 3 ('chaucha oque') y 6 ('chaucha amarilla'). El número de tubérculos por planta varió de 16 ('chaucha mashoca') a 25 ('chaucha amarilla'). El tamaño de tubérculos varió 4.5 a 10 cm en largo y 3.8 a 5.2 cm en ancho. El peso promedio por planta varió de 0.59 kg ('chaucha amarilla') a 0.80 kg ('chaucha mashoca'). El porcentaje de materia seca fue de 23.68 % ('chaucha oque') a 28.5 % ('chaucha colorada').

Tamayo *et al.* (s.f) evaluaron el efecto de la fertilización NPK en el rendimiento del cultivar 'Yema de huevo' - Clon Uno, en cuatro municipios productores de papa en el Departamento de Antioquia, Rionegro (2100 msnm) vereda Llano Grande, Centro de Investigación "La Selva" CORPOICA, Carmen de Viboral (2510 msnm), vereda Rivera, La Unión (2510 msnm), vereda Vallejuelos y vereda El Guayabo en Santa Rosa de Osos (2480 msnm). Evaluaron tres niveles de nitrógeno (50, 100 y 150 kg/ha), tres niveles de fósforo (100, 200 y 300 kg/ha) y una dosis constante de potasio (150 kg/ha) y gallinaza (3 t ha⁻¹); la distancia de siembra empleada fue 0.15 m entre plantas y 1.0 m entre surcos. Al realizar un análisis combinado por localidad se encontraron diferencias significativas entre localidades para las variables rendimiento total y tamaño óptimo (diámetro entre

2.5 y 3.5 cm). La mayor producción se obtuvo en el municipio de La Unión, 45.35 t ha⁻¹, la máxima producción se encontró cuando se fertilizó con las máximas dosis de nitrógeno (150 kg/ha) y fósforo (300 kg/ha).

Paca (2009) evaluó la respuesta del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) Variedad chaucha a la aplicación de cuatro tipos de abonos en tres dosis en la comunidad de Chimborazo, de la parroquia San Juan, Cantón Riobamba (Ecuador); se utilizó el diseño experimental bloque completo al azar con arreglo factorial combinatorio incluyendo un testigo absoluto con los abonos de la zona. Se aplicó estiércol de bovino descompuesto y abono de ovino descompuesto, abonos comerciales ecuabonaza y bioway, con aplicaciones de dosis de 10,20 y 30 t ha⁻¹. La mayor producción de papa variedad chaucha por parcela neta y por hectárea fue con la dosis de 30 t ha⁻¹ de abono orgánico de ovino, con el cual se obtuvo un rendimiento de 12,3 t ha⁻¹ en cambio la utilización de ecoabonaza en dosis bajas permitió tener una mejor tasa de rendimiento marginal, puesto que alcanzó 690.43% siendo el más rentable, con rendimientos de 8.5 t ha⁻¹ y 8.9 t ha⁻¹ respectivamente.

Rojas y Seminario (2014) evaluaron la productividad de diez cultivares promisorios de papa chaucha de la región Cajamarca. Las variables consideradas fueron: altura de planta, número de tallos, número total de tubérculos, número de tubérculos comerciales, peso total de tubérculos, peso de tubérculos comerciales, materia seca del tubérculo, índice de cosecha y peso seco del follaje. Los resultados fueron: El rendimiento varió de 5.0 ('Huagalina') a 11.5 t ha⁻¹ ('Amarilla mahuay') con una media de 8.6 t ha⁻¹. Los cultivares 'Limeña' y 'Huagalina' fueron estadísticamente inferiores al resto de los cultivares, en peso total del tubérculo y peso de tubérculos comerciales. Los mejores índices de cosecha se registraron en 'Huagalina' (46 %), 'Amarilla mahuay' (45 %) y 'clavelina 2' (42 %). El número de tallos fue 8 ('Amarilla') y 19 ('Huagalina'). La altura de planta varió de 60.7 cm ('Huagalina') a 80.2 cm ('Mulla'). Los promedios de materia seca de los tubérculos (MST) variaron de 24 % (Montañera 2) hasta 28 % ('Huagalina').

Seminario *et al.* (2016) evaluaron el potencial productivo de doce cultivares de papa chaucha para identificar los cultivares con mayor producción de tubérculos comerciales. Se usó el diseño Bloque Completos al Azar con doce tratamientos (cultivares) y tres repeticiones. Se evaluó altura de planta, número de tallos, número total de tubérculos, peso total de tubérculos, número de tubérculos comerciales y peso de tubérculos comerciales. La información fue sometida a análisis de varianza y prueba de comparación de rango múltiple de Tukey. Todas las variables evaluadas demostraron alta significación estadística entre tratamientos. En los resultados obtenidos, la altura de planta promedio fue 64,8 cm, el número total de tubérculos varió de 9 a 66 y el peso total varió de 374,7 g a 1137,5 g por planta. Los tubérculos comerciales representaron entre 65 % y 98 % con un promedio de 90%. Los mejores rendimientos de tubérculos comerciales correspondieron a los cultivares 'Roja 2' (28 t ha⁻¹), 'Piña amarilla' (26,6 t ha⁻¹) y 'Montañera' 3 (25,6 t ha⁻¹).

Seminario *et al.* (2017) evaluaron el rendimiento de tubérculos y las variables relacionadas de 17 cultivares de papa del grupo Phureja, de la región Cajamarca-Perú. El experimento se realizó en el valle de Cajamarca (2650 msnm) en diseño de bloques completamente randomizado, con 17 tratamientos (cultivares) y tres repeticiones, sembrados a 0,90 m entre surcos y 0,40 m entre plantas. Se evaluó altura de planta, número de tallos, número y peso total de tubérculos, número y peso de tubérculos comerciales, materia seca de tubérculos y follaje (%), índice de cosecha, gravedad específica y rendimiento de tubérculos por hectárea. Los datos fueron tratados mediante análisis de varianza y prueba de rango múltiple de Tukey ($p \leq 0,05$). En los resultados, el rendimiento de tubérculos varió de 8,2 t ha⁻¹ a 27,4 t ha⁻¹ y el promedio fue de 15,5 t ha⁻¹. El índice de cosecha promedio fue de 65 %. Los tubérculos comerciales representaron entre 49 % y 97 %. Los cultivares presentaron diferencias estadísticas altamente significativas en rendimiento por hectárea, altura de planta, número de tallos, número total de tubérculos, número de tubérculos comerciales y peso de tubérculos comerciales.

Seminario *et al.* (2018) evaluaron el rendimiento total y comercial de tubérculos de quince cultivares de papa (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja). Se evaluaron cultivares tradicionales, amarillos y precoces, de la región Cajamarca, Perú, para

identificar los cultivares más productivos dentro del grupo en estudio. El trabajo se efectuó en una parcela de la Universidad Nacional de Cajamarca: 7° 10' LS y 78° 30' LW, 2670 msnm. La plantación se realizó a 0,90 m y 0,40 m entre surcos y entre plantas, respectivamente; en diseño de bloques completamente al azar, con tres repeticiones. Se evaluó altura de planta, número de tallos, número y peso total de tubérculos, número y peso de tubérculos según categorías, gravedad específica, materia seca de tubérculos y de follaje, e índice de cosecha. En los resultados se encontraron diferencias significativas entre cultivares para número total de tubérculos, número de tubérculos comerciales, peso de tubérculos comerciales, altura de planta, número de tallos, materia seca de los tubérculos e índice de cosecha. Los mejores cultivares en rendimiento de tubérculos fueron 'Blanca amarilla' (27,8 t ha⁻¹), 'Limeña huachuma' (27,4 t ha⁻¹), 'Llanqueja' (25,0 t ha⁻¹), 'Amarilla redonda' (23,3 t ha⁻¹) y 'Piña amarilla' (21,8 t ha⁻¹).

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Domesticación de la papa.

El centro genético incásico sudamericano es una de las regiones agrícolas más ricas y de mayor diversidad biológica en el mundo, ubicado en las regiones montañosas en los Andes Centrales y constituyendo el asiento más importante como centro de origen genético de un gran número de especies, variedades y ecotipos vegetales útiles al hombre. La papa muestra un gran ejemplo de este hecho (Chavez sf.). Al sur de Colombia, Ecuador Bolivia y Perú, se han identificado 199 especies silvestres que producen tubérculos y que son afines a las papas (Spooner e Hijmans, citado por FAO 2010).

El proceso de domesticación y cultivo de la papa empezó hace miles de años, en los valles interandinos y las vertientes occidentales de los Andes peruanos, donde el tuberífero evolucionó en su remarcable diversidad genética. Cuando los europeos llegaron a América, la población andina ya era altamente dependiente de la papa cultivada (Chavez sf.).

La domesticación de la papa fue iniciada por los pobladores andinos hace unos 8 mil años, pero la evolución continúa en estas zonas, donde todavía subsisten plantas de papa en estado silvestre. Estos son el resultado de un proceso de selección natural y conservación, con un arduo trabajo de uso de tecnologías ancestrales que datan de épocas anteriores a los Incas. En las zonas de diversidad, con un determinado número de variedades, el intercambio de polen y el flujo genético es constante y continuamente surgen nuevas variedades (Portillo citado por Ortega *et al.* 2005).

2.2.2. Origen de la papa Phureja.

El origen de la papa cultivada, en general, no se conoce con precisión, al parecer, el centro de origen de esta especie se encuentra en el altiplano entre Perú y Bolivia, alrededor del lago Titicaca, debido a que en esta zona se encuentra la mayor variabilidad genética de especies silvestres y variedades cultivadas de papa (Hawkes 1994).

según (Rodríguez *et al.* 2009) 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.

Por otro lado, 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).

2.2.3. Distribución del grupo Phureja.

S. tuberosum grupo Phureja se encuentra cultivado preferentemente, en la parte oriental de los Andes y usualmente entre los 2000 – 3400 msnm. Su distribución geográfica se extiende desde el noroeste de Bolivia, toda la región oriental de los Andes peruanos, hasta Colombia y parte de Venezuela. Los cultivares

pertenecientes a este grupo son precoces, de ahí su nombre nativo en Aymara, *phureja*, sus tubérculos no tienen periodo de reposo y es posible establecer ciclos de siembra - cosecha tres o cuatro veces al año (Ochoa 2001).

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

Las papas conocidas en la región Cajamarca (Perú) como chauchas, pertenecen al grupo Phureja (de nueve grupos en total) (Huamán y Spooner 2002. Huamán 2008) 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). 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 (Gómez *et al.* 2012).

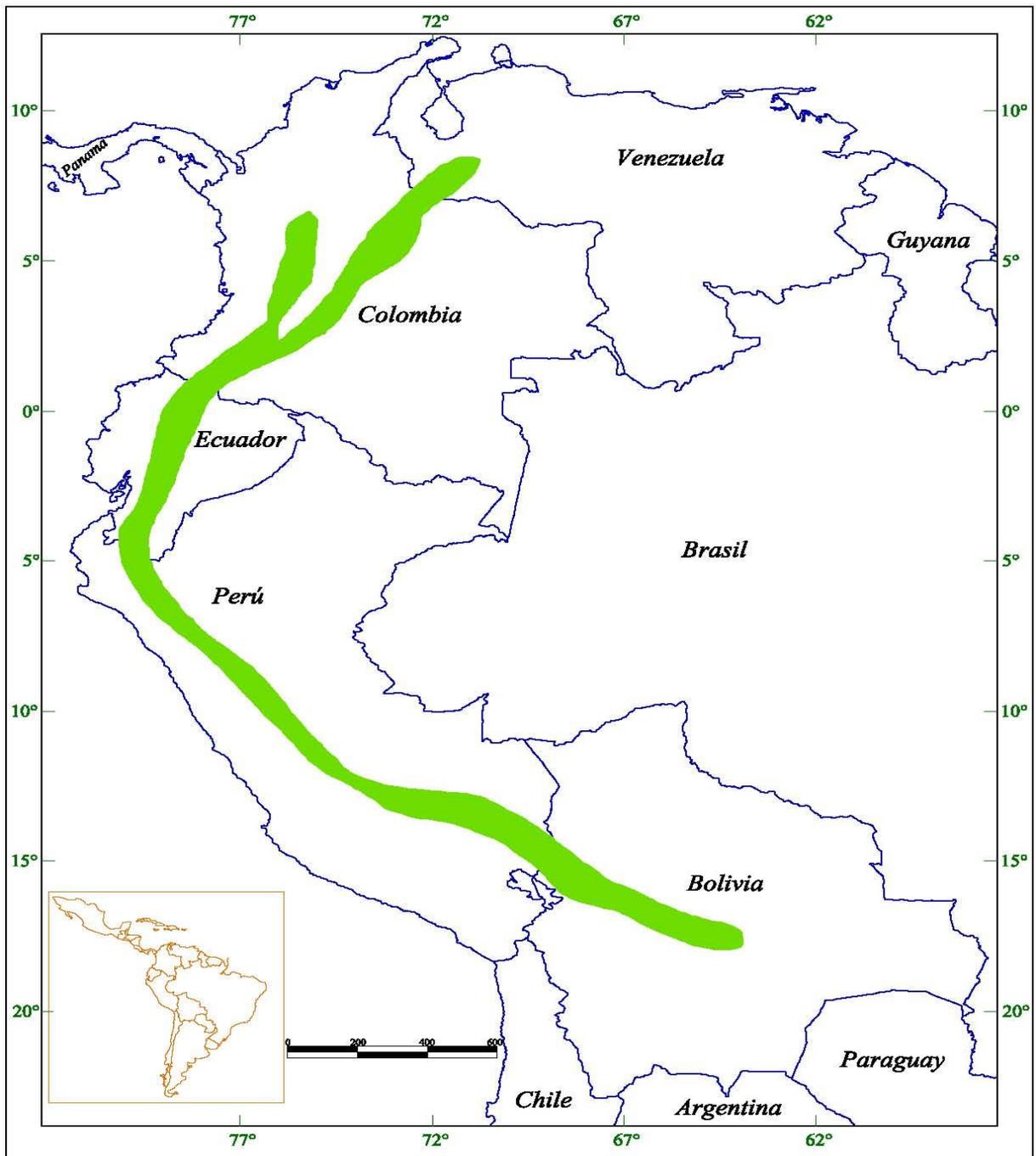


Figura 1. Distribución geográfica de las 98 accesiones de *Solanum phureja* (área sombreada) de la colección en custodia en el CIP (Hawkes citado por Ghislain *et al.* 1999).

2.2.4. Características de la papa Phureja.

a) Precocidad.

El periodo vegetativo en promedio es de 90 a 120 días (4 meses), considerado como un periodo corto en nuestro medio. También es característica de las especies la carencia de periodo de reposo del tubérculo y su alto valor nutritivo, superior a la papa de año o papa común. Esta especie de papa es muy susceptible a heladas y por ello se cultiva comercialmente en regiones comprendidas entre 1700 – 3000 msnm (Del Valle 1993).

b) Resistencia a plagas y enfermedades.

Las papas chauchas, han sido ampliamente utilizados en investigaciones genéticas de la papa y en programas de mejoramiento; son una fuente valiosa por sus características de resistencia a la Marchitez Bacteriana causada por *Ralstonia solanacearum*, a *Phytophthora infestans* y a ciertas enfermedades virosas de la papa, tales como PVX, PVS, PMV y PVA; adicional, se ha reportado como fuente de tolerancia al calor y adaptación a zonas templadas (Ochoa 2001).

c) Color de piel y carne de los tubérculos de papa Phureja.

El color de piel de los tubérculos es una consecuencia directa de la interacción de tres alelos dominantes, en la cual una expresión recesiva determina la ausencia de pigmentación en la peridermis. Según Medina (2009) el color de piel de las papas chauchas es blanco-crema, amarillo, anaranjado, rosado, rojo, rojo-morado, marrón y negruzco, incluso hay cultivares bicolor. En general los cultivares que son destinadas al mercado se agrupan en tubérculos de piel blanca, amarilla y roja, en cuanto al color de la materia interna (corteza, tejido medular y parénquima vascular de reserva), genéricamente conocida con el término de pulpa o "carne", se suelen agrupar en dos bloques: de carne blanca y amarilla. En cada caso, se puede acompañar con un segundo término referido a la tonalidad (cremoso, claro u oscuro).

d) Usos de la papa Phureja.

Medina (2009) menciona que este cultivo en Chota 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, en emplastos o rayado.

Según Ligarreto *et al.* (2003) las papas chauchas son utilizados 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.

Entre los parámetros utilizados por la industria para la selección de cultivares de papa destacan el tamaño y la forma, así, 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).

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 (Estrada 2000). Otra de las características para el uso industrial son la ausencia de pigmentos antocianinas y ojos superficiales del tubérculo (Ligarreto y Suárez 2003). 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). La

baja temperatura en almacenamiento, causa un incremento en los azúcares reductores (glucosa y fructosa), fenómeno que es conocido como endulzamiento del tubérculo (Ñustez 2001).

En los países andinos el consumo fresco de las papas chauchas es especialmente en sopas (como espesantes) y puré, dando buen sabor a las comidas, obteniendo así mayor aceptación en el consumidor y mercado.

2.2.5. Rendimiento de cultivares de papa Phureja.

Perú es el principal productor de papa de América Latina, con una cosecha récord en 2007 de casi 3,4 millones de t ha⁻¹. La producción de papa está principalmente en manos de los pequeños campesinos, a una altura de entre 2 500 y 4 500 metros sobre el nivel de mar, en los Andes centrales (Gómez 2014).

En cuanto a la producción de papa criolla en Colombia, El área dedicada al cultivo de papa criolla es relativamente modesta comparada con el área dedicada a papa común. En el periodo 2002 - 2009 representó apenas entre un 5.6 y 6 % de ésta; el área sembrada de papa criolla pasó de 6 520 hectáreas a 8 140 hectáreas con una tasa de crecimiento medio anual relativamente modesto de 3.22 %, mientras que el área dedicada a papa común pasó de 106 096 a 125 836 hectáreas (2.5 % de incremento anual) en el mismo intervalo de tiempo (MADR 2009). Entre los años 2006 y 2009 la producción de papa criolla presentó un repunte importante al pasar de 64 600 a 80 655 toneladas, debido al efecto combinado del área y de los rendimientos, los cuales experimentaron una mejora del 6.2 y 1.86 %, respectivamente.

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⁻¹. 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 (Bonilla *et al* 2009),

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⁻¹, 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⁻¹. (Bonilla *et al.* 2009).

Tabla 1. Rendimiento y componentes de varios estudios realizados sobre papa chaucha (grupo Phureja).

Autor	Lugar	Rendimiento	Distanciamiento y fertilización o abonamiento	Resultados importantes
Rodríguez <i>et al.</i> (2009)	Colombia, Antioquia (2650 msnm)	<ul style="list-style-type: none"> - 'Criolla latina' (18 y 20 t ha⁻¹). - 'Criolla paisa' (22 y 25 t ha⁻¹). - 'Criolla Colombia' (13 y 15 t ha⁻¹). 	- 1 m entre surcos, 0.30 m entre plantas.	- La gravedad específica, presentó diferencias significativas entre localidades, más no entre clones.
Muños y Lucero (2008)	Colombia, Nariño (2520 msnm)	13.8 t ha ⁻¹	- 1 m entre surcos, 0.30 m entre plantas.	- La altura de planta promedio fue 64,8 cm. El número total de tubérculos varió de 9 a 66 y el peso total varió de 374,7 g a 1137,5 g por planta. El análisis de varianza para el rendimiento total, presentó diferencias estadísticas altamente significativas para el abono químico y abono orgánico y la interacción de ambos.
Rojas Seminario (2014)	Cajamarca, Perú (2670 msnm)	<ul style="list-style-type: none"> - 'Huagalina' (5.0 t ha⁻¹). - 'Amarilla mahuay' (11.5 t ha⁻¹) 	- 0.90 m entre surcos, 0.40 m entre plantas	<ul style="list-style-type: none"> . Índices de cosecha (42 % a 46%) - Número de tallos (8 a 19) - Altura de planta (60.7 a 80.2 cm) - Materia seca (24 a 28%)

Seminario y Medina (2009)	Cajamarca, Perú (3200 msnm)	7 a 25 t ha ⁻¹	- 1 m entre surcos, 0.40 m entre plantas.	- Número de tallos (3 a 7) - Materia seca (21 a 33%) - Número de tubérculos (11 a 27 por planta)
Seminario et al. 2016	Cajamarca, Perú (2536 msnm)	'Roja 2' (28 t ha ⁻¹), 'Piña amarilla' (26.6 t ha ⁻¹) y 'montañera 3' (25,6 t ha ⁻¹)	-0,90 m entre surcos y 0,40 m entre plantas.	- La altura de planta promedio fue 64,8 cm. El número total de tubérculos varió de 9 a 66 y el peso total varió de 374,7 g a 1137,5 g por planta.
Seminario et al. 2017	Cajamarca, Perú (2650 msnm)	De 8,2 t ha ⁻¹ a 27,4 t ha ⁻¹ y el promedio fue de 15,5 t ha ⁻¹ .	-0,90 m entre surcos y 0,40 m entre plantas.	-El índice de cosecha promedio fue de 65%. Los tubérculos comerciales representaron entre 49% y 97%
Seminario et al. 2018	Cajamarca, Perú (2670 msnm)	'Blanca amarilla' (27,8 t ha ⁻¹), 'Limeña huachuma' (27,4 t ha ⁻¹), 'Llanqueja' (25,0 t ha ⁻¹), 'Amarilla redonda' (23,3 t ha ⁻¹) y 'Piña amarilla' (21,8 t ha ⁻¹).	-0,90 m y 0,40 m entre surcos.	La variación de la materia seca (20,0% a 28,4%). El valor de la gravedad específica fue alrededor de 1.

2.3. Abonamiento orgánico.

Los abonos orgánicos son materiales de origen natural en contraposición a los fertilizantes sintéticos, la calidad de los abonos orgánicos depende de sus materias primas y de su proceso de preparación. Se califica según su potencial de vida mas no por su análisis químico (Mejía y Palencia 2008).

Los abonos orgánicos se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Estos pueden consistir en residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha, cultivos para abonos en verde, restos orgánicos de la explotación agropecuaria, desechos domésticos, compost preparado con las mezclas de los compuestos antes mencionados, etc. (Borrero 2008).

2.3.1. Tipos de abonos orgánicos.

Fernández (2000) menciona que las principales fuentes de abonos orgánicos son: estiércoles y purines, rastrojos enterrados, residuos de cosechas y cultivos enterrados en verde, en los cuales los estiércoles son restos orgánicos de origen animal en los que desde la antigüedad se basaba toda la fertilización orgánica básicamente. Hoy en día las aplicaciones de estiércoles son bastante reducidas y generalmente, solo se usan en cultivos hortícolas cuyas producciones compensan esta aportación.

En la actualidad se conoce como gallinaza la 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 decamaciones 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 (Marshall 2000).

a) Bocashi.

La palabra Bocashi es japonesa y significa "abono fermentado", que quiere decir esfumación del efecto directo del abono de materia orgánica cruda o cocer en el vapor los materiales, aprovechado por el calor producido mediante la fermentación (Véliz 2014).

La fabricación de este tipo de abono conlleva a un proceso de descomposición aeróbica y termofílica de residuos orgánicos a través de poblaciones de microorganismos quimioorganotróficos, bajo condiciones controladas que producen un material parcialmente estable de lenta descomposición en condiciones favorables (Meléndez 2003).

Entre los principales efectos del uso del Bocashi se tienen: a) Mejoramiento de la fertilidad del suelo, mejorando su enraizamiento; b) Reducción de las enfermedades, la planta se vigoriza por las sustancias activas fisiológicas producidas por los microorganismos; c) Activación de la planta, por la presencia de sustancias fisiológicamente activas (Galeano 2000, citado por Véliz 2014).

b) Lombricompost o vermicompost.

La producción de lombricompost es el tratamiento de los desechos orgánicos no tóxicos, utilizando la lombriz de tierra, la cual posee la capacidad de transformar los elementos orgánicos indeseables en materiales de mejor estructura, inodoros y mucho más fértiles, que mejoran la aireación del suelo y aumentan el contenido de bacterias benéficas, permitiendo que estos suelos se tornen más productivos. Con este método de producción de abonos orgánicos los costos de producción de los mismos se reducen sustentablemente, debido al uso de materiales de desecho producidos en la finca y zonas verdes; siendo las lombrices las que realizan todo el trabajo de descomposición y conversión a abono (Barquero 2001).

El humus de la lombriz está compuesto principalmente por oxígeno, carbono, nitrógeno e hidrógeno, como también una gran cantidad de microorganismos. Las cantidades de estos elementos dependerán de las características químicas del sustrato que dieron origen a la alimentación de lombrices (Fernández 2002, citado por Véliz 2014).

El abono de lombriz (compost) se utiliza con excelentes y eficientes resultados en el cultivo de caña de azúcar a razón de 1 kg por metro de surco, y en el cultivo de café se utilizan de 1 a 2 kg/planta. En cambio, en las flores y los helechos se debe usar 0.5 kg/m², en los almácigos, a razón de 3 partes de suelo por una de lombricompost, además en los pastos y canchas 150 g/m², y como también en las macetas se utiliza una porción de 100 g de Lombricompost (Véliz 2014).

La forma de aplicación más apropiada es localizar el humus en golpes entre las plantas o en bandas. El compost de lombriz, como todo abono orgánico, se usa en época lluviosa. Se extiende sobre la superficie del terreno, regando abundantemente para que la flora bacteriana se incorpore rápidamente al suelo. Nunca se debe enterrar porque sus bacterias requieren oxígeno. Si se aplica en el momento de la plantación favorece el desarrollo radicular. Por otra parte, al hacer más esponjosa la tierra, disminuye la frecuencia de riego, (Martínez y Ramírez 2000, citados por Veliz 2014).

2.3.2. Abonamiento con compost de lombriz.

Es la más sostenible ecológicamente y la preferida por las personas que buscan la obtención de alimentos más sanos y por procedimientos menos contaminantes. Se trata de añadir al suelo compost, que es el producto de la lenta descomposición de residuos orgánicos. El humus de lombriz es un compost obtenido durante el crecimiento de diversas especies de lombriz de tierra. Los sustratos orgánicos sirven de alimento a la lombriz, estos son transformados en su sistema digestivo y dejan como residuo este fertilizante de excelentes propiedades (Sepúlveda SF).

Si bien todo tipo de fertilización aporta al suelo los nutrientes necesarios, hacerlo con humus de lombriz tiene ventajas adicionales frente a las otras prácticas posibles. Se mencionan a continuación:

- **Mejora la estructura del suelo:** La disponibilidad de nutrientes no es la única característica que permite a un suelo sustentar un cultivo, también es importante que el suelo tenga una estructura que favorezca la retención de esos nutrientes, del agua y la circulación de aire (Solís *et al.* 2010).
- **Aumenta la microfauna del suelo:** Un gramo de suelo fértil tiene millones de bacterias, hongos y levaduras que en sus procesos vitales transforman sustancias orgánicas e inorgánicas que luego son fácilmente aprovechables por las plantas. El principal ejemplo son las bacterias que fijan el nitrógeno del aire y lo transforman en nitratos, que es la forma en que puede ser absorbido por las raíces de las plantas. El humus de lombriz enriquece la fauna del suelo y neutraliza las condiciones extremas que pueden ponerla en peligro (como acidez y salinidad), la fertilización química puede en cambio acentuarlas (Solís *et al.* 2010).
- **Facilita la disponibilidad de los nutrientes:** Muchos elementos se encuentran en el humus en la forma que son aprovechados por las plantas, lo que significa un ahorro de tiempo entre la adición del abono y su incorporación a las plantas. Cuando se añade el sustrato orgánico directamente, hay que esperar algunos días o semanas para que estos nutrientes estén disponibles tras su descomposición (Solís *et al.* 2010).

2.3.3. El uso del humus en los cultivos.

El uso del humus da al sustrato un valor agregado, permitiendo valorarlo como un abono completo y eficaz mejorador de suelos. Tiene un aspecto terroso, suave e inodoro, facilitando una mejor manipulación al aplicarlo (Tenecela 2012).

El humus de lombriz es una solución a los problemas del uso de fertilizantes químicos, porque no contamina el medio ambiente además es el fertilizante orgánico más completo e integral que se conoce (Tenecela 2012).

El humus de lombriz se usa para abonar los suelos y además de nutrir a la planta enriquece microbiológicamente al suelo, activando las hormonas fitoreguladoras del crecimiento, lo que conlleva a proporcionarle a la planta mayor resistencia contra plagas y enfermedades (Loaiza 2008).

Tabla 2. Composición química del abono orgánico compost.

Elemento	Porcentaje (%)
Humedad	30 - 60
Ph	6.8 - 7.2
Nitrógeno	1 - 2.6
Fosforo	2
Potasio	1 - 2.5
Calcio	2
Magnesio	1 - 2.5
Materia orgánica	30 – 70
Carbono orgánicos	14 – 20
ácido fúlvicos	14 – 20
Ácido húmicos	2.8 - 5.8
Sodio	0.02
Cobre	0.05
Hierro	0.02
Manganeso	0.006

Fuente: Espinoza (2001), citado por Véliz 2014.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación geográfica del experimento.

El experimento se instaló 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 Cajamarca a 7° 10' LS y 78° 30' LW, a 2670 msnm. Pertenece a la región Quechua Baja, tiene las siguientes características meteorológicas: Temperatura promedio anual de 14.7 °C, humedad relativa de 64.5 % y precipitación promedio anual de 651 mm. Su clima es templado seco.

Tabla 3. Datos meteorológicos registrados durante los meses en que se realizó el experimento: de mayo a setiembre del 2017.

Meses	Temperatura			Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)
	Máxima (°C)	Mínima (°C)	Media (°C)		
Mayo	21.5	8.8	15.15	47.2	70
Junio	21.9	6.5	14.2	12	62
Julio	21.7	5.4	13.55	2.3	55
Agosto	22	6.5	14.25	20.9	60
Setiembre	22.1	8.3	15.2	21.5	54

Fuente: Estación meteorológica Augusto Weberbauer, CONVENIO UNC-SENAMHI (2017).

3.2. Materiales.

Material biológico: Se usaron dos cultivares de la colección de *S. tuberosum* grupo Phureja del Programa de Raíces y Tubérculos Andinos, Facultad de Ciencias Agrarias-Universidad Nacional de Cajamarca. Los cultivares fueron Chaucha ‘Amarilla redonda’ y ‘Chaucha Llanqueja’. La ‘Amarilla redonda’, tiene una etapa vegetativa de 40 días, una etapa reproductiva que empieza a los 17 días después del botón floral hasta 68 días. En total su periodo vegetativo es de 109 días. La ‘Llanqueja’ tiene una etapa vegetativa de 29 días, una etapa reproductiva que empieza a los 16 días después del botón floral hasta 55 días, y en total un periodo vegetativo de 97 días (Tapia 2017).

3.2.1. Insumos

➤ Fertilizantes

- Compomaster papa Sierra, 15-24-14 (NPK) + 2MgO + 5 S
- Humus de lombriz
- Abono foliar (Triofol Mix)

Componentes:

- Auxinas 0.036 %
- Citoquininas 0.040 %
- Giberelinas 0.040 %
- Extracto de origen vegetal 820 g/l
- Extracto de algas marinas 7.00 %
- Acido carboxílico 7.00 %
- Amino ácidos libres 3.00 %

➤ Insecticidas

- Matador: methamidophos 600 g/l

➤ Fungicidas:

- Ridomil: Metalaxyl M 40 g/kg mancozeb 640 g/kg

3.2.2. Materiales de campo

- Adherente
- Láminas de identificación
- Libreta de campo
- Planos y croquis del área
- Cordel.
- Estacas.

- Lampa.
- Palana.
- Pico.
- Manguera
- Wincha de 60 metros.
- Vernier
- Yeso.
- Bomba de Mochila de 20 litros

3.2.3. Materiales y equipos

- Balanza electrónica
- Cuchillas
- Bolsas de papel
- Lejía
- Alcohol
- GPS
- Altímetro
- Computadora
- Cámara digital
- Calculadora

3.2.4. Material de Escritorio

- Cuaderno
- Lapiceros
- Plumón indeleble
- Papel bond A4_80g
- Cinta adhesiva
- Tóner para impresora
- Escaneados
- Cuchillas
- Tijeras

3.2.5. Análisis físico químico del suelo.

Antes de realizar la siembra se realizó el análisis físico químico del suelo, lo cual consistió en recolectar 8 sub-muestras del área en estudio 187.92 m², luego se mezcló todas las sub-muestras en un recipiente y se seleccionó una muestra de 1kg de suelo, el cual fue analizado en el Laboratorio de Suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA (Estación Experimental Baños de Inca). Los resultados del análisis fueron los que se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Análisis de suelo de la parcela utilizada en el experimento.

Código de laboratorio	P ppm	K ppm	pH	M.O %	Al meq/100g	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
SU0787-EEBI-17	21.47	290.0	6.2	2.13	..	42	16	42	Ar

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

Según la Tabla 4, el suelo pertenece a la clase textural arcilloso, con un pH de ligeramente ácido, presenta un nivel medio en potasio y materia orgánica, un nivel alto en fosforo. La recomendación de abonamiento (del laboratorio) fue 150 de N, 110 de P₂O₅ y 105 de K₂O kg ha⁻¹.

3.2.6. Análisis físico químico del humus.

El análisis físico químico del humus, lo cual consistió en mezclar para luego sacar una muestra de un 1kg, el cual fue analizado en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria la Molina. Los resultados del análisis fueron los que se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Análisis de humus de lombriz.

Nº Lab	pH	C.E. ds/m	M.O %	N	P2O5 %	K2O %	CaO %	MgO %	Hd	Na
549	7.08	6.14	22.04	0.9	3.68	1.33	2.43	0.6	15.61	<u>0.1</u>

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria, La Molina

3.3. Metodología.

El experimento se realizó entre mayo y setiembre del 2017. Se utilizaron dos cultivares de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja), 'Amarilla redonda' y 'Llanqueja'.

3.3.1. Diseño experimental.

Por las características del estudio se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con arreglo factorial 2C X 3A y tres repeticiones. Los tratamientos formados fueron conformados por la combinación de factores (Tabla 6), se distribuyó al azar en los bloques.

Tabla 6. Factores niveles y tratamientos en estudio.

Factores	Niveles	tratamientos	código
Cultivar (C)	C1: A. redonda	Chaucha Amarilla redonda más 0 t de abono	T1
	C2: A. llanqueja	Chaucha Amarilla redonda más 2.5 t de abono	T2
		Chaucha Amarilla redonda más 5 t de abono	T3
Abono (A)	A1: 0 t/ha	Chaucha Llanqueja más 0 t de abono	T4
	A2: 2.5 t	Chaucha Llanqueja más 2.5 t de abono	T5
	A3: 5 t	Chaucha Llanqueja más 5 t de abono	T6

Cada tratamiento (combinación de cultivar más abono) tuvo tres repeticiones; cada repetición estuvo formada por tres surcos de ocho plantas cada uno, (en total $8 \times 3 = 24$ plantas por tratamiento), sembradas a distanciamientos 0.90 m entre surcos y 0.40 m entre plantas. Para la evaluación se tomó el surco central, sin tomar en cuenta las plantas de los extremos para evitar el efecto de borde (6 planta muestra).

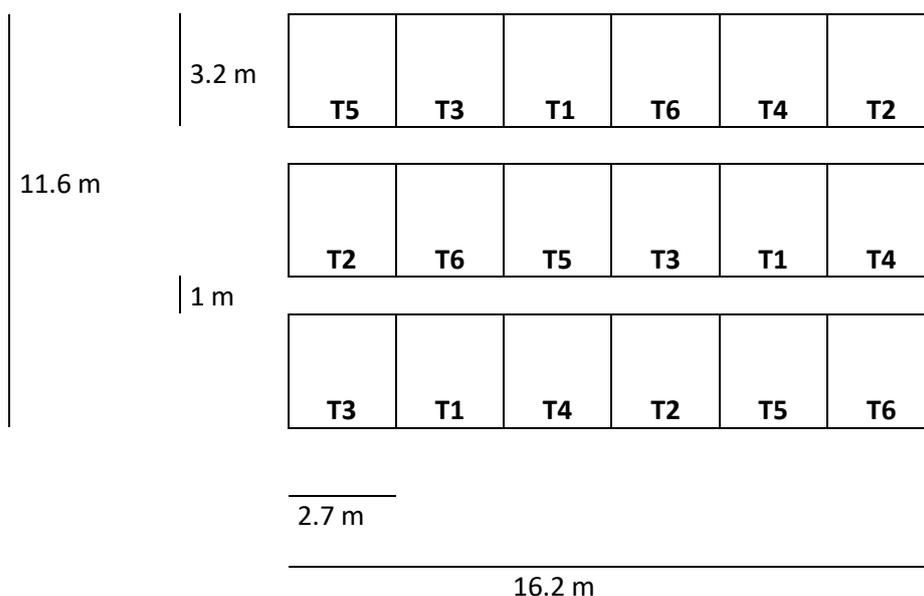


Figura 2. Croquis del campo experimental.

3.3.2. Conducción del experimento en campo.

3.3.2.1. Preparación del terreno.

La preparación del suelo se realizó 15 días antes de la siembra y se lo hizo con tractor. Primero se realizó la aradura, luego se pasó mullidora, para luego nivelar el terreno cuya área de 187.9 m² parcelado en tres bloques de 51.84 m². Para evitar inundaciones o encharcamiento, se trazaron los surcos. Se hizo el surcado 18 surcos por bloque, con los distanciamientos establecidos para el experimento.

3.3.2.2. Selección de la semilla.

Diez días antes de la siembra, la semilla de papa se puso en un lugar cálido (invernadero) donde recibieron mucha luz, para que empiece el brotamiento.

Un día antes de la siembra se realizó la selección de 432 semillas por cultivar, el criterio fue de elegir semillas de apariencia sana, sin daños físicos. Luego se procedió al pesado de los tubérculos. Estos tubérculos pesaron en promedio 28.6 g y un rango de 19.4 a 37.8 g.

3.3.2.3. Fertilización y abonamiento.

Se hizo una fertilización de fondo para todos los tratamientos con el fertilizante compuesto compomaster, cuya composición es 15-24-14 (NPK) +2MgO+ 5 S, a

una dosis de 10.8 g por golpe (300 kg/ha) al momento de la siembra. Además, se aplicó humus de lombriz en dos dosis de 90 g y 180 g por golpe (2.5 y 5 t ha⁻¹) dado que las variables eran la dosis de abono y los cultivares.

3.3.2.4. Siembra.

La siembra se realizó el 25 de mayo del 2017. Las semillas estaban en estado de brotamiento múltiple. La distribución de la semilla se realizó de acuerdo al croquis (Figura 2), distribuyendo un cultivar en cada surco, 8 semillas por surco y un tubérculo por golpe, con distanciamientos de 0.40 m entre plantas y 0.90 m entre surcos (27 778 plantas/ha). Se usaron tubérculo semilla de apariencia sana, sin daños físicos. Los tubérculos pesaron 28.6 g en promedio y un rango de 19.4 a 37.8 g.

3.3.2.5. Riego.

El primer riego se realizó cuatro días después de la siembra. Los siguientes riegos se realizaron cada dos días, durante el mes de junio. Posteriormente en los meses de julio y agosto, los riegos se realizaron cada 4 días preferentemente por las tardes, para mantener la humedad del suelo cerca de la capacidad de campo y elevar la humedad relativa alrededor de las plantas como prevención del daño por bajas temperaturas (heladas).

3.3.2.6. Deshierbo.

Esta labor se realizó, para evitar malezas que puedan competir con la papa en la absorción y el uso de luz, agua y nutrientes además evitar riesgos de infección de plagas y enfermedades. El primer deshierbo se realizó manualmente a los 20 días después de la siembra, cuando la planta de papa tenía una altura de 15 a 20 cm de altura. El control de malezas posteriores se realizó conforme aparecieron las malezas.

3.3.2.7. Aporque.

Se realizaron dos aporques, el primero se realizó a los 30 días, y el segundo a los 65 días después de la siembra, este último se realizó antes de la floración.

3.3.2.8. Control sanitario.

La época en que se realizó el experimento no fue propicia para el desarrollo del hongo *Phytophthora infestans*, que produce la racha, aunque en el mes de junio

todavía se produjeron algunas lluvias, por lo cual fue necesario hacer aplicaciones de ridomil (Metalaxil – M, 0.017 %), efectivo en el control preventivo y curativo, Se realizaron dos aplicaciones con bomba de mochila fumigadora de 20 litros de capacidad. La dosis fue de 50 g por mochila. La época si fue propicia para el ataque de plagas. El control se realizó con el insecticida tifón (0.05 %) para “pulga saltona” (*Epitrix subcrinita*), “escarabajo de hoja” (*Diabrotica undecimpunctata*), “mosca minadora” (*Liriomyza huidobrensis*) y “trips” (*Frankliniella williamsi*), a una dosis de 30 ml por mochila de 20 litros de capacidad.

También se aplicó el abono foliar trifol mix: Auxinas 0.036 %, citoquininas 0.040 %, giberelinas 0.040 %. Según el fabricante es un extracto de origen vegetal 820 g/l, extracto de algas marinas 7.00 %, ácido carboxílico 7.00 %, amino ácido libres 3.00 % a inicios de floración, una dosis de 50 ml por mochila.

3.3.2.9. Cosecha.

La cosecha se realizó el 25 de setiembre del 2017. Se efectuó manualmente con picos y lampas a los cuatro meses después de la siembra, cuando el cultivo había alcanzado su madurez comercial y el follaje estaba clorótico. Se cosecharon 6 plantas por tratamiento, descartando las plantas de los extremos de cada cultivar para evitar el efecto de borde.

3.3.3. Evaluaciones realizadas en campo:

3.3.3.1. Número total de tubérculos (NTT).

Al momento de la cosecha se contaron todos los tubérculos de cada planta evaluada (comercial y no comercial).

3.3.3.2. Número de tubérculos comerciales.

De acuerdo a las medidas de los diámetros se procedió hacer la selección de tubérculos comerciales y no comerciales según el diámetro mayor, clasificando así: de primera (>4 cm), segunda (2- 4 cm) y tercera (< 2 cm) (Rodríguez *et al.* 2009). Los tubérculos que estuvieron dentro de los grupos de primera y de segunda, fueron considerados comerciales, los tubérculos del grupo de tercera fueron considerados no comerciales.

3.3.3.3. Peso total de tubérculos.

Fueron pesados todos los tubérculos, comerciales y no comerciales. A partir de este peso se obtuvo el rendimiento de tubérculos por hectárea, según la fórmula de (Hay, Walker 1989), que es como sigue:

Rendimiento tubérculos (kg ha⁻¹) = Población de plantas por hectárea x N° tubérculos por planta x peso promedio del tubérculo fresco.

En nuestro caso, la población fue de 27778 plantas por hectárea.

3.3.3.4. Peso de tubérculos comerciales.

Se pesaron los tubérculos que tenían ≥ 2 cm de diámetro.

3.3.3.5. Número de tallos por planta.

Se realizó el conteo del número de tallos sobre la superficie del suelo por planta (de acuerdo al tratamiento), a los tres meses después de la siembra, cuando las plantas alcanzaron aproximadamente un 80 % de floración.

3.3.3.6. Altura de planta.

En la etapa de floración (75 %) con una wincha se procedió a medir la altura de la planta desde la superficie del suelo – planta hasta el ápice del tallo principal.

3.3.3.7. Materia seca.

Se tomaron cuatro tubérculos medianos enteros, se lavaron, se pesaron y este dato se anotó como peso fresco. Cada tubérculo se cortó en trozos pequeños, se colocó en un recipiente y se lo puso en estufa a 105 °C, por 48 horas. Pasado el tiempo indicado, se procedió a sacar de la estufa para ser pesado, registrándose el dato como peso seco. El porcentaje de materia seca del tubérculo se obtuvo mediante la fórmula:

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

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 del análisis de varianza (ANOVA). En primer lugar, se realizó el

ANOVA para determinar si existen significaciones estadísticas para la interacción y efectos independientes de los factores. En los casos en donde se encontró significación se realizó la prueba de rango múltiple de Tukey al 5 % de probabilidad. Este procedimiento se realizó para cada una de las variables evaluadas. Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico InfoStat.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de varianza (ANOVA) para el número total de tubérculos en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.

En el análisis de varianza para el número total de tubérculos (Tabla 7), no se encontró significación estadística para la interacción de los factores (Cultivar*Abono), de igual manera para los efectos independientes de cada factor (Cultivar y abono). Este resultado indica que las diferencias en el número de tubérculos, se deben al azar.

El coeficiente de variación (CV = 7.43 %), indica la variabilidad del material experimental para la variable evaluada (número total de tubérculos) y otras variables no identificadas, pero a la vez indica que el experimento fue realizado de modo eficiente. Este resultado indica que el humus de lombriz no tiene influencia en el número total de tubérculos tampoco en el cultivar ni en la interacción de ambos factores, más bien se debe al propio material experimental (semilla de papa), o algún factor externo (riego, temperatura, humedad, suelo), manejo agronómico.

El número total de tubérculos varió de 15 (cultivar 'Llanqueja' más 0 t de abono), y 21 (cultivar 'Llanqueja' más 2.5 t de abono) (Figura 3).

Rojas (2008) reporta que el mayor número de tubérculos promedio por planta con el cultivar 'Amarilla' fue de 20. Por otro lado, Medina (2009) encontró que el número de tubérculos por planta del cultivar 'Amarilla' se encuentra dentro del rango 12 a 25 tubérculos por planta, estos resultados son similares a los nuestros.

Villanueva (2016) reporta que con el cultivar 'Amarilla redonda' y 'Llanqueja' encontró en promedio, 21 tubérculos por planta. Seminario *et al.* (2017), reporta que en el cultivar 'Amarilla' encontró en promedio 26 tubérculos por planta. Por otra parte, Tapia (2017) indica que con los cultivares 'Amarilla redonda' y 'Llanqueja', encontró en promedio 50 tubérculos por planta. Estos resultados

reportados son distantes a los nuestros, esto quizás se debe a la temporada del cultivo, debido a que Tapia sembró en los meses de mayo a setiembre del 2015.

Tabla 7. Análisis de varianza (ANOVA) para el número total de tubérculos en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloque	2	0.37	0.19	1.92 NS	0.1970
Cultivar	1	0.15	0.15	1.57 NS	0.2388
Abono	2	0.59	0.29	3.02 NS	0.0945
C*A	2	0.55	0.27	2.80 NS	0.1086
Error	10	0.98	0.1		
Total	17	2.64			

CV = 7.43 %

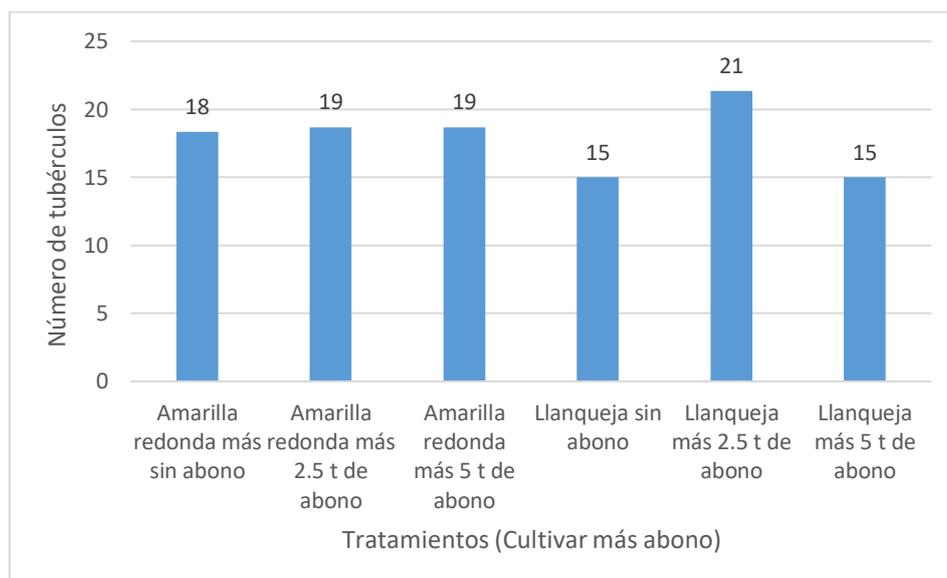


Figura 3. Número total de tubérculos en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.

4.2. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de tubérculos comerciales en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.

En el análisis de varianza para el número de tubérculos comerciales (Tabla 8), se encontró significación estadística para los efectos independientes del factor abono y no para la interacción. Este resultado indica que los tubérculos comerciales están afectados significativamente por el abono, generando cantidades diferentes en función de la cantidad aplicada.

El coeficiente de variación ($CV = 7.82 \%$), indica la variabilidad del material experimental para la variable evaluada (número de tubérculos comerciales). Esta variabilidad posiblemente se atribuya a las semillas utilizadas en el ensayo, asociado a otros posibles factores. Como producto de dicha asociación se encontró que el número de tubérculos comerciales fue variado dentro de un mismo tratamiento.

La prueba de Tukey al 5 % de probabilidad (Tabla 9 y Figura 4), indica que el mayor número de tubérculos comerciales (18), se encuentra con 2.5 t de abono siendo esta cantidad estadísticamente superior a la cantidad de tubérculos producidos con 5 t y 0 t de abono, con los cuales se obtuvo 14 tubérculos.

El número de tubérculos comerciales varió entre 13 (Cultivar 'Llanqueja' sin abono) y 19 (Cultivar 'Llanqueja' más 2.5 t de abono) (Figura 5).

Villanueva (2016) reporta que con el cultivar 'Amarilla redonda' y 'Llanqueja' se encuentra en promedio 11 y 10 tubérculos comerciales, respectivamente. Seminario *et al.* (2017), reporta con el cultivar 'Amarilla redonda' un promedio de 11 tubérculos comerciales por planta. Estos resultados se asemejan a los nuestros, ya que el rango en el número de tubérculos comerciales que obtuvimos esta entre 13 y 19 tubérculos por planta.

Tapia (2017) indica que con los cultivares 'Amarilla redonda' y 'Llanqueja' se encuentra en promedio 50 tubérculos por planta. Estos resultados reportados son distantes a nuestros, esto quizás se debe a la temporada del cultivo incluido otros factores que permitieron obtener resultado bajo.

Tabla 8. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de tubérculos comerciales en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloque	2	0.02	0.01	0.11 NS	0.9007
Cultivar	1	0.01	0.01	0.07 NS	0.7913
Abono	2	1.07	0.53	5.78 *	0.0215
C*A	2	0.19	0.1	1.04 NS	0.3876
Error	10	0.92	0.09		
Total	17	2.21			

CV = 7.82 %

Tabla 9. Prueba de significación de Tukey al 5 % de probabilidad para el número de tubérculos comerciales producido por el factor abono en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.

Orden de merito	Abono	Medias	Significación al 5%
1	2.5	18	A
2	5	14	B
3	0	14	B

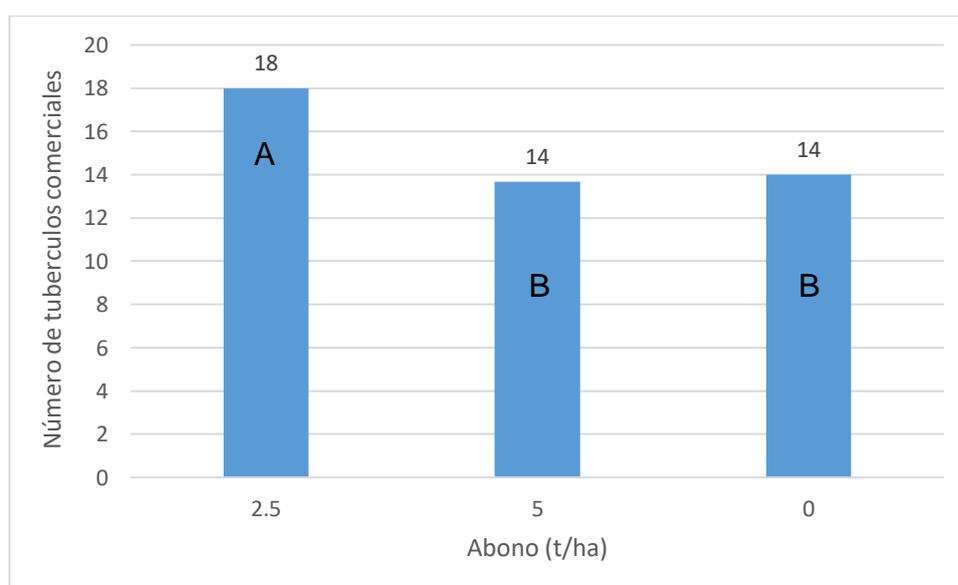
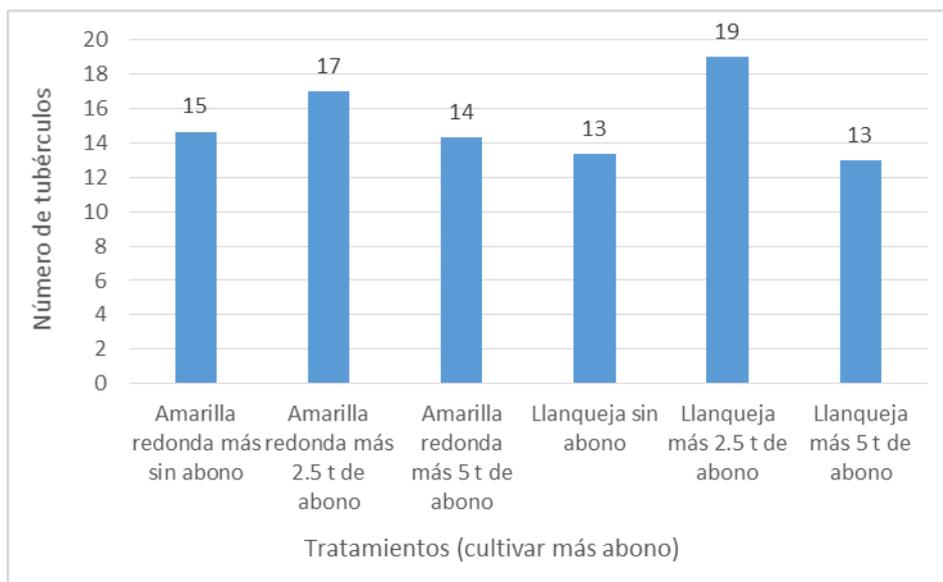


Figura 4. Número de tubérculos comerciales en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.



Figuras 5. Número de tubérculos comerciales en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.

4.3. Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento total de tubérculos en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.

En el análisis de varianza para rendimiento total de tubérculos (Tabla 10), no se encontró significación estadística para la interacción de los factores (cultivar*abono), de igual manera para los efectos independientes de cada factor (cultivar y abono). Este resultado estaría indicando que la variedad y el abono tienen efecto independiente y a la vez que los dos cultivares y las dos dosis de humus no tuvieron efecto diferenciado sobre el rendimiento.

El coeficiente de variación ($CV = 24.63\%$), indica la variabilidad del material experimental para la variable evaluada (rendimiento total). Esta variabilidad posiblemente se atribuya a los tubérculos semillas que se utilizaron en el ensayo, asociado a otros posibles factores. Como producto de dicha asociación se encontró que el rendimiento fue muy variado.

El rendimiento promedio que se encontró fue de 11.7 t ha^{-1} . En la Figura 6, se observa que el mayor rendimiento (16.10 t ha^{-1}) se encontró con el cultivar 'Llanqueja' más 2.5 t de abono, mientras que el menor rendimiento (8.79 t ha^{-1}) se encontró con el cultivar 'Amarilla redonda' más 5 t de abono.

Paca (2009) en su investigación reporta que con 30 t ha⁻¹ de abono orgánico la variedad chaucha presentó un rendimiento promedio de 20.42 t ha⁻¹. Por otro lado, Muñoz y Lucero (2008), estudiaron el efecto que tiene la fertilización orgánica en el rendimiento del cultivo de papa criolla grupo Phureja. En dicho estudio se aplicó abono químico en dosis de 13 – 26 – 6 de NPK y abono orgánico en dosis de 0, 800, 1000 y 1200 kg ha⁻¹. Los resultados mostraron que la fertilización conjunta de abonos dio buenos resultados en el rendimiento de papa Phureja, encontrándose el mayor rendimiento de 13.88 t ha⁻¹ con 800 kg ha⁻¹ de abono orgánico.

Los resultados que reportan Paca (2009), y Muñoz y Lucero (2008), distan de los nuestros, esto quizás se deba a las altas proporciones de abono orgánico que emplearon en sus investigaciones. Las altas proporciones de abonos orgánicos aplicados al suelo mejoran la calidad del mismo, y por ende mejoran el rendimiento del cultivo.

Villanueva (2016) estudio el rendimiento y componentes de 15 cultivares redondos de papa chaucha (*Solanum tuberosum* L; grupo Phureja) de la región Cajamarca. En dicho estudio se reporta el rendimiento de los cultivares de papa 'Amarilla redonda' y 'Llanqueja' con un rendimiento de 23.3 t ha⁻¹ y 24.9 t ha⁻¹, respectivamente. Por su parte Tapia (2017), en su estudio fenología y caracterización morfológica de 43 entradas de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja) de la región Cajamarca, indica que el rendimiento de los cultivares 'Amarilla redonda' y 'Llanqueja' es de 23.4 t ha⁻¹ y 21.4 t ha⁻¹ respectivamente. Estos resultados distan de nuestros resultados, dado que en este estudio el rendimiento más alto es de 16.10 t ha⁻¹ el cual se obtuvo con el cultivar 'Llanqueja' en combinación con 2.5 t abono, rendimiento relativamente bajo.

Según Seminario *et al.* (2009) los cultivares de papa chaucha (*Solanum tuberosum* grupo Phureja) en general alcanzan un rendimiento que varía entre 7 a 25 t ha⁻¹. Rojas (2008) informa que el cultivar 'Amarilla' obtuvo un rendimiento de 14.3 t ha⁻¹, este resultado no se asemeja al obtenido en nuestra investigación.

Tabla 10. Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento total de tubérculos en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloque	2	35.4	17.7	2.12 NS	0.1706
Cultivar	1	24.78	24.78	2.97 NS	0.1155
Abono	2	53.37	26.68	3.2 NS	0.0844
C*A	2	11.69	5.85	0.7 NS	0.519
Error	10	83.43	8.34		
Total	17	208.68			

CV = 24.63 %

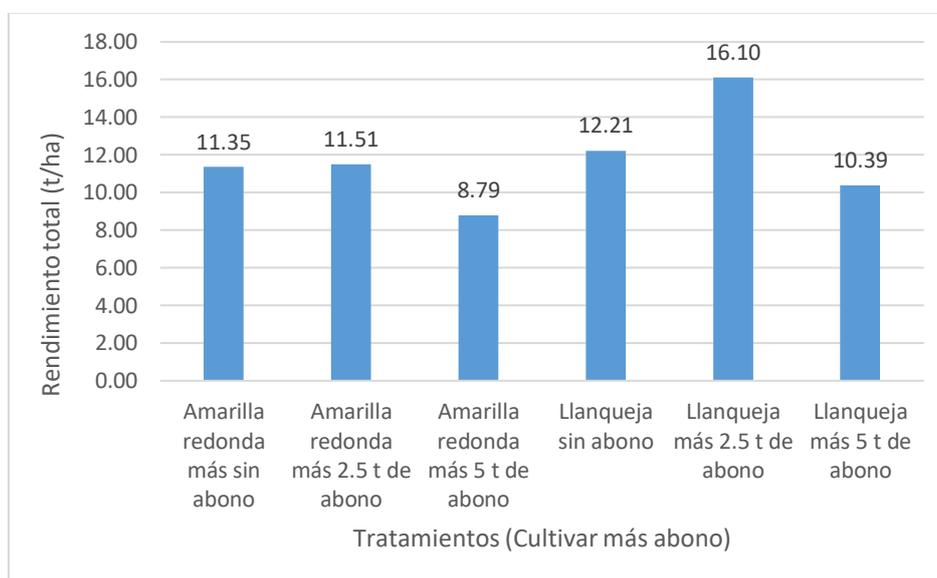


Figura 6. Rendimiento total de tubérculos de papa, producidos por el efecto de la combinación de dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.

4.4. Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento de tubérculos comerciales en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.

En el análisis de varianza para rendimiento de tubérculos comerciales (Tabla 11), no se encontró significación estadística para la interacción de los factores (cultivar*abono), de igual manera para los efectos independientes de cada factor (cultivar y abono). Este resultado estaría indicando que el cultivar y el abono no están influyendo significativamente en el rendimiento de los tubérculos comerciales.

El coeficiente de variación ($CV = 24.94 \%$), indica la variabilidad del material experimental para la variable evaluada (rendimiento de tubérculos comerciales). Esta variabilidad posiblemente se atribuya a los tubérculos semillas que se utilizaron en el ensayo, asociado a otros posibles factores. Como producto de dicha asociación se encontró que el rendimiento fue muy variado.

El rendimiento promedio de tubérculos comerciales que se encontró, es de 11.6 t ha^{-1} . En la Figura 7, se observa que el mayor rendimiento (15.9 t ha^{-1}) se encontró con el cultivar 'Llanqueja' más 2.5 t de abono, mientras que el menor rendimiento (8.52 t ha^{-1}) se encontró con el cultivar 'Amarilla redonda' más 5 t de abono.

Pérez *et al.* (2008), encontró que el rendimiento para la categoría comercial fue de 241.25 g/planta , que equivale a 9.65 t ha^{-1} . Por otro lado, Villanueva (2016) reporta que el cultivar Amarilla redonda produce un rendimiento de 678.1 g/planta . Tapia (2017), reporta que el cultivar 'Amarilla redonda' produce en promedio 734.5 g/planta , y el cultivar 'Llanqueja' produce en promedio 693.5 g/planta . Los resultados mencionados, distan de los nuestros dado que, en nuestro estudio obtuvimos menores rendimientos, es decir, con el cultivar Amarilla redonda se obtuvo 373 g/planta , equivalente a un rendimiento de 10.37 t ha^{-1} , y con el cultivar 'Llanqueja' se obtuvo 360 g/planta , equivalente a 12.78 t ha^{-1} .

Tabla 11. Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento de tubérculos comerciales en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloque	2	35.52	17.76	2.13 NS	0.1693
Cultivar	1	26.16	26.16	3.14 NS	0.1068
Abono	2	55.41	27.7	3.33 NS	0.0781
C*A	2	11.16	5.58	0.67 NS	0.5333
Error	10	83.3	8.33		
Total	17	211.54			

CV = 24.94 %

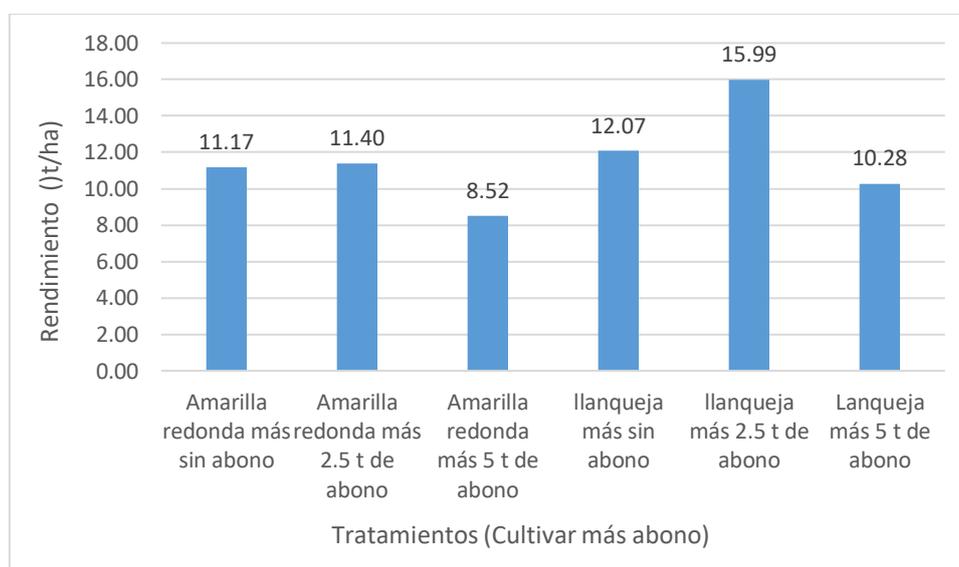


Figura 7. Rendimiento de tubérculos comerciales en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.

4.5. Análisis de varianza (ANOVA) para número de tallos en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.

En el análisis de varianza para el número de tallos (Tabla 13), no se encontró significación estadística para la interacción de los factores (cultivar*abono), de igual manera para los efectos independientes de cada factor (cultivar y abono). Este resultado indica que las diferencias entre las medias de los tratamientos para la variable número de tallos, se deben al azar. La significación estadística

al 1 % de probabilidad para los bloques indica que estos fueron heterogéneos probablemente por las condiciones de riego, fertilizantes, labores culturales, etc.

El coeficiente de variación (CV = 6.40 %), indica la variabilidad del material experimental para la variable evaluada (número de tallos). Esta variabilidad posiblemente se atribuya a las semillas utilizadas para este ensayo asociado a otros posibles factores. Como producto de dicha asociación se encontró que el número de tallos varió dentro de un mismo tratamiento.

En la Figura 8, se observa que el número de tallos, vario de un mínimo de cuatro, el cual se obtuvo con la variedad Amarilla redonda más 5 t de abono, y un máximo de cinco que se encontró con la variedad Amarilla redonda más 5 t de abono.

Rojas (2008) reporta que el número de tallos por planta va desde 4 a 7 con un promedio de 5, Seminario *et al.* (2009) encontró de 3 a 7 tallos por planta. Villanueva (2016) reporta que con el cultivar ‘Amarilla redonda’ y ‘Llanqueja’ se encuentra en promedio 4 tallos, respectivamente. Seminario *et al.* (2017), reporta con el cultivar ‘Amarilla redonda’ un promedio de tres tallos por planta. Tapia (2017) indica que con los cultivares ‘Amarilla redonda’ y ‘Llanqueja’ se encuentra en promedio tres tallos por planta. Estos resultados se asemejan a los nuestros, ya que el rango en el número de tallos que obtuvimos esta entre 4 y 5 tallos por planta.

Tabla 13. Análisis de varianza (ANOVA) para número de tallos en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloque	2	0.14	0.07	4.23 *	0.0465
Cultivar(C)	1	0.05	0.05	3.25 ns	0.1014
Abono(A)	2	0.08	0.04	2.49 ns	0.1329
C * A	2	0.05	0.03	1.54 ns	0.2608
Error	10	0.17	0.02		
Total	17	0.5			

CV = 6.40 %

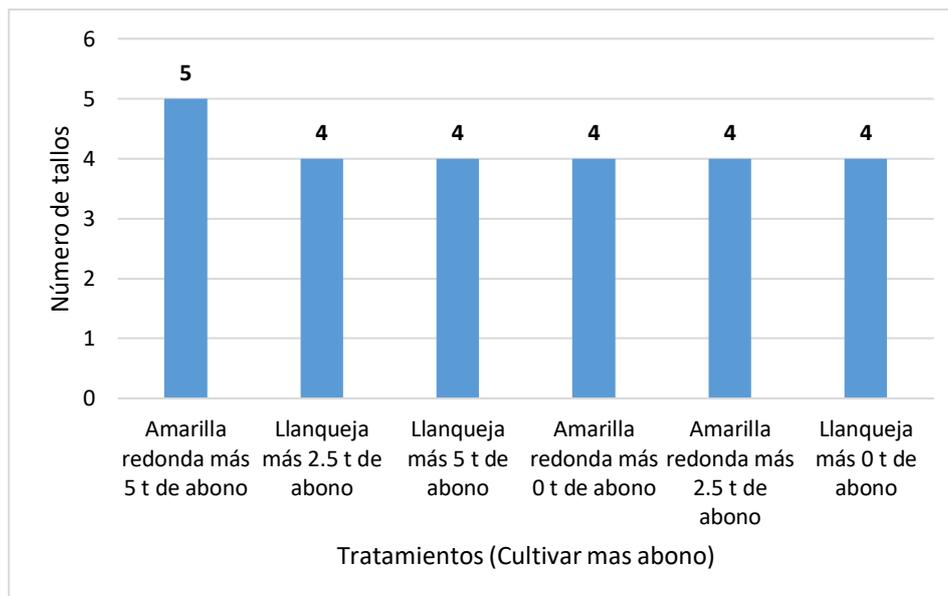


Figura 8. Número de tallos, producidos por el efecto de la combinación de dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.

4.6. Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.

En el análisis de varianza para la altura de planta (Tabla 14), no se encontró significación estadística para la interacción de los factores (C*A), de igual manera para los efectos independientes de cada factor (cultivar y abono). Este resultado indica que las diferencias entre las medias de los tratamientos para la variable altura de planta, se deben al azar. La significación estadística al 1 % de probabilidad para los bloques indica que estos fueron heterogéneos probablemente por las condiciones de riego, fertilizantes, actividades culturales, etc.

El coeficiente de variación (CV = 7.97 %), indica la variabilidad del material experimental para la variable evaluada (altura de plantas). Esta variabilidad posiblemente se atribuya a las condiciones ambientales que se presentaron durante el ensayo, asociado a otros posibles factores que afectaron la altura de planta. Como producto de dicha asociación se encontró que la altura de planta vario dentro de un mismo tratamiento.

En la Figura 9, se observa que la altura de planta varió de 47.33 cm (cultivar ‘Amarilla redonda’ más 0 t de abono), y 52.67 cm (cultivar ‘Llanqueja’ más 2.5 t de abono).

Tabla 14. Análisis de varianza (ANOVA) para altura de planta en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloque	2	301	150.5	9.55 **	0.0048
Cultivar(C)	1	1.39	1.39	0.09 ns	0.7727
Abono(A)	2	57.33	28.67	1.82 ns	0.2121
C * A	2	3.11	1.56	0.1 ns	0.9069
Error	10	157.67	15.77		
Total	17	520.5			

CV=7.97 %

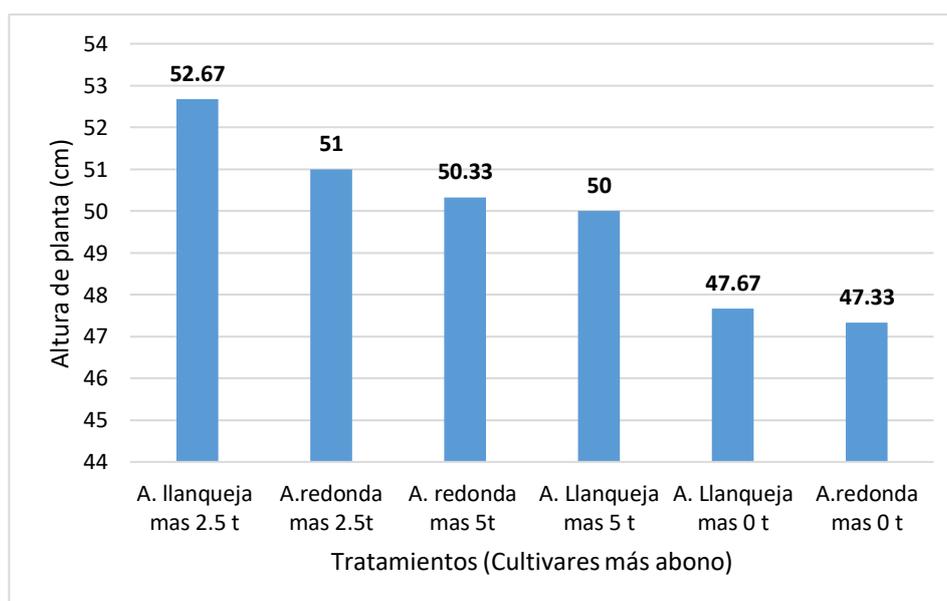


Figura 9. Altura de planta con dosis de abono en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.

4.7. Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de materia seca de tubérculos en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.

En los resultados del análisis de varianza para el porcentaje de materia seca de tubérculos (Tabla 15), se encontró significación estadística al 5% de probabilidades para la interacción de los factores (C*A). Este resultado indica que los factores actúan en forma conjunta, es decir, que ambos factores interactúan y producen un efecto significativo en el porcentaje de materia seca en los tubérculos.

El coeficiente de variación (CV =11.19 %), indica la variabilidad del material experimental para la variable evaluada (porcentaje de materia seca) Esta variabilidad posiblemente se atribuya al tipo de semilla utilizada para este ensayo, asociados a otros posibles factores que afectaron el porcentaje de materia seca en los tubérculos. Como producto de dicha asociación se encontró que el porcentaje de materia seca obtenidos con un mismo tratamiento (combinación de factores) fue variado.

La prueba de rango múltiple de Tukey al 5 % de probabilidad para la interacción de los factores (Tabla 16 y Figura 10), indica que las medias en el porcentaje de materia seca de los tubérculos han formado dos grupos (AB). El grupo A que va desde 25.97 % ('Amarilla redonda' más 2.5 t de abono) hasta 29.93 % ('Amarilla redonda' más 5 t de abono) las medias que se encuentran dentro de este grupo no se diferencian estadísticamente. El grupo B, que va desde 22.97 % ('Amarilla Llanqueja' más 5 t de abono) hasta 26.73 % ('Amarilla Llanqueja' más 2.5 t de abono) las medias que se encuentran dentro de este grupo no se diferencian estadísticamente. La prueba de Tukey indica que los tratamientos amarilla redonda más 5 t de abono y 'Amarilla Llanqueja' más 0 t de abono son estadísticamente iguales y superiores al tratamiento 'Amarilla Llanqueja' más 5 t de abono.

Tabla 15. Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de materia seca de tubérculos en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Bloque	57.47	2	28.73	3.18 ns	0.0854
Cultivar (C)	6.01	1	6.01	0.66 ns	0.4339
Abono (A)	8.25	2	4.12	0.46 ns	0.6463
C*A	78.88	2	39.44	4.36 *	0.0434
Error	90.41	10	9.04		
Total	241.01	17			

CV= 11.19 %

Tabla 16. Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad para la interacción de los factores (C*A) en el porcentaje de materia seca de los tubérculos en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.

Ord. de mérito	Tratamientos	Prom. Materia seca	Significación al 5%
1	Amarilla redonda más 5 t de abono	29.93	A
2	Llanqueja más 0 t de abono	29.2	A
3	Llanqueja más 2.5 t de abono	26.73	A B
4	Amarilla redonda más 0 t de abono	26.47	A B
5	Amarilla redonda más 2.5 t de abono	25.97	A B
6	Llanqueja más 5 t de abono	22.97	B

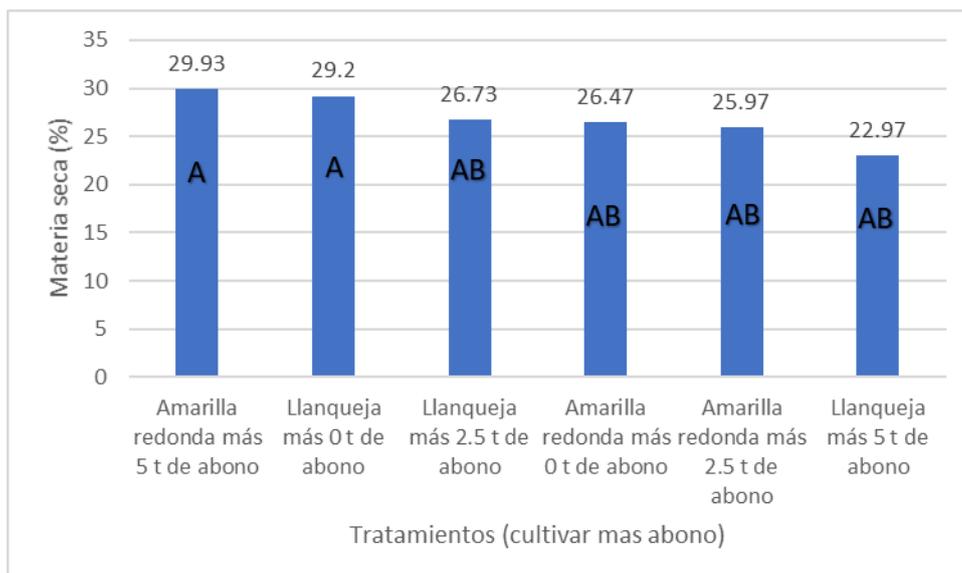


Figura 10. Porcentaje de materia seca de tubérculos en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.

El tratamiento C2A1 presentó 2675.1 g de tubérculos de primera calidad, seguido del tratamiento C2A0 con 2032.3 g de tubérculos y el tratamiento C2A2 con 1560.5 g de tubérculos de primera calidad. Los tratamientos que presentaron la mayor cantidad de tubérculos de segunda fueron: C1A1 con 976.9 g, C1A0 con 854.5 g y C1A2 con 782.1 g respectivamente. Los tratamientos que obtuvieron mayor cantidad de tubérculos de tercera calidad fueron C1A2 con 58.1 g y el tratamiento C1A0 con 38.9 g de tubérculos de tercera calidad. Asimismo, los tratamientos que registraron menor cantidad de tubérculos de primera calidad fueron: C1A2 con 1059.6 g, C1A1 con 1487.2 g y C1A0 1559.3 g. Los tratamientos que registraron menor cantidad de tubérculos de segunda calidad fueron: C2A0 con 587.6 g, C2A2 con 657.9 g y C2A1 con 780.5 g. Los tratamientos que registraron menor cantidad de tubérculos de tercera calidad fueron; C2A1 con 23 g, C1A1 con 23.9 g y C2A2 con 24.8 g, como se muestra en la Tabla 17.

Los tratamientos que mostraron el porcentaje más alto de rendimiento de tubérculos comerciales fueron C2A1 con 99.34 %, C1A1 con un rendimiento de 99.03 % y C2A2 con 98.9 %. Estos cultivares registraron los mayores rendimientos de tubérculos comerciales por hectárea, con respecto a los demás

cultivares. El tratamiento C1A0 produjo menor cantidad, en promedio mostró el rendimiento más bajo 96.94 (Tabla 17).

Los tratamientos que mostraron el porcentaje mas más alto de materia seca de tubérculos, fueron C1A2 con 29.93 %, C2A0 con un rendimiento de 29.2 % , y C2A1 con 26.73 % Estos cultivares registraron los mayores rendimientos de tuberculos comerciales por hectárea, con respecto a los demas cultivares. El tratamiento C2A2 produjo menor cantidad en promedio mostró el rendimiento más bajo 22.97 (Tabla 17).

Tabla 17. Peso por categoría de los tubérculos y materia seca (%) en dos cultivares de papa Phureja y dos dosis de abono orgánico.

Tratamientos (cultivar más abono)	Peso de primera (g)	Peso de primera (%)	Peso de segunda (g)	Peso de segunda (%)	Peso de tercera (g)	Peso de tercera (%)	Peso total (g)100%	Materia Seca (%)
C1A0	1559.3	63.57	854.5	34.84	38.9	1.59	2452.7	26.47
C1A1	1487.2	59.77	976.9	39.26	23.9	0.96	2488	25.97
C1A2	1059.6	55.77	782.1	41.17	58.1	3.06	1899.8	29.93
C2A0	2032.3	76.63	587.6	22.16	32.1	1.21	2652	29.2
C2A1	2675.1	76.90	780.5	22.44	23	0.66	3478.6	26.73
C2A2	1560.5	69.57	657.9	29.33	24.8	1.11	2243.2	22.97

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. No se encontró significación estadística en el rendimiento total de tubérculos, el rendimiento de tubérculos comerciales y otras variables relacionadas. Es decir, no hubo interacción de variables. Sin embargo, el rendimiento total varió de 8.79 t ha⁻¹, (cultivar 'Amarilla redonda' más 5 t de humus de lombriz), y 16.10 t ha⁻¹ (cultivar 'Llanqueja' más 2.5 t de humus de lombriz). El rendimiento comercial varió de 8.52 t ha⁻¹, (cultivar 'Amarilla redonda' más 5 t de humus de lombriz), y 15.9 t ha⁻¹ (cultivar 'Llanqueja' más 2.5 t de humus de lombriz).
2. Se encontró significación estadística para la interacción cultivar y abono, respecto de la variable porcentaje de materia seca. Los mejores tratamientos fueron Amarilla redonda con 5 t de abono y; llanqueja con cero (0) t de abono.
3. No se encontró significación estadística para los efectos independientes de las variables, respecto al rendimiento total, rendimiento comercial y otras variables relacionadas; excepto para el número de tubérculos comerciales, la mejor dosis fue de 2.5 t de abono, con 18 tubérculos comerciales por planta.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda repetir la investigación usando dosis de humus de lombriz superiores a las 5 t ha⁻¹, con los mismos cultivares, para determinar el efecto de modo más preciso. Igualmente probar este factor (humus de lombriz) combinado con diferentes pesos y tamaños de semilla.

BIBLIOGRAFÍA

Borrero, C. (2008). Institución educativa La Torre Gómez del Municipio del Retorno. Guaviare Colombia. Recuperado de <http://www.infoagro.com>. Consultado el: 10/06/2017.

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, BO. 372 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 21/06/2017. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai185s/ai185s01.pdf>

Ghislain, M; Andrade, D; Rodríguez, F; Hijmans, R; Spooner, D; 2006. Genetic análisis of the cultivated potato *Solanum tuberosum* L. Phureja Group using RAPDs and nuclear SSRs. *Theor. Appl. Gent.*113: 1515-1527.

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

Hawkes, JG. 1990. Centros de diversidad genética en Latinoamérica. *Diversity* 7(1-2): 7-9

Huamán, Z. y D. Spooner. 2002. Reclassification of landrace populations of cultivated potatoes (*Solanum* sect. Petota). *American Journal of Botany* 89(6): 947 – 965.

Huamán, Z. 2008. Descriptores morfológicos de las papas (*Solanum tuberosum* L.). Centro de Conservación de la Biodiversidad Agrícola de Tenerife, España. p. 34-35.

Agriculture in Temperate Zones. Francis, C., C. B. Flora, and L. D. King (eds.). John Wiley. USA. 147-173 p.

Kulakovskaya, TN. and Il Brysozovskii. 1984. Increasing potato yield and quality

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

Loaiza, J. (2008). Compostaje lombricultivos caferal y humus de lombriz. Producción de abono lombricompuesto (humus líquido y sólido) y manejo de residuos orgánicos de pequeñas poblaciones. Recuperado de <http://www.blogger.com>. Consultado el: 03/03/2017.

Medina, J y M. Morales. 2001. Respuesta de la papa criolla (*Solanum phureja* Juz et Buk) a fuentes y dosis de Magnesio en la localidad de Carmen de Carupa Cundinamarca. Trabajo de Grado Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Bogotá D.C. Corporación Universitaria de Ciencias Aplicadas y Ambientales. 59 p.

Mejía, M., y Palencia, G. (2008). Abono orgánico. Manejo y uso en el cultivo de cacao. Recuperado de <http://www.turipana.org.co/abono>. Consultado el: 01/07/2017.

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

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, Lima). 2017. Papa: características de la producción nacional y de la comercialización en Lima metropolitana (en línea, sitio web). Consultado 22 may.2018. Disponible en: <file:///F:/boletin-produccion-nacional-papa.pdf>

Muñoz, L A. y A. Lucero. 2008. Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de papa criolla *Solanum phureja*. *Agronomía Colombiana*. Bogotá. 26 (2): 340 – 346.

Ñustez, C. 2001. La papa criolla (*Solanum phureja*): Un cultivo para destacar en Colombia. *Boletín de la Papa* Vol.3, No.5. Consultado 21/06/2017. RedePapa. ISSN 0124-5740. Disponible en: <http://www.redepapa.org/boletintreintacinco.html>.

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

Ochoa, C. 2001. Las Papas de Sudamérica: Bolivia. CIP – COSUDE – CID – IFEA. Bolivia. 536 p.

Ortega, C; González, I; Osorio, M. 2005. La biodiversidad ancestral de las papas nativas: su contribución a la diversificación de productos para los pequeños productores alto andinos. (en línea). Maracay, Aragua, VE. Consultado 21/06/2017. Disponible en <http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n8/arti/ortegae1/ortegae1.htm>

Ordinola, M. 2011. Innovaciones y desarrollo: el caso de la cadena de la papa en el Perú. Revista Latinoamericana De La Papa Vol. 16 (1):40-57.

Paca, J. 2009. Respuesta del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad chaucha a la aplicación de cuatro tipos de abono en tres dosis Trabajo de Grado Ingeniero Agropecuario. Facultad de Recursos Naturales. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.90 P.

Rodríguez J. 2002. Efecto a la aplicación del grado fertilizante 12-34-12 sobre rendimiento y calidad de la papa criolla *Solanum phureja* var Yema de Huevo en un Humic pachic Dystrudept de Cundinamarca. Trabajo de Grado Ingeniero Agrónomo Facultad de Ingenierías. Institución Universitaria de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Bogotá. 61 p.

Rodríguez, LE. 2009. Teorías sobre la clasificación taxonómica de las papas cultivadas (*Solanum* L. sect. PetotaDumort.). Agronomía Colombiana 27(3):305-312.

Rodríguez, L; Ñustez, C; 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): 289-303.

Rojas, S. 2008. Recolección y caracterización de las papas chauchas (*Solanum phureja*, Juz y Buk) de la provincia de Hualgayoc. Tesis Ing. Agr. Cajamarca, Per, UNC. 70 p.

Rojas, M; Seminario, J. 2014. Productividad de 10 cultivares promisorios de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo phureja) de la región Cajamarca. *Scientia agropecuaria* 5: 165-175.

Rozo, Y. Ñustez, C 2006. Evaluación de diferentes niveles de fósforo y potasio sobre el rendimiento de papa criolla (*Solanum phureja* Juz et Buk) en dos localidades de Cundinamarca. Trabajo de Grado Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 24 p.

Sepúlveda, PC. Las ventajas de la fertilización con humus de lombriz, citado el 21/06/2017. Disponible en: <http://www.wikiestudiantes.org/las-ventajas-de-la-fertilizacion-con-humus-de-lombriz/>.

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

Seminario, JF; Seminario; A, Domínguez, A; Escalante, B. 2017. Rendimiento de diecisiete cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Rev. Scientia Agropecuaria*. 8 (3): 181 – 191.

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

Seminario, J; Medina, W. 2009. Diversidad de papas nativas en agro ecosistemas tradicionales: caso del distrito de Chota, Cajamarca, Perú. *Fiat Lux* 5(1): 5-24.

Seminario, J; Zarpan, L. 2011. Conservacion in situ on farm-ex situ de *Solanum tuberosum* L. grupo phureja en la cuenca del Ilaucano y áreas adyacentes. *Arnaldoa* 18(2): 103-114.

Solís, D; Gómez, DA; León, SN y Gutiérrez, FA. 2010. manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. Revista. Agrociencia. 44:575-586. 2010. Citado el 21/06/2017. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v44n5/v44n5a7.pdf>.

Tamayo, A; Díaz, C; Zapata, J. (s.f.a) Abonamiento químico en cuatro municipios productores de papa en Antioquia. Artículos Científicos. CORPOICA. Consultado 15/06/2017. Consultado en: <http://www.corpoica.gov.co/sitioweb/Archivos/oferta/bArticulo.pdf>.

Tapia, H. 2017. Fenología y caracterización morfológica de 43 entradas de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo phureja) de la región Cajamarca. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú.

Tenecela, X. (2012). Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento y manejo de los residuos sólidos. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3252/1/tesis>. Consultado: 08/07/2017.

Lora, R; Páez, D; Guzmán, M. 2004. Respuesta de papa criolla (*Solanum phureja* Juz et Buk) en calidad y rendimiento a fuentes y dosis de Fósforo en Cundinamarca, Colombia. Suelos Ecuatoriales. Vol 34:1 – 8.

Véliz Pinto Hector R. 2014. Efecto de tres abonos orgánicos sobre el rendimiento y Precocidad de la cosecha en el cultivo de sábila. Tesis Lic. Ing. Agr. Zacapa, GT. Universidad Rafael Landíva. 78p.

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

Yepez, C. 2001. Cultivo de papa con abono orgánico y aplicación de biofertilizantes. Lima: Universidad Nacional Agraria la Malina.

Zapata, JL; navas, G; Tamayo, A; Díaz, C. 2002.Evaluación agronómica de clones de papa criolla con fines de exportación. Informe Técnico preparado por CORPOICA para Centro Virtual de Investigación de la Cadena Agroalimentaria de la Papa. (CEVIPAPA). 63 p

ANEXOS



Figura 11. Eliminación de terrones del suelo de la parcela.



Figura 12. Surcado de la parcela en estudio (0.90 m entre surco).



Figura 13. Etiquetado de la parcela en estudio.



Figura 14. Semilla lista para ser llevado a la parcela en estudio.



Figura 15. Siembra de los tubérculos semilla (0.40 m entre planta).



Figura 16. Abonamiento orgánico con humus de lombriz (2.5 y 5 t ha⁻¹).



Figura 17. Tapado de la semilla después de dar el distanciamiento respectivo y abonamiento.



Figura 18. Deshierbo del experimento de la parcela en estudio.



Figura 19. Aporque del experimento de la parcela en estudio.



Figura 20. Picado del follaje en trozos pequeños para determinar la materia seca.



Figura 21. Embolsado de follaje picado en trozos pequeños para determinar la materia seca.



Figura 22. Picado de tubérculos en trozos pequeños para determinar la materia seca.



Figura 23. Tubérculos después de la cosecha para seleccionar por categorías.



Figura 24. Pesado de tubérculos para determinar el rendimiento total.

Tabla 3. Número de tubérculos comerciales (Datos originales).

BLOQUE	AR			LL			TOTAL BLOQUES
	0	2.5	5	0	2.5	5	
I	14	13	14	14	21	15	55
II	16	17	14	13	19	14	60
III	14	21	15	13	17	10	63
TOTAL	44	51	43	40	57	39	274
PROMEDIO	14.67	17.00	14.33	13.33	19.00	13.00	15.22

Tabla 4. Número de tubérculos comerciales (Datos transformados).

BLOQUE	AR			LL			TOTAL BLOQUES
	0	2.5	5	0	2.5	5	
I	3.74	3.60	3.74	3.74	4.58	3.87	23.27
II	4.00	4.12	3.74	3.60	4.36	3.74	23.56
III	3.74	4.58	3.87	3.61	4.12	3.16	23.08
TOTAL	11.48	12.30	11.35	10.95	13.06	10.77	274
PROMEDIO	3.83	4.10	3.78	3.65	4.35	3.59	15.22

Tabla 5. Rendimiento total de tubérculos ($t\ ha^{-1}$).

BLOQUE	AR			LL			TOTAL BLOQUES
	0	2.5	5	0	2.5	5	
I	10.20	8.81	10.41	14.93	21.63	12.48	78.46
II	14.28	14.72	7.81	10.17	14.76	12.12	73.87
III	9.58	11.01	8.16	11.54	11.91	6.56	58.77
TOTAL	34.06	34.54	26.38	36.64	48.30	31.17	211.10
PROMEDIO	11.35	11.51	8.79	12.21	16.10	10.39	11.73

Tabla 6. Rendimiento de tubérculos comerciales ($t\ ha^{-1}$).

BLOQUE	AR			LL			TOTAL BLOQUES
	0	2.5	5	0	2.5	5	
I	10.02	8.72	10.29	14.83	21.54	12.44	77.83
II	14.05	14.58	7.52	9.94	14.62	11.87	72.58
III	9.45	10.92	7.77	11.45	11.81	6.52	57.91
TOTAL	33.52	34.21	25.57	36.22	47.96	30.83	208.32
PROMEDIO	11.17	11.40	8.52	12.07	15.99	10.28	11.57

Tabla 7. Altura de planta.

BLOQUE	AR			LL			TOTAL BLOQUES
	0	2.5	5	0	2.5	5	
I	49	52	62	52	60	53	215
II	49	51	49	51	51	50	200
III	44	50	40	40	47	47	174
TOTAL	142	153	151	143	158	150	897
PROMEDIO	47.3	51.0	50.3	47.7	52.7	50.0	49.8



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



INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA/
PROGRAMA DE RAÍCES Y TUBÉRCULOS ANDINOS/
ENIS BLADIMIR DIAZ MANOSALVA

PROCEDENCIA : CAJAMARCA/ CAJAMARCA/ CAJAMARCA/
FUNDO SILVO AGROPECUARIO

MUESTRA DE : HUMUS DE LOMBRIZ

REFERENCIA : H.R. 60014

FECHA : 24/08/17

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
549		7.08	6.14	22.04	0.90	3.68	1.33

N° LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
549		2.43	0.60	15.91	0.10


Sady García Bendezu
Jefe de Laboratorio



PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

NOMBRE : **ENIS BLADIMIR DIAZ MANOSALVA-
PNI DE RAICES Y TUBERCULOS**

PROCEDENCIA: Cajamarca - UNC

Fecha: **28/08/2017**

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Nombre Parcela	Código Laboratorio	P Ppm	K Ppm	pH	M.O %	Al meq/100g	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
Ciudad Universitaria	SU0787-EEBI-17	21.47	290.0	6.2	2.13	--	42	16	42	Ar

INTERPRETACIÓN

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

RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES

Cultivo a Sembrar: PAPA

NUTRIENTES	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton /ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton /ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton /ha
Cantidad	150	110	105	--								

Recomendaciones y Observaciones Especiales:



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA
 Estación Experimental Baños del Inca

 Ing. Pablo A. Velásquez Camacho
 JEFE LABORATORIO DE SUELOS

Jirón Wiracocha S/N - Baños del Inca
 T: 076-348386
 www.inia.gob.pe
 www.minagri.gob.pe



Trabajando para todos los peruanos