

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**EFFECTO DE SEIS DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO
DE UN COMPUESTO CLONAL DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) DEL
GRUPO PHUREJA**

T E S I S

**Para Optar el Título Profesional de:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Presentado por el Bachiller:
YOBER RODRÍGUEZ NÚÑEZ**

**Asesor:
Dr. JUAN FRANCISCO SEMINARIO CUNYA**

CAJAMARCA – PERÚ

2021



ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los **veintinueve** días del mes de marzo del año dos mil veintiuno, se reunieron en la Plataforma Virtual de la Universidad Nacional de Cajamarca, a través del Google Meet, los miembros del Jurado, designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 56-2021-FCA-UNC, de fecha 1 de marzo del 2021, con el objeto de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado: “**EFECTO DE SEIS DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DE UN COMPUESTO CLONAL DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) DEL GRUPO PHUREJA**”, ejecutado(a) por el Bachiller en Agronomía, don **Yober Rodríguez Núñez**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las **ocho** horas y catorce 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 **catorce (14)**; 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 **treinta** minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Cajamarca, **29 de marzo** de 2021

Dr. Segundo Berardo Escalante Zumaeta
PRESIDENTE

Dr. Víctor Vásquez Arce
SECRETARIO

Dr. Juan Francisco Seminario Cunya
ASESOR

DEDICATORIA

A mis Padres:

Rogelio Rodríguez Barahona y Marlene Núñez Loaiza, porque me han enseñado a enfrentar las adversidades y ser un ejemplo de superación para mí.

A mi Esposa:

Sandra Lorena Ortiz Chacón, por su paciencia, su comprensión, su bondad, empeño, fuerza y amor.

A mis Hijos:

Fabricio y Xiomara por ser mi fuente de motivación, inspiración y superación en la vida.

El autor

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente.

A Dios por el don de la vida, que nos regala cada día.

A mi asesor Dr. Juan F. Seminario Cunya, por su desinteresado asesoramiento en el presente trabajo de investigación.

A mi familia, quienes con su apoyo incondicional permitieron que termine mi carrera profesional.

Al señor Segundo Cuzquisiban Huacha, por haberme apoyado en las labores de campo, durante toda la investigación.

A mis compañeros, por su apoyo en las diferentes actividades realizadas durante la presente investigación.

Al programa de Raíces y Tubérculos Andinos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, por haberme facilitado el terreno y el germoplasma de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja).

El Autor

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo de la investigación	4
1.1.1. Objetivos específicos	4
CAPÍTULO II REVISION DE LITERATURA.....	5
2.1. Antecedentes de la investigación.....	5
2.2. Bases teóricas	10
2.2.1.Generalidades del grupo Phureja.....	10
2.2.2.Densidad de siembra en papa	17
2.2.3.Glosario de términos básicos.....	19
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación.....	21
3.2. Materiales	21
3.2.1.Material biológico.....	21
3.2.2.Agroquímicos	22
3.2.3.Material de campo	22
3.2.4.Material de laboratorio	23
3.2.5. Equipos	23
3.2.6. Material de escritorio.....	23
3.3. Análisis físico químico del suelo.....	24
3.4. Metodología.....	25
3.4.1. Diseño experimental	28

3.4.2. Conducción del experimento	30
3.4.3. Evaluaciones realizadas en campo:.....	32
3.4.4. Evaluaciones realizadas en laboratorio.....	34
3.4.5. Trabajo de gabinete.....	35
CAPÍTULO IV	36
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1. Análisis de rendimiento y sus componentes del compuesto clonal de papa chaucha (<i>Solanum tuberosum</i> , grupo Phureja)	36
4.1.1. Peso total de tubérculos por planta	36
4.1.2. Número total de tubérculos.....	39
4.1.3. Número de tubérculos comerciales.....	42
4.1.4. Peso de tubérculos comerciales	45
4.1.5. Altura de planta.....	49
4.1.6. Número de tallos por planta.....	51
4.1.7. Materia seca de tubérculos y follaje	53
Materia seca de tubérculos.	53
Materia seca del follaje.....	55
4.2. Índice de cosecha.....	57
4.3. Largo, ancho y altura de los tubérculos del compuesto clonal de papa chaucha (<i>Solanum tuberosum</i> , grupo Phureja).	59
4.4. Gravedad específica.....	60
CAPÍTULO V.....	61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
5.1. Conclusiones.....	61
5.2. Recomendaciones	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
ANEXOS	67

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el rendimiento de un compuesto clonal de papa chaucha (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) bajo diferentes densidades de siembra, utilizando dos distancias entre surcos (0.70 y 0.90 m) y tres distancias entre plantas (0.20; 0.30 y 0.40 m) que implican densidades de 71429, 47619, 35714, 55556, 37037, 27778 plantas ha⁻¹, respectivamente. El estudio se realizó en el Servicio Silvo Agropecuario de la Universidad Nacional de Cajamarca (07° 10' 02'' latitud sur y 78° 29' 39'' longitud oeste, a una altitud de 2670 msnm, temperatura promedio diario de 14.7 °C; precipitación fluvial anual 651.9 mm y con una humedad relativa promedio de 64.9 %). Los tratamientos fueron seis y se usó el diseño BCR en arreglo factorial y con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron: Número y peso total de tubérculos, número y peso de tubérculos comerciales, altura de planta, número de tallos, contenido de materia seca de tubérculos y tallos e índice de cosecha. Se realizó el análisis de varianza de los datos de cada una de las variables y en los casos en que hubo significación estadística se realizó la prueba de rango múltiple de LSD (Diferencia Mínima Significativa), ($p \leq 0.05$). Solo se encontró significación estadística para las densidades de población en la variable materia seca del follaje, los mejores tratamientos fueron 0.70 m x 0.30 m y 0,90 m x 0.40 m, con 30% y 29% de materia seca, respectivamente. Se encontró significación estadística para el distanciamiento entre plantas, en las variables peso total de tubérculos (mejor tratamiento fue 0.40 m entre plantas, 675.69 g/planta), peso de tubérculos comerciales (el mejor tratamiento fue 0.40 m entre plantas, 671.70 g/planta) y número total de tubérculos (el mejor tratamiento fue 0.40 m entre plantas, 16 tubérculos /planta).

Palabras claves: Papa chaucha, Grupo Phureja, Densidad de plantación, Distanciamiento, Rendimiento, Componentes de rendimiento, Compuesto clonal.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to evaluate the yield of a clonal composite of potato chaucha (*Solanum tuberosum* L. Phureja group) under different planting densities, using two distances between furrows (0.70 and 0.90 m) and three distances between plants (0.20; 0.30 and 0.40 m) implying densities of 71429, 47619, 35714, 55556, 37037, 27778 plants ha⁻¹, respectively. The study was conducted at the Silvo Agricultural Service of the National University of Cajamarca (07° 10' 02" south latitude and 78° 29'39" west longitude, at an altitude of 2670 masl, average daily temperature of 14.7 °C; annual fluvial precipitation 651.9 mm and with an average relative humidity of 64.9 %). The treatments were six and the BCR design was used in factorial arrangement and with three replications. The variables evaluated were: number and total weight of tubers, number and weight of commercial tubers, plant height, number of stems, dry matter content of tubers and stems, and harvest index. Analysis of variance was performed on the data for each of the variables and where there was statistical significance, the LSD (Least Significant Difference) multiple range test was performed ($p \leq 0.05$). Statistical significance was only found for the population densities in the foliage dry matter variable, the best treatments were 0.70 m x 0.30 m and 0.90 m x 0.40 m, with 30% and 29% dry matter, respectively. Statistical significance was found for plant spacing in the variables total tuber weight (best treatment was 0.40 m between plants, 675.69 g/plant), weight of commercial tubers (best treatment was 0.40 m between plants, 671.70 g/plant) and total number of tubers (best treatment was 0.40 m between plants, 16 tubers/plant).

Key words: Bean potato, Phureja group, Planting density, Spacing, Yield, Yield components, Clonal composite.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El grupo Phureja se compone de cultivares locales, ampliamente cultivadas en los Andes desde el oeste de Venezuela hasta el centro de Bolivia, (Ghislain *et al.* 2006). Generalmente confinado a los sitios más calientes en los valles andinos entre 1700 y 3700 msnm y muy rara vez hasta 4000 msnm. Son cultivares conocidos con nombres como Yema de Huevo, Criolla, Phureja, Chaucha, Mambera, y Ratona (Huamán y Spooner 2002). Cultivares que se caracterizan por ser precoces (3 a 4 meses), tal como lo indica su nombre nativo en Aymara (Phureja o Fureja=precoz), de allí que se puede aprovechar cosechas de 3 a 4 veces al año (Ochoa 2001).

Estas papas se distinguen por la adaptación a días cortos, con genotipos diploides ($2n = 2x = 24$) y también triploides y tetraploides que muestran ausencia o mínima dormancia del tubérculo (Ghislain *et al.* 2006, Gómez *et al.* 2012), de carne amarilla y los tubérculos brotados al momento de la cosecha (Huamán y Spooner 2002) y forman un progenitor o parental importante debido a sus excelentes propiedades culinarias y otras características para el desarrollo de variedades modernas (Ghislain *et al.* 2006).

Las principales fortalezas de cultivares del grupo Phureja son: el alto valor nutricional, el buen sabor, el ciclo de vida corto, inferiores costos de producción y un alto potencial de exportación como producto exótico procesado (Cardona, citado por Ligarreto y Suarez 2003), alto contenido de vitaminas, minerales, fibra y calidad de proteína, (Gómez *et al.* 2012).

Además, son una buena fuente de proteínas de alto valor biológico, de vitaminas solubles en el agua (vitamina C y complejo B), minerales (hierro, zinc, cobre y calcio) y carotenoides (Bonierbale *et al.* 2004). Presenta altos contenidos de materia seca (MS) (Rojas 2008), de buena calidad culinaria, buena aceptación en el mercado para varios de sus cultivares (Rojas y Seminario 2014).

Aportan 25% más proteínas que las papas mejoradas, por el color de su pulpa ofrece mayor cantidad de precursores de vitamina A, elementos importantes para ser aplicados en programas de fitomejoramiento (Piñeros 2009).

Generalmente las papas de textura amarilla (Incluidas las papas chauchas) son las más caras en los mercados por ser consideradas papas nativas. En época de mayor producción de papa en el Perú (enero - mayo) donde los precios bajan, la papa amarilla es una de las papas que menos bajan su precio (36 %) y se mantiene en promedio por encima de S/. 1,15 sobre algunas de las papas de textura blanca. (MINAGRI 2017).

Entre las desventajas que presentan los cultivares del grupo Phureja para el comercio, es su ausencia de reposo. El tubérculo brota pocos días después de la cosecha, ocasionando la pérdida de algunas de sus características organolépticas (Ñustez, citado por Becerra-Sanabria *et al.* 2007).

No es deseable la presencia de brotes cuando el tubérculo se comercializa para consumo a menos que sea para semilla (Egúsquiza 2000). Por lo expuesto en algunos casos para evitar la brotación prematura, la cosecha se realiza antes de que culmine el proceso de senescencia, ocasionando que parte de la materia seca se pierda y no pueda ser distribuido a los tubérculos (Santos 2010).

Debido a la poca vida útil del tubérculo, el almacenamiento es complicado y la comercialización y procesamiento del mismo se debe realizar en el menor tiempo posible, ya que la rápida brotación y el manchado afectan considerablemente su calidad y características fisicoquímicas (Bonilla *et al.* 2009).

Otra desventaja que surge debido a la ausencia de dormancia es que conlleva a la necesidad de cosechas y siembras continuadas por parte de los agricultores, de lo contrario la semilla se malogra. Por esta razón es susceptible a perderse, significando erosión genética, que en la región Cajamarca es aproximadamente el 21 % (10 cultivares) (Seminario y Zarpan 2011).

La denominación correcta para las papas nativas denominadas “chauchas” que se cultivan en la región Cajamarca es *S. tuberosum* L. grupo Phureja (Seminario 2008). Es decir, es uno de los nueve grupos que componen la clase *Solanum tuberosum* L. Esta clase incluye todas las poblaciones criollas de papas cultivadas, según la reclasificación de Huamán y Spooner (2002), utilizando la nomenclatura propuesta por el Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas (ICNCP-International Code of Nomenclature of

Cultivated Plants). Los autores sugieren que las especies cultivadas son de orígenes híbridos complejos, a menudo parecidos morfológicamente, y están mejor clasificadas bajo las reglas de la ICNCP.

El rendimiento promedio por hectárea de papa en general en Cajamarca (11.9 t ha^{-1}) está por debajo del promedio nacional (14.5 t ha^{-1}). En tal sentido, es necesario mejorar y difundir las técnicas del cultivo, con el propósito de incrementar la producción y la productividad. Por lo tanto, el siguiente trabajo está dirigido a encontrar una adecuada densidad de plantas de papa chaucha (*S. tuberosum* L.) del grupo Phureja con el fin de elevar la productividad, debido a la gran aceptación de estas papas por su calidad y sabor se hace necesario realizar estos trabajos.

Estudios previos realizados en Cajamarca indican que el grupo Phureja no es altamente productivo, pero si existe la posibilidad de elevar los rendimientos manipulando los multifactores agronómicos que intervienen en la cosecha (Rojas y Seminario 2014; Seminario *et al.* 2017). Uno de esos factores es la densidad de plantación.

Generalmente, los distanciamientos de siembra utilizado para *S. tuberosum* grupo Phureja, en la Región Cajamarca (Perú), son de 0.90 m entre surcos y 0.40 entre plantas ($27\,778 \text{ plantas ha}^{-1}$). En estudios previos en esta región existen escasos reportes donde se hayan modificado estos factores para evaluar el efecto en el rendimiento y los componentes del mismo.

Los estudios de caracterización de germoplasma de papa Phureja de Seminario y Zarpán (2011) y de Tapia (2017) indicaron que varios cultivares de la colección que mantiene el Programa de Raíces y Tubérculos Andinos de la UNC, cuya característica principal es tubérculo redondeado y pulla crema, serían duplicados, porque muestran el mismo fenotipo y, por lo tanto, podrían ser también el mismo genotipo. La evaluación preliminar también indicó que tienen el mismo comportamiento agronómico. Por lo tanto, se recomendó hacer un compuesto clonal, mezclando equitativamente tubérculos de los cultivares en mención. Los cultivares que intervinieron en el compuesto fueron Amarilla redonda, Llanqueja, Limeña huachuma, Chachapoyana, Shoga amarilla, Amarilla mahuay, Blanca redonda, Chachapoyana dos

En Perú y específicamente en Cajamarca, no existen estudios agronómicos sobre densidad de plantación en papa chaucha *S. tuberosum* L. grupo Phureja y en general, se siembran en condiciones similares a las de las papas mejoradas, sin embargo, por las características de la planta, se considera que puede sembrarse a mayores densidades. Así, por ejemplo, en Colombia se han probado las densidades de 0.70 m x 0,20 m, 0.70mx 0.25 m, 0.70 m x 0,30 m (Bustos *et al.*, 1996); 1.0 m x 0.30 m (Rodríguez *et al.*, 2009; Bautista *et al.*, 2012), 1.0m x 0.25 m (Pérez *et al.*, 2008); 0.90 x 0.40 m (Seminario *et al.*, 2017); 0.80 m x 0.30 m (Rozo y Ñustez, 2011). Por tal motivo se plantea la siguiente investigación, probando seis densidades de plantación, variando el distanciamiento entre surcos y entre plantas.

1.1. Objetivo de la investigación

Evaluar el efecto de seis densidades de plantación (71429, 47619, 35714, 55556, 37037 y 27778 plantas por hectárea), variando la distancia entre surcos (0.70 m y 0.90 m) y la distancia entre plantas (0.20 m, 0.30 m y 0.40 m), en el rendimiento de un compuesto clonal de papa (*S. tuberosum* L.) del grupo Phureja.

1.1.1. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto en el rendimiento total y comercial de seis densidades de plantación, variando la distancia entre surcos (0.70 m y 0.90 m) y la distancia entre plantas (0.20 m, 0.30 m y 0.40 m), de un compuesto clonal de papa (*S. tuberosum* L.) del grupo Phureja.
- Determinar el efecto de las densidades en estudio, sobre los componentes de rendimiento: Número y peso total de tubérculos, número y peso de tubérculos comerciales y las variables relacionadas altura de planta, número de tallos e índice de cosecha, de un compuesto clonal de papa (*S. tuberosum* L.) del grupo Phureja.

CAPÍTULO II

REVISION DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

Colombia es el mayor productor mundial de papa chaucha, conocida como papa criolla en este país (morfotipos que presentan tubérculos con color de piel y carne amarillo) y se considera una de las papas con mayor aceptación y consumo (Rodríguez *et al.* 2009; Becerra-Sanabria *et al.* 2007). Conocida además en Colombia como ‘papa amarilla’ o ‘yema de huevo’ de la que se siembra en promedio 8 500 hectáreas, con producción cercana a las 100 mil toneladas al año (Herrera y Rodríguez 2012). Esta papa es clasificada como *Solanum tuberosum* L. grupo Phureja (Huamán y Spooner 2002).

Existen múltiples estudios sobre morfología, genéticos, agronómicos y de mercado, en torno a este cultivo en Colombia. Por ejemplo, Arias *et al.* (1996) evaluaron el rendimiento de papa chaucha (llamada criolla en Colombia) variedad “yema de huevo”, bajo diferentes densidades de siembra. El factor 1 correspondió a distancia entre surcos (0.70; 0.80; 0.90 y 1.0 m) y el segundo 2, a distancias entre plantas (0.20; 0.25 y 0.30 m). A la cosecha, los tubérculos fueron clasificados en tres tamaños: primera, segunda y tercera, según su diámetro. En tubérculos de primera/m² el T1 (0.25 m × 0.70 m = 57 143 plantas ha⁻¹) presentó el más alto número y peso promedio de tubérculos (30.57) y (878 g equivalente a 8.78 t ha⁻¹). En tubérculos de segunda/m², el tratamiento 8 (0.25 m × 0.80 m, 50 000 plantas ha⁻¹) presentó el mayor número y peso promedio de tubérculos (31.66) y (480 g equivalente a 4.80 t ha⁻¹). En tubérculos de tercera/m² el tratamiento 7 (0.20 m × 0.80 m, 62 500 plantas ha⁻¹) presentó el mayor número y peso promedio de tubérculos (76) y (546 g equivalente a 5.46 t ha⁻¹). En el número total de tubérculos/m² para los diferentes tratamientos osciló entre 89 correspondiente al tratamiento 3 (0.30 m × 1.0 m, 33 333 plantas ha⁻¹) con peso de 999 g equivalente a 33.30 t ha⁻¹ y 124 correspondiente al tratamiento 7 (0.20 m × 0.80 m, 62 500 plantas ha⁻¹) con peso de 1 615 g equivalente a 100.94 t ha⁻¹.

Existen investigaciones en Colombia, que no necesariamente tratan sobre densidad de plantación en papa chaucha (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja), pero utilizaron diversas densidades y obtuvieron ciertos rendimientos. Por ejemplo, Becerra-Sanabria *et*

al. (2007), evaluaron el efecto de dos factores: fósforo y potasio edáfico, sobre las variables gravedad específica y rendimiento de tubérculos por categoría cero (PT0, $\phi > 6$ cm), primera (PT1, $\phi 4 - 6$ cm), segunda (PT2, $\phi 2 - 4$ cm), tercera (PT3, $\phi < 2$ cm) y total de tubérculos (PTT), utilizaron un distanciamiento de siembra de 1.20 m entre surcos y 0.30 m entre planta ($27\ 778$ plantas ha^{-1}), en el cultivar Criolla Guaneña en dos localidades del municipio de pasto, departamento de Nariño Colombia. En ambas localidades no se encontraron diferencias en las variables evaluadas para el factor fósforo ni para el factor potasio. En la localidad de Jamondino los valores promedio de gravedad específica fluctuaron entre 1.084 y 1.095, valores superiores a la localidad de Obonuco con valores que fluctuaron entre 1.076 y 1.083. En las variables de rendimiento, en la localidad Jamondino, para la variable peso total de tubérculos (PTT) se obtuvieron valores entre 27.07 y 30.05 t ha^{-1} , para PT0 entre 2.86 y 4.39 t ha^{-1} , para para PT1 entre 15.06 y 17.17 t ha^{-1} y para PT2 entre 6.19 y 9.68 t ha^{-1} . En la localidad de Abonuco, para la variable peso total de tubérculos (PTT) se obtuvieron valores entre 19.81 y 27.56 t ha^{-1} , para PT0 entre 6.09 y 8.82, para para PT1 entre 9.90 y 14.15 t ha^{-1} y para PT2 entre 3.61 y 5.01 t ha^{-1} .

Durante dos semestres consecutivos, en cuatro localidades de Antioquia (Colombia), Rodríguez *et al.* (2009) evaluaron nueve clones promisorios de papa criolla. Las variables evaluadas fueron: potencial de rendimiento del tubérculo, rendimiento en el proceso de enlatado, gravedad específica, respuesta a *Phytophthora infestans* y estabilidad fenotípica. La distancia de siembra utilizada fue de 1,0 m entre surcos y entre planta de 0.3 m para un total de 33 333 plantas ha^{-1} . En la cosecha se evaluó pesando los tubérculos clasificados por categorías y rendimiento total RTT. En el rendimiento promedio combinado (localidad), de total de tubérculos (RTT), de los nueve clones, variaron de 11.16 a 22.83 t ha^{-1} . Para rendimiento promedio combinado (localidad), de tamaño segunda (RT2) vario de 4.48 a 7.09 t ha^{-1} . Los mejores clones seleccionados fueron: ‘Criolla latina’, Criolla paisa’ y criolla Colombia, por presentar mayor rendimiento, resistencia moderada a *P. infestans*, y buena aptitud para enlatado.

Santos (2010) evaluó desarrollo fenológico, área foliar (AF), masa seca, relación fuente-demanda, componentes de rendimiento, gravedad específica de un cultivar de papa criolla nativa: Criolla Colombia y tres cultivares de papa criollas mejoradas: C. Guaneña, C. Latina y C. Galeras, en dos localidades del municipio de Chipaque, departamento de

Cundinamarca (Colombia) en altitudes de 2572 y 2859 msnm. La siembra se realizó a distanciamientos de 1.0 m entre surcos y 0.30 m entre plantas, es decir a la densidad de 33333 plantas ha⁻¹. Se halló ligera diferencia entre localidades en los estados de desarrollo fenológico, con mayor duración del ciclo del cultivo en la localidad alta, influenciado principalmente por la diferencia en temperatura. El área foliar vario de 7 598 cm² (C. Colombia) a 20 559 cm² (C. Guaneña). El índice de cosecha (IC) calculado para los cultivares evaluados en la localidad alta vario de 68% a 73% y en la localidad baja varió de 51% a 66%. En la localidad alta la categoría primera presentó diferencias significativas entre cultivares, siendo el cultivar C. Guaneña superior con una media de 17.4 t ha⁻¹. En la categoría segunda no se presentó diferencias entre cultivares y en la categoría tercera Guaneña fue superior a los demás cultivares. En el rendimiento total de tubérculos se observaron diferencias significativas entre los cultivares siendo C. Guaneña superior a los demás cultivares con 38.7 t ha⁻¹. En la localidad baja no se presentó diferencias entre los cultivares evaluados para ninguna de las categorías. C. Guaneña presentó la mayor producción de tubérculos de categoría primera con un promedio de 38.9 t ha⁻¹. En el rendimiento total C. Guaneña fue el cultivar con mayor producción de tubérculos con un promedio de 49.6 t ha⁻¹. La acumulación de materia seca total, índice de cosecha y potenciales de fuente-demanda fueron superiores en los cultivares mejorados, condiciones que reflejaron un mayor rendimiento en dichos cultivares, que vario de 26 a 50 t ha⁻¹.

En el departamento de Nariño al sur de Colombia, Silva *et al.* (2017) evaluaron el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilización potásica (300, 250 y 200 Kg de K₂O) y cuatro densidades de siembra, considerando distancias de siembra entre plantas y surcos de 0.20 m × 1.0 m (50 000 plantas ha⁻¹), 0.20 m × 1.20 m (41 667 plantas ha⁻¹), 0.30 m × 1.00 m (33 333 plantas ha⁻¹) y 0.40 m × 0.80 m (31 250 plantas ha⁻¹); sobre las variables de área foliar (AF), índice de área foliar (IAF) e índice de crecimiento de cultivo (ICC). Es decir, el efecto de la fertilización potásica y densidades de siembra sobre el comportamiento fisiológico del cultivo de papa *Solanum tuberosum* grupo Phureja var. Criolla Guaneña. Encontraron que las densidades de siembra y dosis de fertilización influyeron en el comportamiento de las variables fisiológicas de AF, IAF e ICC del cultivo, las cuales éstas, están asociadas al incremento de la productividad.

Con 31 250 plantas ha⁻¹ y 250 Kg K₂O; se alcanzó el mayor incremento de área foliar (AF) con valores cercanos a los 6 000 cm² entre los 60 y 80 días después de la siembra. El IAF con 4 667 y 31 250 plantas ha⁻¹ con 250 Kg K₂O ha⁻¹, aumento a un valor próximo a 2.0 entre los 60 y 80 dds.

El ICC alcanzó un valor máximo de 40 g m⁻² día⁻², con 50 000 plantas ha⁻¹ y 250 Kg K₂O ha⁻¹, deduciendo que, para sustentar una mayor cantidad de plantas durante el llenado de tubérculos, la dosis de K debe aumentar. Sin embargo, el ICC también fue mayor con 3 250 plantas ha⁻¹ y 200 kg K₂O ha⁻¹, debido posiblemente a la menor cantidad de plantas y mayor recubrimiento de calles logrando una mayor interceptación de RFA que influye en el ICC, por la acumulación de biomasa seca.

El índice de cosecha (IC) varió de 55% para la densidad de 33 333 plantas ha⁻¹ y 200 Kg K₂O ha⁻¹ a 70 % para la densidad de 33 333 plantas ha⁻¹ y 250 Kg K₂O ha⁻¹, mostrando que el K con las dosis más altas tiene influencia en el incremento del IC.

En el Perú, las investigaciones realizadas sobre los efectos de la densidad de siembra en el rendimiento de papa chaucha (*S. tuberosum* L.) del grupo Phureja son escasos. Generalmente, los distanciamientos de siembra utilizado para *S. tuberosum* grupo Phureja, en la Región Cajamarca (Perú), son de 0.90 m entre surcos y 0.40 entre plantas (27 778 plantas ha⁻¹). En estudios previos en esta región existen escasos reportes donde se hayan modificado estos factores para evaluar el efecto en el rendimiento y los componentes del mismo.

Por ejemplo, Seminario *et al.* (2018) modificando la distancia de siembra entre plantas 0.30 m y 0.40 m, sin modificar la distancia entre surcos (0.90 m) cuya densidad 37 037 plantas ha⁻¹ y 27 778 plantas ha⁻¹ respectivamente, utilizando dos cultivares (limeña huachuma y amarilla redonda) y dos dosis de abono (7.5 t ha⁻¹ y 10 t ha⁻¹) (estiércol de lombriz), para un total de 8 tratamientos repetidos 3 veces en parcelas divididas. Las evaluaciones consistieron en altura de planta, número de tallos, número y peso total de tubérculos, número y peso de tubérculos comerciales, peso de tubérculos de primera (< 4 cm de diámetro), segunda (2-4 cm de diámetro) y tercera (< 2 cm de diámetro).

Obtuvieron rendimientos que variaron de 7 t ha⁻¹ (T7: 0.90 × 0.30, amarilla redonda y 7.5 t ha⁻¹ de estiércol de lombriz) a 14 t ha⁻¹ (T2: 0.90 × 0.40m, Limeña huachuma y 10

t ha⁻¹), sin presentar diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Solo se presentó una diferencia estadística significativa para el factor cultivar donde limeña huachuma fue superior a amarilla redonda en el peso total de tubérculos.

En la ‘Evaluación de la productividad de diez cultivares promisorios de papa chaucha (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) de la región Cajamarca’ realizado por Rojas y Seminario (2014), utilizando 0.90 m entre surcos y 0.40 entre plantas (27 778 plantas ha⁻¹) se presentaron diferencias estadísticas significativas para el rendimiento y sus componentes entre cultivares. El rendimiento que varió de 5,0 (Huagalina) a 11.5 t ha⁻¹ (Amarilla mahuay) con una media de 8.6 t ha⁻¹. Además, se encontraron diferencias altamente significativas para número de tallos e índice de cosecha. 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). Los índices de cosecha variaron de 22% a 46%.

Seminario *et al.* (2016) realizaron investigación para conocer el potencial productivo de doce cultivares de papa chaucha (Bola de potro, Roja 2, Shoga amarilla, Limeña, llanqueja, Amarilla mahuay, Piña amarilla, Montañera 2, Liemña huachuma, Amarilla, Montañera 3, Blanca) e identificar los cultivares con la mayor producción de tubérculos comerciales, para lo cual emplearon distanciamientos de 0.90 m entre surco por 0.40 entre planta dando una densidad de 27778 plantas por hectárea. En los resultados encontraron que la altura de planta varió entre 72.5 (Piña amarilla) y 46.2 cm (Montañera 2) con un promedio de 64.8 cm. El número promedio de tallos fue de 3.2, con una variación entre 4.9 (Shoga amarilla) y 2.1 (Llanqueja y Limeña), mostrando alta significación estadística entre tratamientos. En el número total de tubérculos el promedio obtenido fue de 26.1 tubérculos por planta y varió en un rango de 8.5 (Bola de potro) a 66.3 (Blanca) tubérculos por planta, comprobándose alta significación estadística entre tratamientos. El peso total de tubérculos vario de 1137,5 g, equivalente a 31.6 t ha⁻¹ (Roja 2) a 374.7 g, equivalente a 10.4 t ha⁻¹ (Montañera 2), con un promedio de 808.8 g, equivalente a 22.5 t ha⁻¹, indicando alta significación entre tratamientos. En el número de tubérculos comerciales vario de 17.7 (Roja 2) a 6.6 (Montañera 2), encontrándose diferencias altamente significativas entre tratamientos. El peso de los tubérculos comerciales en promedio fue

de 727.9 g por planta, con un rango que varió de 1008.2 g (Roja 2) a 354.2 g (Montañera 2) por planta, equivalente a 20.22, 28.00, y 9.84 t ha⁻¹ respectivamente.

Otro estudio realizado por Seminario *et al.* (2017); utilizando 0.90 m entre surcos y 0.40 m entre plantas (27 778 plantas ha⁻¹) para todos los cultivares, presentando diferencias altamente significativas entre cultivares en el rendimiento por hectárea y las variables relacionadas con el rendimiento. El rendimiento por hectárea varió de 8.2 (Huagalina) a 27.4 t ha⁻¹ (Roja 2). El índice de cosecha promedio fue de 65%.

En base a estos antecedentes se llevó a cabo la presente investigación a fin de encontrar una adecuada densidad de plantas para el compuesto clonal de (*S. tuberosum* L. grupo Phureja) de acuerdo a los resultados de componentes de rendimiento.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Generalidades del grupo Phureja

2.2.1.1. Origen

Los primeros peruanos sembraron diferentes especies de papas silvestres que se cruzaban entre ellas y a través de los años seleccionaron híbridos que producían tubérculos más grandes, menos amargos y mejor adaptados a las condiciones de suelo y clima de los andes peruanos (Egúsquiza 2000).

La papa fue domesticada hace unos 10 000 años, en los andes, en el altiplano, al sureste de Perú y noroeste de Bolivia (Engel, citado por Estrada 2000). La agricultura más primitiva habría nacido en el altiplano entre Perú y Bolivia, alrededor del Lago Titicaca, donde sería el centro de origen de la papa, además, allí se encuentra la mayor variabilidad genética de especies silvestres y variedades cultivadas (Estrada 2000, Hawkes citado por Montaldo 1984).

Según Spooner, Van den Berg y Jacobs, citados por Rodríguez (2010), en el análisis de la genética tanto de las especies silvestres como de los cultivares nativos, se demuestra que la papa cultivada tuvo un origen único en una vasta región al norte del lago Titicaca, a partir de miembros del complejo norte de *S. brevicaulis*.

Se sustenta el origen de las especies cultivadas a partir de una especie única, o de su progenitor *S. bukasovii*, en un área al Sur del Perú desde donde se difundió hacia el norte y el sur, se puede afirmar que en dicha área se encuentran las 8 especies cultivadas y cerca del 50 % de especies silvestres de las 188 actualmente reconocidas (Salas *et al.* 2012).

Solanum stenotomum, es considerada la primera papa cultivada (Salas *et al.* 2012) y Hawkes (1990) indica que la especie *S. Phureja*, es una variante de *S. stenotomum* que se formó por selección a rápida maduración y ausencia de dormancia en el tubérculo.



Figura 1. Filogenia de las especies cultivadas de papa.

Fuente: Tomado de Salas *et al.* 2012:11.

2.2.1.2. Distribución de *Solanum tuberosum* L. grupo Phureja

El género *Solanum* tiene distribución mundial y se encuentra preferentemente en las regiones tropicales y subtropicales. Sin embargo, las papas silvestres, pertenecientes a este género (sección Petota), solamente se distribuyen en América, desde el suroeste de Estados Unidos, México, El Salvador, Honduras, Costa Rica, Panamá, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil, Paraguay, Uruguay, Argentina, hasta la costa central de Chile. Se encuentran en 16 países, entre 38 ° N y 41 S, crecen desde 0 hasta 4 000 msnm, pero con mayor frecuencia entre 2 000 y 4 000 msnm (Spooner y Hijmans, Hijmans, *et al.*, Salas y Roca, citados por Seminario 2008).

Solanum Phureja, es una papa cultivada diploide, representada por 170 accesiones en el banco de genes del CIP. Esta especie es de gran importancia en el mejoramiento de la papa, porque muchas accesiones de esta especie tienen rasgos valiosos tales como la resistencia al tizón tardío (Cañizares y Forbes, citado por Ghislain *et al.* 1999), marchitez bacteriana, nemátodos, y buenas propiedades culinarias (De Maine *et al.*, citado por Ghislain *et al.* 1999). Esta especie se distribuye en una franja larga y estrecha a lo largo de la vertiente orientales de los andes desde Venezuela hasta Bolivia a una altitud de 2000 a 3700 msnm (Ochoa, citado por Ghislain *et al.* 1999).

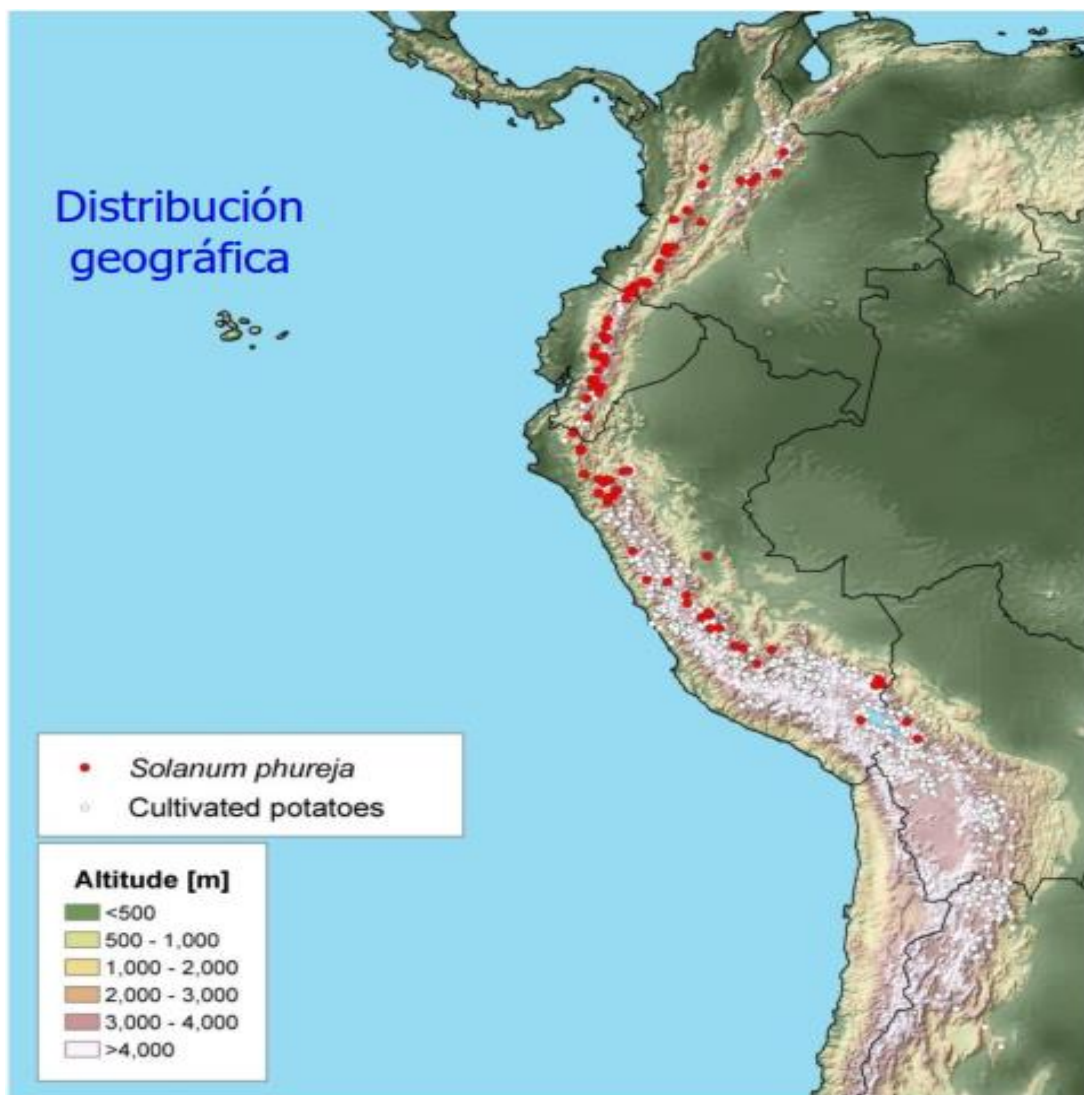


Figura 2. Distribución geográfica de *S. tuberosum* L. grupo Phureja

Fuente: Tomado de Salas *et al.* 2012:32.

2.2.1.3. Taxonomía de *S. tuberosum* L. grupo Phureja.

Las papas cultivadas han sido clasificadas como especies bajo el Código Internacional de Nomenclatura Botánica (ICBN) y como grupos de cultivares bajo el Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas (CINPC); ambas clasificaciones siguen siendo ampliamente utilizados (Spooner *et al.* 2002).

Bajo estos dos enfoques, hasta el momento se han propuesto seis formas de clasificación. Tres formas de clasificación basadas en las normas del Código Internacional de Nomenclatura Botánica (ICBN), que son de Bukasov (1971) y Lechnovich (1971) reconocen 21 especies, Hawkes (1990) que reconoce siete especies con ocho subespecies y Ochoa (1990-1999) reconoce nueve especies con 141 subespecies, variedades y formas. Otras tres formas de clasificación basadas en las normas del Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas (CINPC), que son de Dodds (1962) reconoce tres especies cultivadas con cinco grupos en *S. tuberosum*. Por su parte Huamán y Spooner (2002) reconocen una sola especie cultivada (*S. tuberosum*) con ocho grupos de cultivares y Spooner *et al.* (2007) proponen la reclasificación de las papas cultivadas en cuatro especies con diferente nivel de ploidia (Seminario 2008).

El ICBN, establece reglas para la nomenclatura de las plantas en general. En este sentido, es más útil para clasificar y nombrar especies silvestres. El CINPC, tiene como base el concepto de cultivar, el cual denota a un conjunto de plantas que se distinguen por caracteres determinados (morfológicos, fisiológicos, citológicos, químicos u otros). Además, establece la categoría de “grupo de cultivares” que incluye a varios cultivares o conjunto de cultivares semejantes, dentro de una especie o híbrido interespecífico, dichos grupos de plantas cultivadas toman el nombre de clases (Seminario 2008).

La propuesta de clasificación de las papas cultivadas de Huamán y Spooner (2002), ha tenido cierta aceptación entre los investigadores y clasifican a todas las poblaciones de papas cultivadas, como grupos de cultivares bajo la única clase de *S. tuberosum*. Es decir, propone una sola especie, dentro de la cual consideran nueve grupos, de los cuales, ocho grupos llevan la misma denominación que las especies antiguas: Grupo Ajanjuiri, grupo Andigenum, grupo Chaucha, grupo Chilotanum, grupo cortilobum, grupo Juzepczukii, grupo Phureja, grupo Stenotomum y el último es un grupo todavía sin nombre, que involucra a los cultivares modernos, obtenidos en los centros de mejoramiento. En la

publicación de Huamán (2008) establece la clave taxonómica de la papa, de acuerdo al código de nomenclatura de plantas cultivadas y establece el grupo noveno con el nombre de grupo *Tuberosum*, que incluye a los cultivares modernos, obtenidos en los centros de mejoramiento, por hibridación, con intervención de los grupos Chilotanum y Andigenum y, hasta 16 especies silvestres.

El grupo Phureja se puede identificar por contener plantas diploides, triploides y tetraploides y, sobre todo, porque los tubérculos muestran brotamiento al momento de la cosecha. Entonces, la denominación correcta para las papas Phureja (conocidas en Cajamarca como chauchas) es *Solanum tuberosum* grupo Phureja, cuyos tubérculos no muestran dormancia (Seminario 2008).

Actualmente, la taxonomía de las especies silvestres y cultivadas de papa sigue siendo muy complicada, ya que usualmente muchas especies de papa presentan una apariencia muy diferente, pero mantienen la capacidad para hibridarse de forma natural cuando se encuentran en contacto, lo que genera alta variabilidad y hace difícil determinar los límites entre especies (Spooner y Salas, citado por Rodríguez 2009).

Tabla 1
Resumen de la clasificación taxonómica de las especies cultivadas de papa.

Ploidia	Dodds (1962)	Bukasov (1971), Lechnovich (1971)	Hawkes (1990)	Ochoa (1990, 1999)	Huamán y Spooner (2002)	Spooner et al. (2007)
2 x	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. ajanhuiri</i> Juz. y Bukasov	<i>S. ajanhuiri</i>	<i>S. ajanhuiri</i>	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. ajanhuiri</i>
	Grupo Stenotomum	<i>S. canarense</i> Juz. y Bukasov	<i>S. stenotomum</i>	<i>S. stenotomum</i>	Grupo Ajanhuiri	
	Subgrupo Goniocalyx	<i>S. erlansonii</i> Bukasov	<i>ssp. goniocalyx</i>	<i>S. goniocalyx</i>	Grupo Stenotomum	
	Subgrupo Stenotomum	<i>S. goniocalyx</i> Juz. y Bukasov	<i>ssp. stenotomum</i>			
	Grupo Phureja	<i>S. macmillanii</i> Bukasov				
	Subgrupo Amarilla	<i>S. phureja</i> Juz. y Bukasov				
	Subgrupo Phureja	<i>S. rybinii</i> Juz. y Bukasov <i>S. stenotomum</i> Juz. y Bukasov	<i>S. phureja</i> <i>ssp. hygrothermicum</i> <i>ssp. phureja</i>	<i>S. phureja</i>	Grupo Phureja Grupo Phureja	
3x	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. boyacense</i> Juz. y Bukasov	<i>S. chaucha</i>	<i>S. chaucha</i>	Grupo Chaucha	<i>S. juzepczukii</i>
	Grupo Chaucha	<i>S. chaucha</i> Juz. y Bukasov <i>S. chocclo</i> Bukasov <i>S. ciezae</i> Bukasov y Lechn. <i>S. cuencanum</i> Juz. y Bukasov				
	<i>S. juzepczukii</i>	<i>S. juzepczukii</i> Bukasov <i>S. mamilliferum</i> Juz. y Bukasov <i>S. tenuifilamentum</i> Juz. y Bukasov	<i>S. juzepczukii</i>	<i>S. juzepczukii</i>	Grupo Juzepczukii	
4x	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. andigenum</i> Juz. y Bukasov	<i>S. tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i>		<i>S. tuberosum</i>
	Grupo Andigena	<i>S. molinae</i> Juz.	<i>ssp. andigena</i>	<i>ssp. andigena</i>	Grupo Andigena	Grupo Andigena
	Grupo Tuberosum	<i>S. leptostigma</i> Juz. <i>S. tuberosum</i> L.	<i>ssp. tuberosum</i>	<i>ssp. tuberosum</i>	Grupo Chilotanum	Grupo Chilotanum
				<i>S. hygrothermicum</i>		
5x	<i>S. curtilobum</i>	<i>S. curtilobum</i> Juz. y Bukasov	<i>S. curtilobum</i>	<i>S. curtilobum</i>	Grupo Curtilobum	<i>S. curtilobum</i>

Fuente: Reproducido de Rodríguez 2009: 309.

2.2.1.4. Variabilidad de las papas Phureja.

En el cultivo de la papa existe gran variabilidad, diversidad genética y fenotípica, siendo fundamental en los programas de mejoramiento genético (Hawkes 1990, Pérez 2010).

La gran variabilidad genética de la papa permite su aprovechamiento en trabajos de resistencia o tolerancia a plagas, enfermedades y condiciones abióticas adversas; de igual forma posee características de tipo fenológico que permite adaptarlas a los requerimientos modernos (Estrada 2000).

Solanum tuberosum L. grupo Phureja se considera un grupo parental importante debido a sus excelentes propiedades agronómicas y cruzabilidad con otras especies silvestres y cultivadas de papas (formando híbridos inter e intra específicos) para el desarrollo de variedades modernas (Burgos, citado por Gómez 2012, Ghislain *et al.* 2006).

Los cultivares del grupo Phureja incluye principalmente a genotipos diploides, triploides y tetraploides. Los cruces entre genotipos pueden generar aneuploidías, que podrían ser materiales valiosos para los programas de mejoramiento del cultivo de la papa. Sin embargo para evitar problemas de cruzabilidad, generados por variaciones en el número de cromosomas o el nivel de ploidía se debe conocer el cariotipo de los cultivares a través de estudios caracterización citogenética (Gómez *et al.* 2012).

2.2.1.5. Usos de la papa Phureja.

Las papas se utilizan para una variedad de propósitos y no solo como un vegetal a ser cocinado en casa. De hecho, es probable que menos del 50 por ciento de las papas sembradas en todo el mundo se consuman frescas. El resto se transforma en productos o ingredientes alimenticios de papa; como alimento de ganado, cerdos y pollos; se procesa como almidón para la industria; y se reutiliza como tubérculo semilla para la siguiente temporada de siembra de papa (CIP 2015).

La papa Phureja es considerada como la que tiene el mayor contenido de proteína, carbohidratos, hierro y vitamina C. se suele consumir en fresco, frita en hojuelas, a la francesa o entera. Es procesada, siendo las principales técnicas de procesado: encurtidos (en salmuera y vinagre), precocido (enlatado y congelado) y deshidratada (Piñeros 2009).

Las papas nativas del Perú, incluidas las Phureja, generalmente se destinan para el autoconsumo del agricultor y la seguridad alimentaria. También son destinadas al mercado, mejorando la generación de ingresos, ya que las papas nativas generalmente tienen mayor precio que las papas mejoradas (Hanco, citado por Martínez *et al.* 2015, Pérez *et al.* 2015).

2.2.2. Densidad de siembra en papa

El distanciamiento de siembra de tubérculos semillas de papa es la longitud de separación entre los surcos (distancia entre surcos) y entre semillas (distancia dentro de surcos), el distanciamiento entre surcos puede variar de 50 a 120 cm, y entre semillas de 15 a 40 cm., es decir, los distanciamientos pueden variar tomando en cuenta factores de clima, suelo, tipo de crecimiento de la planta y el efecto de la densidad de tallos. En realidad, el distanciamiento más correcto es aquel en el que se logra la utilización máxima de la superficie del suelo, máximo aprovechamiento de la energía luminosa, follaje que no cree condiciones para daños de plagas o enfermedades y follaje que no incremente daño de accidentes climáticos como sequía y heladas (Egúsqiza 2000).

La densidad de siembra está determinada por dos factores: el número de sitios por hectárea y el número de tallos por sitio. La densidad de tallos afecta el número de tubérculos, el tamaño de los tubérculos y la tasa de multiplicación, la cual está determinada a su vez, por el número de tallos que emergen y sobreviven. Factores ambientales ejercen influencia directa, tales como: intensidad de luz, fertilidad, humedad y estructura del suelo. Los tallos principales son aquellos que crecen directamente del tubérculo-semilla, los tallos laterales son aquellos que se ramifican de los tallos principales, solo cuando esta ramificación tiene lugar bajo la superficie y forma raíces, estolones y tubérculos, se considera productivos. El conjunto de tallos principales y tallos ramificados bajo el suelo se denomina tallos sobre el suelo, el cual se emplea como índice para estimar el rendimiento probable. Este índice es dependiente de la variedad, tamaño y edad fisiológica del tubérculo-semilla y su número de brotes (Wiersema 1987).

La cantidad de follaje formado por el cultivo no solo afecta la tasa de crecimiento de los tubérculos, sino que también tiene un efecto en la duración del periodo de crecimiento de los tubérculos ya que en la medida que exista un periodo más largo de ramificación,

aparición de hojas nuevas y expansión del follaje, se puede alcanzar un IAF más alto y se retrasa el tiempo de la senescencia de follaje (Aldabe y Dogliotti, 2009).

Este índice también se convierte en un punto de referencia para el manejo de densidades de población, ya que un genotipo con alto índice de área foliar en condiciones de alta densidad puede presentar una mayor competencia intraespecífica, que reduzca la captación de radiación y por consiguiente disminuya su actividad fotosintética (Santos 2010).

El distanciamiento de siembra se establece de acuerdo al tamaño (peso) de la semilla que es normalmente entre 20 a 100 g, y el distanciamiento es directamente proporcional al tamaño o peso de semilla, por ejemplo, a menor peso menor distancia entre semilla en la siembra (Egúsqiza 2000), sabiendo que la papa chaucha produce tubérculos medianos a pequeños en relación a las papas comunes se podría reducir el distanciamiento de 90×40 cm acostumbrado en la región Cajamarca.

Algunas características morfológicas que presenta *S. tuberosum* L. grupo Phureja, tales como estolones y sistema radical más corto que las papas tetraploides, hacen suponer que sea factible utilizar densidades de siembra más altas. La planta varía entre 80 cm y un metro de altura, tiene un promedio de cinco tallos delgados y ramificados, de color verde claro. El follaje es semierecto a decumbente y menos abundante que en la papa tetraploide; el tamaño de la hoja es mediano y de un color verde poco intenso (Fedepapa, citado por Arias 1996).

La densidad en el cultivo de la papa juega un papel de importancia, porque con un buen planeamiento se puede tener seguro gran porcentaje de papa tamaño mediano para semilla o para consumo. Al sembrar una variedad precoz, que tiene un desarrollo foliar corto, la densidad de siembra entre surcos puede acortarse (Christiansen 1967).

La densidad de siembra según Christiansen (1967), se refiere a la cantidad en kilos de semilla a usarse por hectárea y a la distancia determinada de siembra entre papa y entre surcos. También menciona que la densidad también depende de la variedad a sembrarse, así por ejemplo si se siembra una variedad que posee un desarrollo foliar exuberante se debe dar más distancia entre surcos. Lo mismo sucede si la variedad tiene estolones largos, se debe sembrar más distante entre surcos para que tenga tierra para aporque.

Además, menciona que, al sembrar una variedad precoz, que tiene un desarrollo foliar corto, la densidad de siembra entre surcos puede acortarse.

Según Montaldo (1984) la densidad de siembra influye en la cantidad de semilla requerida por hectárea, el rendimiento del cultivo y el tamaño de los tubérculos en la cosecha. Se ha demostrado experimentalmente que los espacios más reducidos son mejores porque dan más altos rendimientos, tubérculos de tamaño más uniforme y hay menos tendencia a grandes tubérculos, en los que se puede presentar el daño fisiológico del corazón hueco. Por otro lado, menciona que con mayor uso del riego y mejor fertilidad por el empleo de grandes cantidades de fertilizante se ha visto que la mayor densidad de siembra (espaciamientos menores) está mejor justificada que cuando estos factores son limitados.

Se ha visto que la densidad de siembra afecta el rendimiento de los tubérculos en dos sentidos: cuando la distancia entre hileras y entre plantas sobre la hielera es muy estrecha, las plantas sufren de competencia, y los rendimientos disminuyen; con distancias máximas hay aumentos de rendimiento por planta, pero también disminuye el rendimiento por superficie cultivada. Por lo tanto, debe buscarse un equilibrio, de manera que el espacio sea suficientemente amplio pero que no haya disminución de rendimiento (Montaldo 1984).

2.2.3. Glosario de términos básicos

Papa chaucha. Papa nativa conocida en el Perú, Ecuador y Colombia como temprana o precoz, perteneciente al grupo Phureja según clasificación de Huamán y Spooner (2002) (Rojas y Seminario 2014).

Grupo Phureja. Grupo de papas cultivadas (de nueve grupos en total), perteneciente a la única clase o especie *S. tuberosum* L. según clasificación de Huamán y Spooner (2002). El grupo incluye principalmente a genotipos diploides y también tetraploides y triploides, que muestran ausencia o mínima dormancia y generalmente presentan tubérculos brotados al momento de la cosecha (Ghislain *et al.* 2006, Gómez *et al.* 2012).

Densidad de plantación. La densidad se expresa como número de plantas (de la misma especie) por unidad de área. La verdadera densidad de un cultivo de papa es el producto de: número de plantas \times número de tallos por planta (Wiersema 1987).

Distanciamiento. El distanciamiento de siembra de tubérculos semillas de papa, es la longitud de separación entre los surcos (distancia entre surcos: 50 a 120 cm) y entre semillas (distancia dentro de surcos: 15 a 40 cm); el cual determina juntamente con el número de tallos por sitio, la densidad del cultivo. La densidad del cultivo, afecta a los componentes de rendimiento: Número de tubérculos, tamaño de tubérculos y la tasa de multiplicación (Wiersema 1987, Egúsquiza 2000).

Rendimiento. El potencial del rendimiento se entiende como un proceso fisiológico complejo determinado por el genotipo, el ambiente y la interacción genotipo por ambiente (Milton y Allen 1995).

Componentes de rendimiento. Los componentes del rendimiento por planta de papa son el número y tamaño de los tubérculos (Wiersema 1987, Estrada 2000).

Compuesto clonal. Agregado de varios clones que componen un todo o grupo de materiales agrupados por ciertas características generales como la forma del tubérculo (redondos, alargados) y el color de la pulpa (amarilla, blanca) (Rojas y seminario 2014).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación

La presente investigación se desarrolló en el Servicio Silvo Agropecuario de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC), ubicado a 07° 10' 02'' latitud sur y 78° 29'39'' longitud oeste, a una altitud de 2670 msnm, en la región quechua baja (clima templado seco), con temperatura promedio diario de 14.7 °C; precipitación fluvial anual 651.9 mm y con una humedad relativa promedio de 64.9 %. Los datos meteorológicos durante el ciclo del cultivo se presentan en la Tabla 2.

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

Variables meteorológicas	Meses				
	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	diciembre
Precipitación (mm)	0.01	24.4	61.8	97.4	69.4
Humedad relativa (%)	55	56	61	66	60
Temperatura promedio (°C)	14.45	14.65	15.5	15.9	14.9
Brillo solar (Horas)	4.6	6.8	7.6	8.6	5.6

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

3.2. Materiales

3.2.1. Material biológico

- En esta investigación se empleó un compuesto clonal formado por la mezcla en la misma proporción de tubérculos de ocho cultivares: Amarilla redonda, Llanqueja, Limeña huachuma, Chachapoyana uno, Shoga amarilla, Amarilla mahuay, Blanca redonda, Chachapoyana dos. Estos cultivares pertenecen a la colección que mantiene el Programa de Raíces y Tubérculos Andinos de la UNC, que tienen características de planta, de tubérculos y ciclo vegetativo, similares y que en la caracterización morfológica formaron un solo grupo (clúster).
- Estiércol de Lombriz: Roja californiana (*Eisenia foetida* Savigny) a razón de 20 t ha⁻¹.

3.2.2. Agroquímicos

- Fertilizantes
Compomaster papa Sierra 15-24-14 (NPK) + 2 MgO + 5S
Urea 46 %
- Insecticidas
Matador 20 SL (Methamidophos) (0.05%)
- Fungicidas
Ridomil 68 WP (Mancozeb; Metalaxil-M; Aditivos) (0.007%)
- Abono foliar
Bayfolan, nutriente foliar liquido 11-8-6 (NPK)
- Pegamento
Agridex (Adherente-adyuvante-coadyuvante-activador)

3.2.3. Material de campo

- Láminas de identificación.
- Bolsas de papel
- Bolsas de malla
- Libreta de campo.
- Planos y croquis del área.
- Cordel.
- Estacas.
- Lampa.
- Palana.
- Pico.
- Manguera.
- Wincha de 60 metros.
- Cinta métrica
- Rafia
- Balanza de reloj.
- Yeso.

3.2.4. Material de laboratorio

- Balanza electrónica.
- Vernier.
- Vasos de precipitados.
- Cuchillas.
- Estufa.
- Probeta.
- Bolsas de papel.
- Alcohol
- Lejía
- Franela

3.2.5. Equipos

- Computadora.
- Balanza digital.
- Impresora.
- Calculadora.
- Cámara fotográfica.
- Mochila fumigadora (20 L).
- Mascarilla
- Botas
- Mandil
- Guantes

3.2.6. Material de escritorio

- Cuaderno.
- Lapiceros.
- Plumón indeleble.
- Papel bond A4.
- Tóner para impresora.
- Folder manila

3.3. Análisis físico químico del suelo

Antes de realizar la siembra se realizó el análisis físico químico del suelo, lo cual consistió en recolectar 6 sub-muestras en zigzag, del área destinado al estudio 180.5 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 de la Universidad Agraria la Molina, Facultad de Agronomía. Los resultados del análisis se muestran en la Tabla 3. Estos indican que la materia orgánica y el potasio están en un nivel medio, y el fosforo en un nivel alto.

Tabla 3. Análisis de suelo de las parcelas en estudio.

Número de Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase textural
Lab							Arena %	Limo %	Arcilla %	
9431	7.52	0.23	0.5	3.1	15.2	237	48	19	33	Fr.Ar.A

A = Arena; A.Fr. = Arena Franca; Fr.A. = Franco Arenoso; Fr. = Franco; Fr.L. = Franco Limoso; L = Limoso; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso; Fr.Ar. = Franco Arcilloso; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso; Ar.A. = Arcillo Arenoso; Ar.L. = Arcillo Limoso; Ar. = Arcilloso.

Fuente: Universidad Nacional Agraria La Molina-Facultad de Agronomía (2018).

Según la Tabla 3, el suelo pertenece a la clase textural franco arcillo arenoso, con un pH de reacción ligeramente alcalino, presenta un nivel medio en potasio y materia orgánica, un nivel alto en fosforo. La recomendación de abonamiento fue 140 de N, 110 de P₂O₅ y 105 de K₂O kg ha⁻¹. Sin embargo, solo se aplicó una dosis de fertilización de 300 kg ha⁻¹ como abonamiento de fondo, tomando en cuenta experiencias de investigaciones anteriores que indican que esta papa muestra poca respuesta a altos niveles de fertilización y se recomienda aplicar una fertilización de fondo de un fertilizante compuesto (13-26-6 de N, P, K) (Pérez *et al.*, 2008; Rozo y Ñustez, 2011); de modo que el análisis de suelo solo fue referencial.

3.4. Metodología

El experimento se realizó entre los meses de agosto a diciembre. Se utilizó un compuesto clonal de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja), formado por la mezcla de tubérculos de ocho cultivares: Amarilla redonda, Llanqueja, Limeña huachuma, Chachapoyana, Shoga amarilla, Amarilla mahuay, Blanca redonda, Chachapoyana dos. De la colección que mantiene el Programa de Raíces y Tubérculos Andinos de la UNC, que tienen características de planta, de tubérculos y ciclo vegetativo, similares y que en la caracterización morfológica formaron un solo grupo (clúster) (Tapia 2017).

Tabla 4
Características morfológicas de la planta de los ocho cultivares en estudio.

Cultivar	Localidad de colección	Distrito	Provincia	Características
Amarilla mahuy	Totora	Jesús	Cajamarca	Planta decumbente. Tallo verde. Alas onduladas. Hojas disectadas, con cuatro pares de foliolos laterales, tres pares de inter hojuelas entre foliolos laterales. Floración escasa. Corola rotada. Flor morada (intermedio), acumen con haz y envés blanco. Cáliz verde con pocas manchas. Pedicelo verde. Baya globosa con mucrón terminal, verde con pocos puntos blancos. Tubérculo amarillo (intermedio). Forma redonda, con ojos profundos. Color de pulpa amarillo. Brote color morado, con base color blanco verdoso.
Llanqueja	Cajamarca (mercado)	Cajamarca	Cajamarca	Planta decumbente. Tallo verde. Alas onduladas. Hojas disectadas, con cuatro pares de foliolos laterales, tres pares de inter hojuelas entre foliolos laterales. Floración escasa. Corola rotada. Flor morada (intermedio), acumen con haz y envés blanco. Cáliz verde con pocas manchas. Pedicelo verde. Baya periforme, verde con áreas pigmentadas. Tubérculo amarillo (pálido). Forma redonda, con ojos medianamente profundos. Color de pulpa amarillo. Brote color morado, con base color blanco verdoso.
Limeña huachuma	Laimina Alta	Jesús	Cajamarca	Planta decumbente. Tallo verde. Alas onduladas. Hojas disectadas, con cuatro pares de foliolos laterales, dos pares de inter hojuelas entre foliolos laterales. Floración escasa. Corola rotada. Flor morado (intermedio), acumen con haz y envés blanco. Cáliz verde con pocas manchas. Pedicelo verde. Baya globosa, verde. Tubérculo amarillo (pálido). Forma redonda, con ojos medianamente profundos. Color de pulpa amarillo claro. Brote morado, con base blanco verdoso.
Amarilla redonda	El Granero	Jesús	Cajamarca	Planta decumbente. Tallo verde. Alas onduladas. Hojas disectadas, con cuatro pares de foliolos laterales, dos pares de inter hojuelas entre foliolos laterales. Floración escasa. Corola rotada. Flor morado (intermedio) acumen con haz y envés blanco. Cáliz verde con pocas manchas. Pedicelo verde. Baya globosa, color verde con abundate puntos blancos. Tubérculo amarillo (intermedio). Forma comprimida, con ojos medianamente profundos. Color de pulpa amarillo. Brote color morado, con base blanco verdoso.

Shoga amarilla	Liritopampa	Jesús	Cajamarca	Planta decumbente. Tallo verde. Alas onduladas. Hojas disectadas, con cuatro pares de foliolos laterales, dos pares de interhojuelas entre foliolos laterales. Floración escasa. Corola rotada. Flor morado (intermedio) acumen con haz y envés blanco. Cáliz verde con pocas manchas. Pedicelo verde. Baya globosa, baya color verde con abundantes puntos blancos. Tubérculo amarillo (pálido). Forma redonda, con ojos medianamente profundos. Color de pulpa amarillo. Brote color rosado, con base blanco verdoso.
Chachapoyan a 1	Tambillo	Bambamarca	Hualgayoc	Planta decumbente. Tallo verde con pocas manchas. Alas rectas. Hojas disectadas, con cuatro pares de foliolos laterales, tres pares de interhojuelas entre foliolos laterales. Floración escasa. Corola pentagonal. Flor violeta (pálido), acumen con haz y envés blanco. Cáliz verde con pocas manchas. Pedicelo mayormente pigmentado y articulación verde. Baya globosa con mucrón terminal, baya color verde. Tubérculo amarillo (intermedio). Forma oblonga, con ojos medianamente profundos. Color de pulpa crema. Brote color violeta, blanco verdoso en la base.
Chachapoyan a 2	Tambillo	Bambamarca	Hualgayoc	Planta decumbente. Tallo verde. Alas onduladas. Hojas disectadas, con cuatro pares de foliolos laterales, dos pares de interhojuelas entre foliolos laterales. Floración escasa. Corola rotada. Flor morado (intermedio), acumen con haz y envés blanco. Cáliz verde con pocas manchas. Pedicelo verde. Baya globosa, baya color verde con pocos puntos blancos. Tubérculo amarillo (pálido). Forma redonda, con ojos medianamente profundos. Color de pulpa amarillo. Brote color morado, blanco verdoso en la base.
Blanca redonda	Carbón alto	Gregorio Pita	San Marcos	Planta decumbente. Tallo verde. Alas onduladas. Hojas disectadas, con cuatro pares de foliolos laterales, dos pares de interhojuelas entre foliolos laterales. Floración escasa. Corola rotada. Flor morado (intermedio), acumen con haz y envés blanco. Cáliz verde con pocas manchas. Pedicelo verde. Baya globosa con mucrón terminal, baya color verde con áreas pigmentadas. Tubérculo amarillo (intermedio). Forma redonda, con ojos medianamente profundos. Color de pulpa amarillo. Brote color morado, blanco verdoso en la base.

Fuente: Elaborado con base en Tapia 2017.

Tabla 5
Factores, niveles y tratamientos en estudio.

Factor	Niveles	Claves	Tratamientos	Densidad de población (Plantas ha^{-1})
Distancia entre surcos (m)	S ₁ : 0.70	S ₁ P ₁	T1	71 429
	S ₂ : 0.90	S ₁ P ₂	T2	47 619
		S ₁ P ₃	T3	35 714
Distancia entre plantas (m)	P ₁ : 0.20	S ₂ P ₁	T4	55 556
	P ₂ : 0.30	S ₂ P ₂	T5	37 037
	P ₃ : 0.40	S ₂ P ₃	T6	27 778 (Testigo)

Arreglo factorial $2 \times 3 = 6$ tratamientos.

3.4.1. Diseño experimental

Se utilizó el diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo factorial de 2 distancias entre surcos \times 3 distancias entre plantas. El primer factor correspondió a distancia entre surcos: 0.70 m y 0.90 m, y el segundo a distancia entre plantas: 0.20, 0.30 y 0.40 m., es decir en total de seis tratamientos, replicados tres veces. Para la evaluación se tomó el surco central, sin tomar en cuenta las plantas de los extremos para evitar el efecto de borde (8 plantas por muestra).

Cada unidad experimental estuvo constituida de tres surcos. En las unidades experimentales que recibieron los tratamientos con las distancias de siembra entre plantas más cortas, de 20 cm y 30 cm entre planta se agregaron 2 y 4 plantas más respectivamente, para aprovechar el espacio vacío (y completar el surco) que quedaba en dichas unidades experimentales (20, 30 y 40 cm entre plantas con 14, 12 y 10 plantas por surco respectivamente). El área total experimental fue de 183.60 m².

3.4.1.1. Figura 3. Croquis del experimento

I	S1 P3 (0.70x0.40 m) 35 714 pl./ha	S1 P1 (0.70x0.20 m) 71 429 pl./ha	S2 P3 (0.90x0.40 m) 27 778 pl./ha	S1 P2 (0.70x0.30 m) 47 619 pl./ha	S2 P2 (0.90x0.30 m) 37 037 pl./ha	S2 P1 (0.90x0.20 m) 55 556 pl./ha
II	S2 P3 (0.90x0.40 m) 27 778 pl./ha	S1 P3 (0.70x0.40 m) 35 714 pl./ha	S1 P2 (0.70x0.30 m) 47 619 pl./ha	S2 P2 (0.90x0.30 m) 37 037 pl./ha	S2 P1 (0.90x0.20 m) 55 556 pl./ha	S1 P1 (0.70x0.20 m) 71 429 pl./ha
III	S2 P3 (0.90x0.40 m) 27 778 pl./ha	S2 P2 (0.90x0.30 m) 37 037 pl./ha	S1 P1 (0.70x0.20 m) 71 429 pl./ha	S2 P1 (0.90x0.20 m) 55 556 pl./ha	S1 P2 (0.70x0.30 m) 47 619 pl./ha	S1 P3 (0.70x0.40 m) 35 714 pl./ha

S1 P3: 0.70 m entre surco por 0.40 m planta, S1 P1: 0.70 m entre surco por 0.20 m entre planta, S2 P3: 0.90 m entre surco por 0.40 m entre planta, S1 P2: 0.70 m entre surco por 0.30 m entre planta, S2 P2: 0.90 m entre surco por 0.30 m entre planta, S2 P1: 0.90 m entre surco por 0.20 m entre planta, S2 P3: 0.90 m entre surco por 0.40 m entre planta, S1 P3: 0.70 m entre surco por 0.40 m entre planta, S1 P2: 0.70 m entre surco por 0.30 m entre planta, S2 P2: 0.90 m entre surco por 0.30 m entre planta, S2 P1: 0.90 m entre surco por 0.20 m entre planta, S1 P1: 0.70 m entre surco por 0.20 m entre planta, S2 P3: 0.90 m entre surco por 0.40 m entre planta, S2 P2: 0.90 m entre surco por 0.30 m entre planta, S1 P1: 0.70 m entre surco por 0.20 m entre planta, S2 P1: 0.90 m entre surco por 0.20 m entre planta, S1 P2: 0.70 m entre surco por 0.30 m entre planta, S1 P3: 0.70 m entre surco por 0.40 m entre planta.

3.4.2. Conducción del experimento

3.4.2.1. Preparación del terreno.

Esta actividad se realizó en el mes de julio, con tractor se realizó la aradura y cruza del suelo cuya área fue de 183.60 m^2 , dividido en tres bloques, cuya área fue bloque I y II: 54.36 m^2 y bloque III: 55.08 m^2 . Luego se procedió a nivelar el terreno, para evitar inundaciones o encharcamiento. Se trazaron los surcos con la ayuda de una wincha, cordel, estacas, y pico; de acuerdo a los distanciamientos establecidos. Se realizó el surcado en número de 18 surcos por bloque, con tres surcos por tratamiento.

La quinua se sembró en surco al contorno de la parcela, esta labor se realizó 20 días después de la siembra, con el propósito de crear un microclima para proteger de las heladas y de los vientos fuertes.

Preparación de la semilla

Diez días antes de la siembra, se seleccionó la semilla de papa y luego se acondicionó en bolsas de mallas en un lugar cálido (invernadero) donde recibieron luz difusa, para que se produzca el brotamiento múltiple. El tamaño de la semilla fue mayor a 4 cm de diámetro, con un peso promedio de 35 g.

3.4.2.2. Siembra

3.4.2.3. Siembra, abonamiento y fertilización

La siembra se realizó el 06/08/2018. Las semillas se colocaron en el fondo del surco, uno por golpe con los distanciamientos correspondientes a cada tratamiento en estudio, con los brotes hacia arriba. Luego se realizó el abonamiento con estiércol de lombriz a una dosis de 720 g/planta (20 t ha^{-1}) en base a 27 778 plantas por hectárea. Seguido se aplicó fertilizante compomaster papa Sierra 15-24-14 (NPK) + 2 MgO + 5S a una dosis de 10.8 g/planta (300 kg ha^{-1}), en base a 27 778 plantas por hectárea. Este nivel de fertilización se aplicó tomando en cuenta experiencias de investigaciones anteriores que indican que esta papa muestra poca respuesta a altos niveles de fertilización y se recomienda aplicar una fertilización de fondo de un fertilizante compuesto (13-26-6 de N, P, K) (Pérez *et al.*, 2008; Rozo y Ñustez, 2011); de modo que el análisis de suelo solo fue referencial. Dicho fertilizante se aplicó alrededor del tubérculo. Finalmente se realizó el tapado colocando tierra sobre la semilla.

3.4.2.4. Riego

Debido a la ausencia de precipitaciones en el inicio del ciclo del cultivo se aplicó riego con manguera, tratando de mantener el suelo húmedo. El primer riego se realizó a los 9 días después de la siembra, posteriormente se realizó cada 2 a 3 días. En los meses de noviembre y diciembre se presentaron lluvias moderadas a fuerte con ciertos intervalos de tiempo. Se aseguró el riego en la etapa fenológica de floración, en los días con ausencias de lluvia.

3.4.2.5. Deshierbo y control de malezas

Se realizó dos deshierbes, una a los 33 días y el otro a los 49 días después de la siembra, para evitar malas hierbas que puedan competir con la papa en la absorción y uso de luz, agua y nutrientes además evitar riesgos de infección de plagas y enfermedades. Dicha actividad se realizó con herramienta manual (lampa).

3.4.2.6. Aporque

El aporque se realizó a los 65 días después de la siembra. Con herramienta manual (lampa) se acercó la tierra junto a los tallos, para evitar que los estolones entren en contacto con luz y se formen tallos aéreos.

3.4.2.7. Control fitosanitario

Para prevenir rancho (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) se realizó una aplicación de un fungicida Ridomil (Metalaxil 0.017 %), a una dosis de 50 g por mochila fumigadora de 20 L de capacidad en dos oportunidades 30 días y 70 días después de la siembra.

Para el control de plagas de importancia económica como escarabajo de la hoja (*Diabrotica undecimpunctata*, *Diabrotica speciosa vicens*), mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) y trips (*Frankliniella williamsi*) y Pulga saltona (*Epitrix sp*), se aplicó el insecticida “Matador 20 SL (0.05%)” cuyo ingrediente activo es el metomilo, la aplicación se realizó en tres oportunidades, a los 15 días, 40 días y 60 días después de la siembra respectivamente, con una dosis de 30 ml por mochila.

3.4.2.8. Cosecha

Se realizó el 06/12/2018 (a los 130 días después de la siembra) con herramienta manual, cuando los tubérculos alcanzaron la madurez fisiológica (piel firme y no removible del tubérculo, tubérculos se desprenden fácilmente de los estolones).

3.4.3. Evaluaciones realizadas en campo:

3.4.3.1. Porcentaje de emergencia

La evaluación se realizó desde que emergieron las primeras plantas hasta la emergencia total del cultivo.

3.4.3.2. Altura de planta

La medición se hizo a los 110 días después de la siembra, en la etapa de floración (80 %) donde la planta alcanzó su máximo desarrollo y crecimiento, con una wincha se procedió a medir la altura de la planta desde la superficie del suelo – planta, hasta el ápice del tallo principal de la planta.

3.4.3.3. Número de tallos por planta

Se contó el número de tallos sobre la superficie del suelo por planta y por tratamiento, a los 110 días después de la siembra en la etapa de floración (80 %).

3.4.3.4. Peso del follaje fresco

A los 128 días se procedió al corte de los tallos por planta, por surco y por bloque, se pesó los tallos en fresco, luego se tomó muestras de follaje de cada tratamiento para ser secadas en estufa, a 105 °C, por 48 horas.

3.4.3.5. Número total de tubérculos por planta

Se clasificó los tubérculos por categoría según la clasificación de Rodríguez *et al.* (2009).

Primera: > 4 cm de diámetro

Segunda: 2 a 4 cm de diámetro

Tercera: < de 2 cm de diámetro

Los tubérculos comerciales se consideraron con diámetro mayor o igual a 2 cm de diámetro (primera más segunda).

3.4.3.6. Número de tubérculos comerciales por planta

Se procedió al conteo de los tubérculos comerciales que incluyó a tubérculos de categoría primera y segunda, que fueron tubérculos con diámetro mayor o igual a 2 cm de diámetro.

3.4.3.7. Número de tubérculos no comerciales por planta.

Los tubérculos no comerciales, son aquellos que pertenecen a la tercera clase, según la clasificación de Rodríguez *et al.* 2009, y comprenden los tubérculos con diámetro inferior a 2 cm, además a los que tienen daños sanitarios y mal formados.

3.4.3.8. Peso total de tubérculos por planta.

Se procedió a pesar los tubérculos comerciales y no comerciales por planta.

3.4.3.9. Peso de tubérculos comerciales.

Se procedió a pesar los tubérculos comerciales que tienen diámetro mayor o igual a 2 cm de diámetro según la clasificación de Rodríguez *et al.* (2009).

3.4.3.10. Largo, ancho y altura de tubérculos

Después de clasificar los tubérculos, primera, segunda y tercera (por planta), se procedió a medir todos los tubérculos por planta. Se midió los tubérculos tomando como referente a lo realizado por Ligarreto y Suarez (2003).

Diámetro longitudinal (largo): para esta medida se tuvo en cuenta el eje del tubérculo que parte del lugar donde estaba sujeto a la planta.

Diámetro ecuatorial I (diámetro menor): se tomó la medida del eje transversal menor del tubérculo.

Diámetro ecuatorial II (diámetro mayor): se realizó la medida tomando el eje transversal mayor del tubérculo.

3.4.3.11. Rendimiento de tubérculos por hectárea

El rendimiento por hectárea se obtuvo mediante la fórmula propuesta por Hay y Walker (1989) que es como sigue:

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

3.4.4. Evaluaciones realizadas en laboratorio

3.4.4.1. Determinación de materia seca del follaje

Se tomaron tres plantas de cada tratamiento, cortadas desde el cuello (una planta de cada repetición) y llevadas a laboratorio para determinar la materia seca del follaje. Se trozó cada planta de 2 a 3 cm de largo, se tomó el peso fresco (g), luego se colocó a estufa a 105 °C por 72 horas. Luego se pesó (peso seco en gramos) y se determinó el % en relación al peso fresco.

Este peso seco del follaje (%) se aplicó a todas las plantas cosechadas (en donde se tomaron el peso fresco).

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

3.4.4.2. Materia seca del tubérculo

Se tomaron 4 tubérculos frescos por tratamiento (6 tratamientos), se pesaron y este dato fue tomado como peso fresco. Cada tubérculo se trozó en cubos de 2 cm y se colocó en vasos de precipitación y llevados a la estufa a 105 °C hasta alcanzar un peso constante. El porcentaje de materia seca del tubérculo se obtuvo mediante la fórmula:

$$(\%)MS = (\text{Peso seco}/\text{Peso fresco}) \times 100$$

3.4.4.3. Índice de cosecha

Con los porcentajes de materia seca de tubérculos y de follaje se calculó el índice de cosecha (IC), que corresponde al porcentaje de materia seca de la parte cosechable (tubérculos) con relación al rendimiento (materia seca de la planta completa), expresado en %. Se determinó de acuerdo con lo establecido por Gardner *et al.* (1985):

$$IC = \left[\frac{\text{Peso seco de los tubérculos}}{\text{Peso de biomasa total al momento de la cosecha (excluyendo raíces)}} \right] \times 100$$

3.4.4.4. Gravedad específica del tubérculo

Primeramente, se realizó el pesado de muestras que llegaron a pesar entre 400 a 1000 g de tubérculos por cada tratamiento, dichos datos fueron registrados como peso en el aire. Seguido se pesó el agua en el recipiente, el cual fue registrado como peso del agua. Luego, se colocó la bolsa de malla de nylon con tubérculos en el recipiente con agua, quedando los tubérculos sumergidos, el dato fue registrado como peso en agua.

El cálculo de la GE se realizó mediante la fórmula propuesta por Díaz *et al.* (2008).

$$GE = \left[\frac{\text{Peso en el aire}}{\text{Peso en el agua}} \right]$$

3.4.5. Trabajo de gabinete

3.4.5.1. Registro de datos de campo y laboratorio

Se efectuó en hojas prediseñadas en MS Excel, para cada evaluación que se realizó en campo y laboratorio.

3.4.5.2. Procesamiento y análisis de los datos

Los datos obtenidos en las evaluaciones fueron ordenados y clasificados en una hoja de Excel. Enseguida se agruparon y ordenaron de acuerdo a las exigencias de los análisis que se realizaron. Con el uso del programa InfoStat, se realizó una prueba de ANOVA (Análisis de varianza) para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos en estudio. De acuerdo a la prueba anterior en donde se encontró diferencias estadísticas entre cultivares, se realizó la prueba de rango múltiple de LSD (Diferencia Mínima Significativa). Esta prueba permite conocer cuales tratamientos son superiores y, por lo tanto, los más recomendables para continuar con las investigaciones y recomendables para establecer parcelas comerciales.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de rendimiento y sus componentes del compuesto clonal de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja)

4.1.1. Peso total de tubérculos por planta

El peso de los tubérculos es una característica importante, puesto que de este factor depende el rendimiento de un cultivo, dicho peso está en función del número de tubérculos por planta, el número de plantas cosechadas y el peso de cada tubérculo.

En la Tabla 6, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para peso total de tubérculos, los cuales indican que no existe significación estadística para las densidades en estudio; es decir, para la interacción de distancia entre surcos y distancia entre plantas (S*P), dado que el valor de significación (p-valor = 0.2817) es mayor al 0.05 (5 %), lo cual indica que no existe; es decir, que el peso total de tubérculos no está afectado por la acción conjunta (interacción) de los factores, sino que estas variables actúan de modo independiente. Del mismo modo, no existe significación estadística para la distancia entre surcos (S), dado que, el valor de significación (p-valor = 0.7552) es mayor al 0.05 (5 %), lo cual indica que, los pesos de tubérculos obtenidos a diferentes distancias entre surcos, son estadísticamente similares.

Si se encontró significación estadística para la distancia entre plantas (P), dado que el valor de significación (p-valor = 0.0209) es menor al 0.05 (5 %), lo cual indica que los distanciamientos entre plantas, causaron efectos significativos en el peso de los tubérculos, es decir, que con cada distanciamiento se encontraron pesos diferentes.

El coeficiente de variación (CV = 16.89 %), indica la variabilidad de los resultados obtenidos en cada combinación, es decir, que se encontraron diferente peso total de tubérculos bajo el efecto de un tratamiento en sus tres repeticiones.

Al realizar la prueba de LSD (Diferencia Mínima Significativa) al 5 % de probabilidad para el efecto del distanciamiento entre plantas (Tabla 7 y Figura 4), se observó que el mayor peso fue 675.69 g, el cual se encontró con el distanciamiento de 0.40 m, seguido

del distanciamiento de 0.30 m, cuyo peso fue 586 g. El menor peso se encontró a 0.20 m, con el cual se obtuvo 482.22 g.

En la Figura 5, se muestra el peso de tubérculos obtenido con cada tratamiento. El mayor resultado se encontró con el T6 (S₂ P₃), cuyo resultado es de 737.59 g equivalente a 20.49 t ha⁻¹. Con el resto de tratamientos el peso de tubérculos fue menor a 700 g. Sin embargo, como ya se indicó estos resultados son similares estadísticamente y solo tiene carácter referencial. con 20.49 t ha⁻¹,

Cuando transformamos los datos de los tratamientos a toneladas por hectárea (Tabla 6) encontramos que el mayor rendimiento se obtiene con S1P1 (71429 plantas /ha), con 35.18 t ha⁻¹, uno de los tratamientos que tiene la menor producción por planta (492.51 g) y el menor rendimiento se obtiene con S2P3 (27776 plantas por hectárea), con 20.49 t ha⁻¹, tratamiento que tiene el mayor rendimiento por planta (737.59 g). Estos rendimientos se explican porque son afectados por la densidad de plantación. Sin embargo, estos rendimientos resultan ser similares, según el análisis de varianza.

Dichos resultados están dentro del rango a los que hace en mención Seminario *et al.* (2016) en Cajamarca obtuvieron pesos que variaron de 1137,5 g, equivalente a 31,6 t ha⁻¹ (Roja 2) a 374,7 g, equivalente a 10,4 t ha⁻¹ (Montañera 2), con un promedio de 808,8 g, equivalente a 22,5 t ha⁻¹.

Castillo (2019) obtuvo rendimientos que variaron de 12.36 t ha⁻¹ (con la aplicación de 15 t ha⁻¹ de humus más 0 aplicaciones de stimplex-g) a 20.85 t ha⁻¹ (con la aplicación de 15 t ha⁻¹ de humus más 2 aplicaciones de stimplex-g).

Al respecto Arias *et al.* (1996) en Colombia en un trabajo de investigación encontraron pesos de 999 g, equivalente a 9.99 t ha⁻¹ con el tratamiento 3 (0,30 m × 1,0 m, 33 333 plantas ha⁻¹) y de 1 615 g, equivalente a 16.15 t ha⁻¹ con el tratamiento 7 (0,20 m × 0,80 m, 62 500 plantas ha⁻¹). Becerra – Sanabria *et al.* (2007) obtuvieron valores de 27,07 a 30,05 t ha⁻¹ en una localidad (Jamondino) y 19,81 a 27,56 t ha⁻¹ en la otra localidad (Abonuco).

Tabla 6. Análisis de varianza (ANOVA) para el peso total de tubérculos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	P – valor
Bloque	2	52695.19	26347.6	2.73 ns	0.1131
S*P (densidad)	2	27803.87	13901.94	1.44 ns	0.2817
Dist. Surcos	1	990.72	990.72	0.10 ns	0.7552
Dist. Plantas	2	112494.7	56247.35	5.83 *	0.0209
Error	10	96428.19	9642.82		
Total	17	290412.67			

S: distancia entre surcos, P: distancia entre plantas. No significativo (ns), significativo (*)

CV = 16.89 %

Tabla 7. Prueba de LSD (Diferencia Mínima Significativa), al 5 % de probabilidades para el peso total de tubérculos

Distancia entre plantas (m)	Peso total de tubérculos (g)	Significación al 5 %
0.40	675.69	A
0.30	586.00	A B
0.20	482.22	B

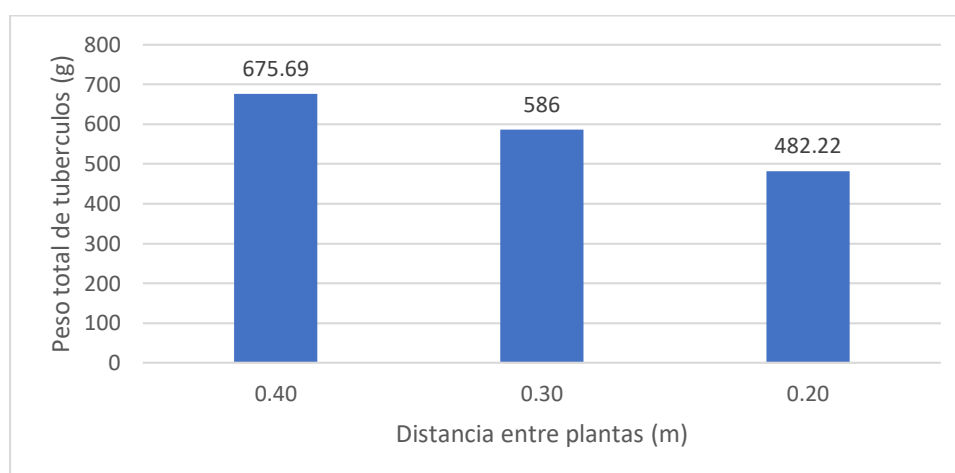


Figura 4. Peso total de tubérculos por planta de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada distanciamiento entre planta.

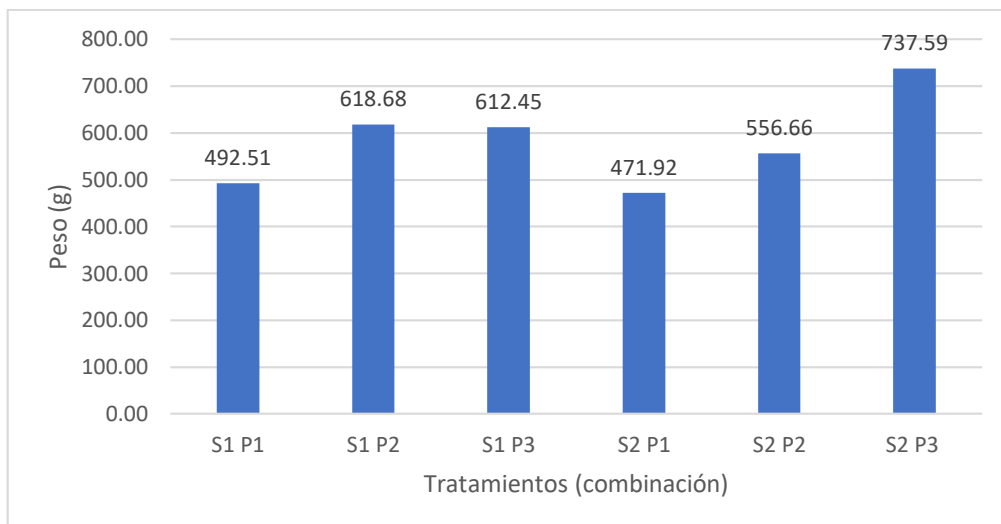


Figura 5. Peso total de tubérculos por planta de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada tratamiento (distancia entre surco por distancia entre planta).

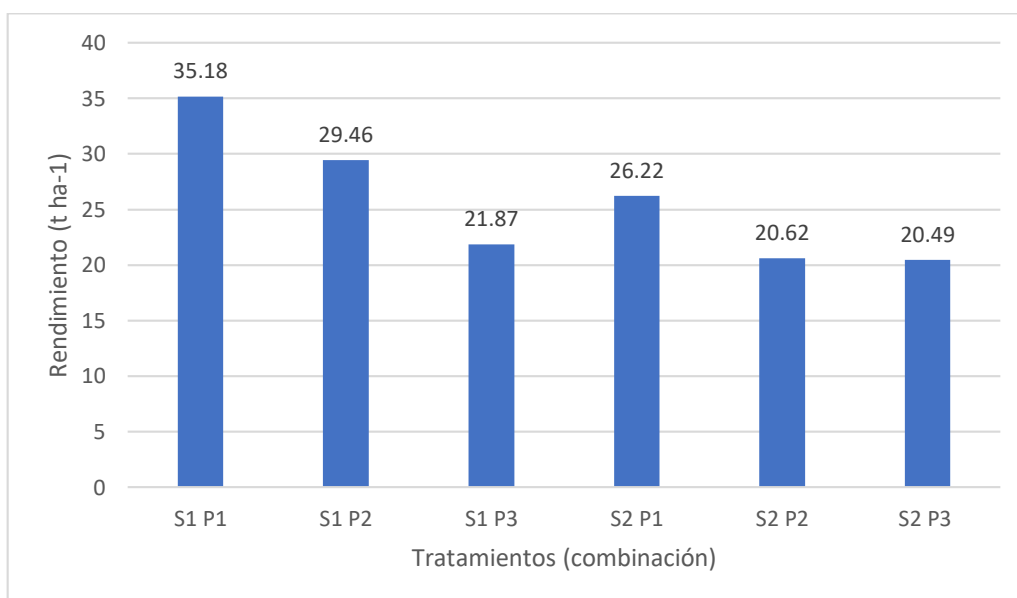


Figura 6. Peso total de tubérculos por hectárea de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada tratamiento (distancia entre surco por distancia entre planta).

4.1.2. Número total de tubérculos

En la Tabla 8, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el número total de tubérculos, los cuales indican que no existe significación estadística para las densidades en estudio; es decir, para la interacción de distancia entre surcos y distancia entre plantas (S*P), dado que el valor de significación (p-valor = 0.2571) es mayor al 0.05

(5 %), lo cual indica que no existe interacción entre el distanciamiento entre surcos y plantas, es decir, que el número total de tubérculos comerciales no está afectado por la acción conjunta (interacción) de los factores.

No existe significación estadística para la distancia entre surcos (S), dado que, el valor de significación (p-valor = 0.5348) es mayor al 0.05 (5 %), lo cual indica que, el número total de tubérculos obtenidos a diferentes distancias entre surcos, son estadísticamente iguales.

Para la distancia entre plantas, se encontró significación estadística, dado que el valor de significación (p-valor = 0.0297) es menor al 0.05 (5 %), lo cual indica que los distanciamientos entre plantas, causaron efectos significativos en el número total de tubérculos, es decir, que con cada distanciamiento se encontraron diferentes rendimientos en el número de tubérculos.

El coeficiente de variación (CV = 8.66 %), indica la variabilidad de los resultados obtenidos en cada Tratamientos (combinación), es decir, que se encontraron diferente número total de tubérculos bajo el efecto de un tratamiento en sus tres repeticiones.

Al realizar la prueba de LSD (Diferencia Mínima Significativa), al 5 % de probabilidad para el efecto del P (Tabla 9 y Figura 6), se observa que en promedio el mayor número de tubérculos fue 16, el cual se encontró con 0.40 m, seguido de la cantidad de tubérculos que se encontró con 0.30 m, cuyo valor fue 13. El menor número de tubérculos se encontró con 0.20 m, cuyo valor fue 12.

En la Figura 7, se muestra el número total de tubérculos obtenido con cada tratamiento. El mayor resultado se encontró con el T6 (S₂ P₃), cuyo resultado es de 17 tubérculos. Con el resto de tratamiento número total de tubérculos es menor a 16. Según el análisis de varianza, entre estos resultados no existen diferencias significativas.

Dichos valores difieren a los de Seminario *et al.* (2016) quienes obtuvieron en promedio 26,1 tubérculos por planta el cual varió en un rango de 8,5 (Bola de potro) a 66,3 (Blanca) tubérculos por planta.

Al respecto Arias *et al.* (1996) en un trabajo de investigación realizado en Colombia (papa chaucha, variedad criolla) obtuvieron números de tubérculos que variaron de 89 con el tratamiento 3 (0,30 m × 1,0 m, 33 333 plantas ha⁻¹) a 124 con el tratamiento 7 (0,20 m × 0,80 m, 62 500 plantas ha⁻¹).

Tabla 8. Análisis de varianza (ANOVA) para número total de tubérculos (datos transformados con $Y = \sqrt{X}$, X: dato).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	P – valor
Bloque	2	0.05	0.02	0.23 ns	0.7961
S*P	2	0.32	0.16	1.56 ns	0.2571
Dist.Surcos (S)	1	0.04	0.04	0.41 ns	0.5348
Dist. Plantas (P)	2	1.04	0.52	5.10 *	0.0297
Error	10	1.02	0.1		
Total	17	2.46			

No significativo (ns), significativo (*)

CV = 8.66 %

Tabla 9. Prueba de LSD (Diferencia Mínima Significativa), al 5 % de probabilidades para número total de tubérculos.

Distanciamiento entre plantas (m)	Promedio total de tubérculos	Significación al 5 %
0.40	16	A
0.30	13	A B
0.20	12	B

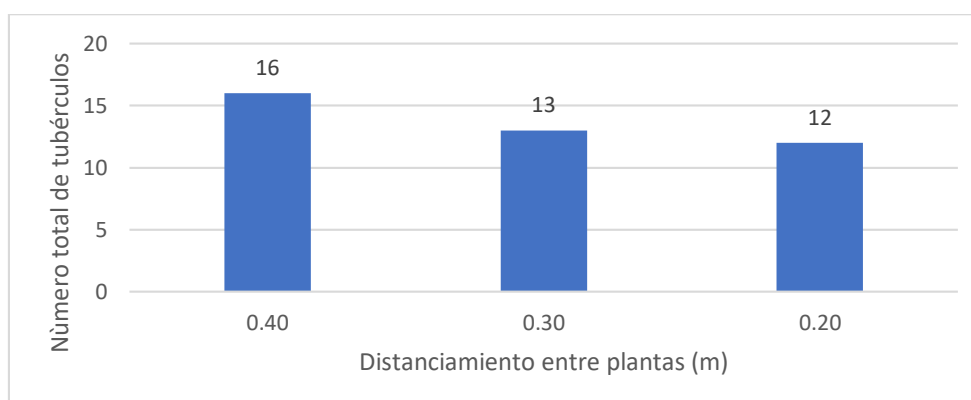


Figura 6. Número total de tubérculos por planta de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada distanciamiento entre planta.

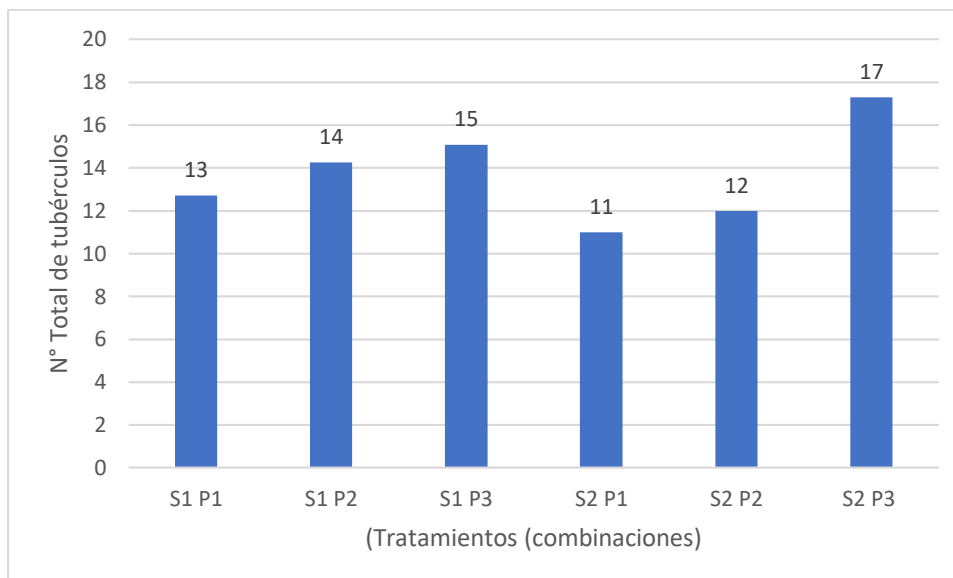


Figura 7. Número total de tubérculos por planta de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada tratamiento (distanciamiento entre surco por distanciamiento entre planta).

4.1.3. Número de tubérculos comerciales

En la Tabla 10, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el número de tubérculos comerciales, los cuales indican que no existe significación estadística para la interacción de los factores (S*P), dado que el valor de significación (p-valor = 0.1235) es mayor al 0.05 (5 %), lo cual indica que no existe interacción entre el distanciamiento entre surcos y plantas, es decir, que el número total de tubérculos comerciales no está afectado por la acción conjunta (interacción) de los factores. Del mismo modo no se encontró significación estadística para la distancia entre surcos (S), dado que, el valor de significación (p-valor = 0.6277) es mayor al 0.05 (5 %), lo cual indica que, el número de tubérculos comerciales obtenidos a diferentes distancias entre surcos, son estadísticamente iguales.

Para la distancia entre plantas, se encontró significación estadística, dado que el valor de significación (p-valor = 0.050) es igual al 0.05 (5 %), lo cual indica que los distanciamientos entre plantas, causaron efectos significativos en el número de tubérculos comerciales, es decir, que con cada distanciamiento se encontraron diferentes rendimientos en el número de tuberculo comercial.

El coeficiente de variación ($CV = 7.79 \%$), es adecuado, indica la variabilidad de los resultados obtenidos en cada combinación, es decir, que se encontraron diferente número total de tubérculos comerciales bajo el efecto de un tratamiento en sus tres repeticiones.

Al realizar la prueba de LSD (Diferencia Mínima Significativa), al 5 % de probabilidad para el efecto del distanciamiento entre plantas (Tabla 11 y Figura 8), se observa que en promedio el mayor número de tubérculos comerciales fue 14, el cual se encontró con 0.40 m, seguido de la cantidad de tubérculos que se encontró con 0.30 m, cuyo valor fue 12. El menor número de tubérculos se encontró con 0.20 m, cuyo valor fue 11 tubérculos.

En la Figura 9, se muestra el número total de tubérculos obtenido con cada tratamiento. El mayor resultado se encontró con el T6 (S₂ P₃), cuyo resultado es de 15 tubérculos comerciales. Con el resto de tratamiento el número de tubérculos es menor a 14. Según el análisis de varianza, entre estos resultados no existen diferencias significativas.

Dichos resultados están dentro del rango a los que mencionan Seminario *et al.* (2016) en un trabajo de investigación realizado en Cajamarca encontraron 12.9 tubérculos comerciales en promedio por planta, de los cuales el valor máximo fue de 17.7 tubérculos comerciales por planta (cultivar Roja 2) y como valor mínimo 6.6 tubérculos comerciales por planta (cultivar Montañera 2).

Tabla 10. Análisis de varianza (ANOVA) para número de tubérculos comerciales (datos transformados con $Y = \sqrt{X}$, X: dato).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	P – valor
Bloque	2	0.10	0.05	0.68 ns	0.5286
S*P	2	0.39	0.19	2.60 ns	0.1235
Dist. Surcos (S)	1	0.02	0.02	0.25 ns	0.6277
Dist. Plantas (P)	2	0.56	0.28	3.78 *	0.0500
Error	10	0.75	0.07		
Total	17	1.82			

No significativo (ns), significativo (*)

CV = 7.79 %

Tabla 11. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para número total de tubérculos.

Distanciamiento entre plantas (m)	Promedio de tubérculos comerciales	Significación al 5 %
0.40	14	A
0.30	12	A B
0.20	11	B

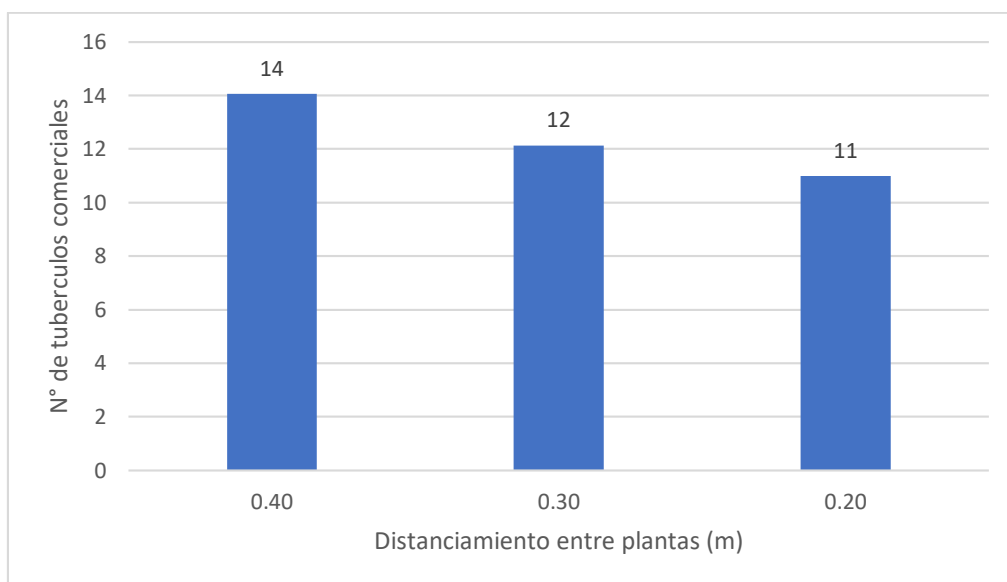


Figura 8. Número total de tubérculos comerciales por planta de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada distanciamiento.

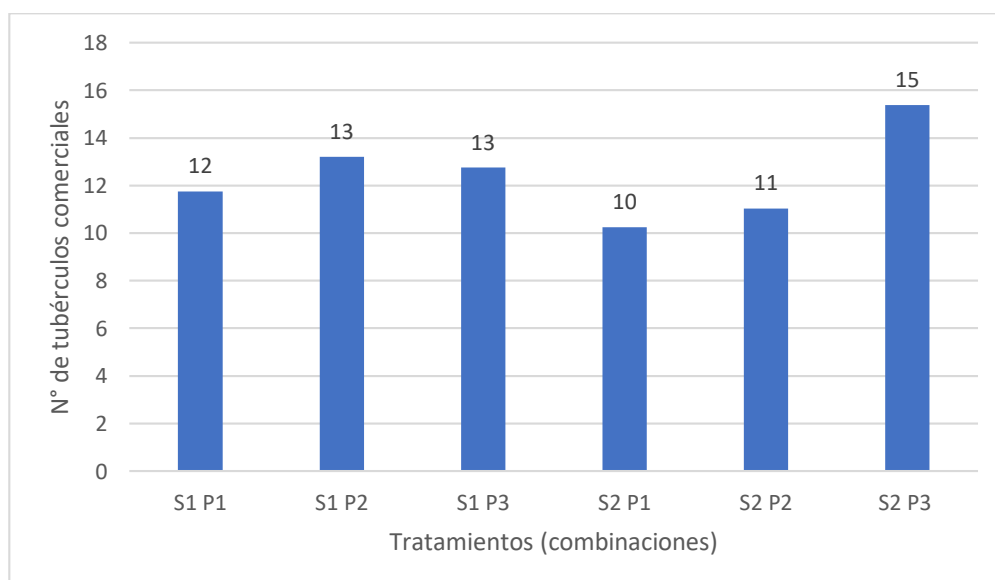


Figura 9. Número total de tubérculos comerciales por planta de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada tratamiento (distanciamiento entre surco por distanciamiento entre planta).

Porcentaje del número de tubérculos según categorías

El tratamiento T1 (S₁ P₁:0.70 X 0.20 m) presentó 6 tubérculos de primera que representa el 46%, 5 tubérculos de segunda que representa el 38 % y 1 tubérculo de tercera que representa el 16 %; el tratamiento T2 (S₁ P₂:0.70 X 0.30 m) presentó 7 tubérculos de primera que representa 50 %, 6 tubérculos de segunda que representa 43 %, 1 tubérculo de tercera que representa el 7 %; el tratamiento T3 (S₁ P₃:0.70 X 0.40 m) presentó 7 tubérculos de primera que representa 47 %, 5 tubérculos de segunda que representa 33 %, 2 tubérculos de tercera que representa el 20 %; el tratamiento T4 (S₂ P₁:0.90 X 0.20 m) presentó 5 tubérculos de primera que representa el 45 %, 5 tubérculos de segunda que representa el 45 %, 1 tubérculo de tercera que representa el 10 %; el tratamiento T5 (S₂ P₂:0.90 X 0.30 m) presentó 7 tubérculos de primera que representa el 58 %, 4 tubérculos de segunda que representa el 33 %, 1 tubérculo de tercera que representa el 9 % y por último el tratamiento T6 (S₂ P₃:0.90 X 0.40 m) presentó 8 tubérculos de primera que representa el 47 %, 7 tubérculos de segunda que representa el 41 % y 2 tubérculos de tercera que representa el 12 %, como se observa en la tabla 13.

Tabla 12. Número de tubérculos (%) según categorías primera (> 4 cm), segunda (2 a 4 cm) y tercera (< 2 cm).

TRAT.	PRIMERA		SEGUNDA		TERCERA		TOTAL	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
0.70 X 0.20	6	46	5	38	1	16	12	100
0.70 X 0.30	7	50	6	43	1	7	14	100
0.70 X 0.40	7	47	5	33	2	20	14	100
0.90 X 0.20	5	45	5	45	1	10	11	100
0.90 X 0.30	7	58	4	33	1	9	12	100
0.90 X 0.40	8	47	7	41	2	12	17	100

4.1.4. Peso de tubérculos comerciales

En La Tabla 12, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para peso tubérculos comerciales, los cuales indican que no se encontró significación estadística, para la interacción de los factores (S*P), dado que el valor de significación (p-valor = 0.2801) es mayor al 0.05 (5 %), lo cual indica que no existe interacción entre el distanciamiento entre surcos y plantas, es decir, que el peso total de tubérculos

comerciales no está afectado por la acción conjunta (interacción) de los factores. No existe significación estadística para la distancia entre surcos (S), dado que, el valor de significación (p-valor = 0.7692) es mayor al 0.05 (5 %), lo cual indica que, los pesos de tubérculos comerciales obtenidos a diferentes distancias entre surcos, son estadísticamente iguales.

Para la distancia entre plantas, se encontró significación estadística, dado que el valor de significación (p-valor = 0.0237) es menor al 0.05 (5 %), lo cual indica que los distanciamientos entre plantas, causaron efectos significativos en el peso de los tubérculos comerciales, es decir, que con cada distanciamiento se encontraron pesos diferentes.

El coeficiente de variación (CV = 17.17 %), indica la variabilidad de los resultados obtenidos en cada tratamiento (combinación), es decir, que se encontraron diferente peso total de tubérculos comerciales bajo el efecto de un tratamiento en sus tres repeticiones.

Al realizar la prueba de LSD (Diferencia Mínima Significativa), al 5 % de probabilidad para el efecto del distanciamiento entre plantas (Tabla 13 y Figura 10), se observa que el mayor peso de tubérculos comerciales fue 671.70 g, el cual se encontró con el distanciamiento de 0.40 m, seguido se encuentra el resultado obtenido con el distanciamiento 0.30 m, cuyo peso fue 585.39 g. El menor peso se encontró a 0.20 m, con el cual se obtuvo 480.50 g.

En la Figura 11, se muestra el peso de tubérculos obtenido con cada tratamiento. El mayor resultado se encontró con el T6 (S₂ P₃), cuyo resultado es de 733.91 g equivalente a 20.39 t ha⁻¹. Con el resto de tratamiento el peso de tubérculos comerciales es menor a 700 g. Según el análisis de varianza, entre estos resultados no existen diferencias significativas.

Dichos resultados están dentro del rango a lo que menciona Seminario *et al.* (2016) encontraron que el peso de los tubérculos comerciales en promedio fue de 727,9 g por planta, con un rango que varió de 1008,2 g (Roja 2) a 354,2 g (Montañera 2) por planta, equivalente a 20,22, 28,00, y 9,84 t ha⁻¹ respectivamente.

Tabla 13. Análisis de varianza (ANOVA) para peso total de tubérculos comerciales.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	P - valor
Bloque	2	53920.77	26960.38	2.73 ns	0.1134
S*P	2	28648.64	14324.32	1.45 ns	0.2801
Dist. Surcos (S)	1	898.88	898.88	0.09 ns	0.7692
Dist. Plantas (P)	2	110009.76	55004.88	5.56 *	0.0237
Error	10	98845.68	9884.57		
Total	17	292323.73			

No significativo (ns), significativo (*)

CV = 17.17 %

Tabla 14. Prueba de LSD (Diferencia Mínima Significativa), al 5 % de probabilidades para el distanciamiento entre plantas (P) y la variable peso de tubérculos comerciales.

Distancia entre plantas (cm)	Peso de tubérculos comerciales (g)	Significación al 5 %
0.40	671.70	A
0.30	585.39	A B
0.20	480.50	B

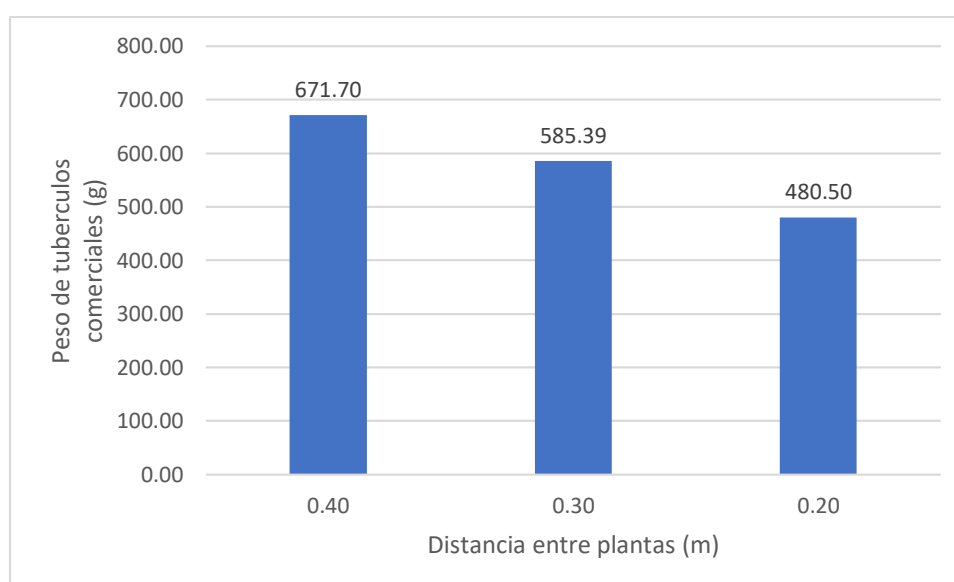


Figura 10. Peso total de tubérculos comerciales por planta de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada distanciamiento entre planta.

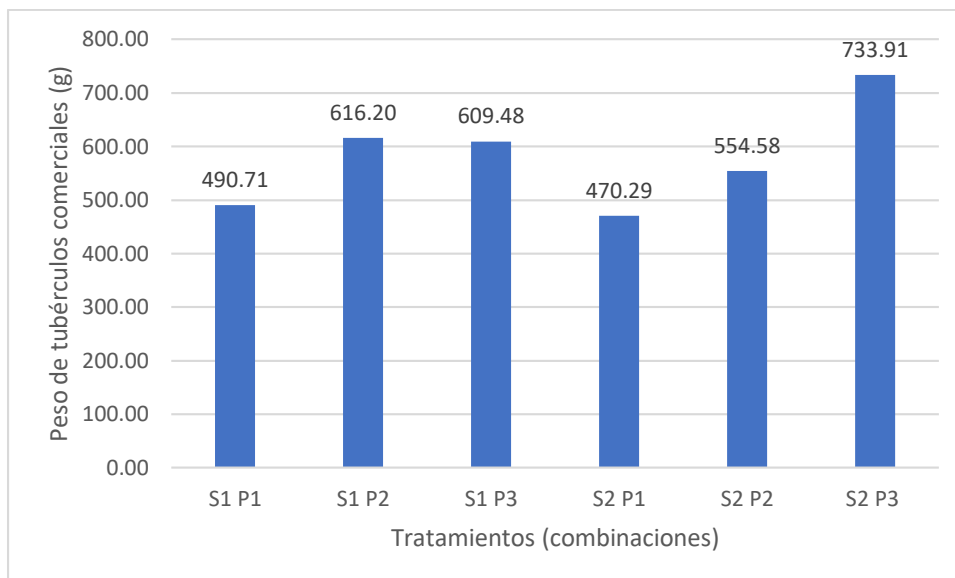


Figura 11. Peso total de tubérculos comerciales por planta de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada tratamiento (distanciamiento entre surco por distanciamiento entre planta).

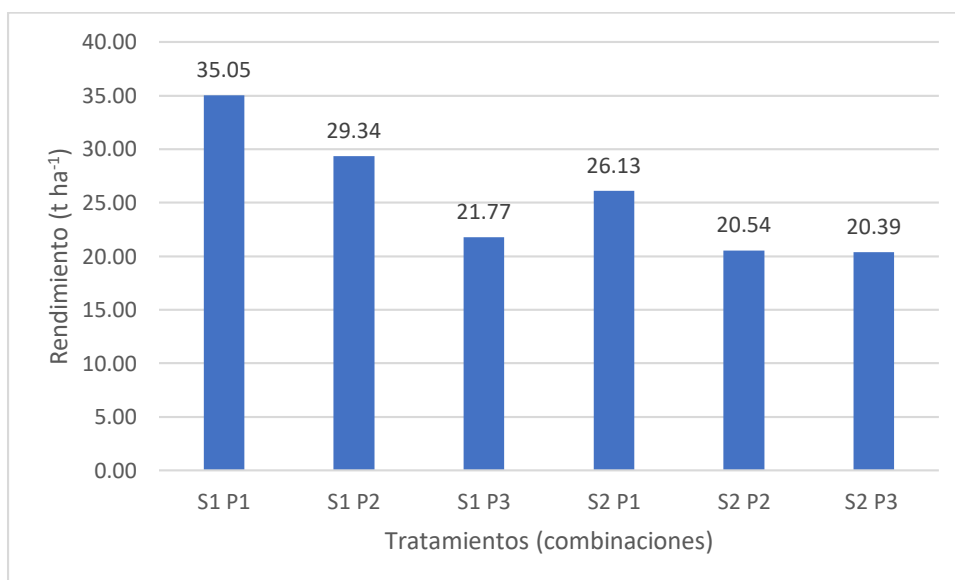


Figura 11. Peso total de tubérculos comerciales por hectárea de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada tratamiento (distanciamiento entre surco por distanciamiento entre planta).

Porcentaje del rendimiento de tubérculos

El tratamiento T1 (S₁ P₁: 0.70 X 0.20 m) presentó 406.28 g de papa primera que representa el 82.49%, 84.44 g de papa segunda que representa el 17.43 % y 1.80 g de tercera que representa el 0.08 %; el tratamiento T2 (S₁ P₂: 0.70 X 0.30 m) presentó 556.52 g de primera que representa 83.49 %, 99.68 g de segunda que representa 16.11 %, 2.48 9 de tercera que representa el 0.40 %; el tratamiento T3 (S₁ P₃: 0.70 X 0.40 m) presentó 528.33 g de primera que representa 86.08 %, 81.14 g de segunda que representa 13.22 %, 4.31 g de tercera que representa el 0.7 %; el tratamiento T4 (S₂ P₁: 0.90 X 0.20 m) presentó 388.22 g de primera que representa el 82.26 %, 82.08 de segunda que representa el 17.39 %, 1.63 g de tercera que representa el 0.35 %; el tratamiento T5 (S₂P₂: 0.90 X 0.30 m) presentó 485.02 de primera que representa el 87.13 %, 69.56 g tubérculos de segunda que representa el 12.5 %, 2.08 g de tercera que representa el 0.37 %; y por último el tratamiento T6 (S₂ P₃: 0.90 X 0.40 m) 622.00 g de primera que representa el 84.33 %, 111.92 de segunda que representa el 15.17 % y 3.68 g de tercera que representa el 0.50 %, como se observa en la tabla 14.

Tabla 15. Rendimiento de tubérculos (g y %) según categorías primera (> 4 cm), segunda (2 a 4 cm) y tercera (< 2 cm).

TRAT.	PRIMERA		SEGUNDA		TERCERA		TOTAL	
	g	%	g	%	g	%	g	%
0.70 X 0.20	406.28	82.49	84.44	17.43	1.80	0.08	492.51	100
0.70 X 0.30	516.52	83.49	99.68	16.11	2.48	0.4	618.68	100
0.70 X 0.40	528.33	86.08	81.14	13.22	4.31	0.7	613.78	100
0.90 X 0.20	388.22	82.26	82.08	17.39	1.63	0.35	471.92	100
0.90 X 0.30	485.02	87.13	69.56	12.5	2.08	0.37	556.66	100
0.90 X 0.40	622.00	84.33	111.92	15.17	3.68	0.5	737.60	100

4.1.5. Altura de planta

En La Tabla 15, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta, los cuales indican que no existe significación estadística para la interacción de los factores (S*P), no se encontró significación estadística, dado que el valor de significación (p-valor = 0.5551) es mayor al 0.05 (5 %), lo cual indica que no existe

interacción entre el distanciamiento entre surcos y plantas, es decir, que la altura de planta no está afectada por la acción conjunta (interacción) de los factores.

No se encontró significación estadística para la distancia entre surcos (S) y distancia entre plantas (P), dado que, el valor de significación (p-valor) para ambos factores es mayor al 0.05 (5 %), lo cual indica que, la altura de planta obtenida a diferentes distancias entre surcos y entre plantas, son estadísticamente iguales.

El coeficiente de variación (CV = 17.92 %), indica la variabilidad de los resultados obtenidos en cada combinación, es decir, que se encontraron diferentes alturas de planta bajo el efecto de un tratamiento en sus tres repeticiones.

En la Figura 12, se observa la altura de planta obtenida con cada tratamiento. El mayor resultado se encontró con T1 (S₁ P₁) y T2 (S₁ P₂), cuyos resultados fueron 93 cm y 84 cm, respectivamente. Con el resto de tratamiento la altura de planta es menor a 80 cm. Según el análisis de varianza, entre estos resultados no existen diferencias significativas.

Dichos resultados se aproximan a los de Rojas y Seminario (2014) encontraron altura de planta que varió de 60.7 cm (Huagalina) a 80.2 cm (Mulla).

Al respecto Seminario *et al.* (2016) obtuvieron resultados de altura de planta que variaron de 72,5 (Piña amarilla) a 46,2 cm (Montañera 2) con un promedio de 64,8 cm.

Tabla 16. Análisis de varianza (ANOVA) para altura de planta.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	P – valor
Bloque	2	437.58	218.79	1.21 ns	0.3376
S*P	2	225.38	112.69	0.62 ns	0.5551
Dist. Surcos (S)	1	620.46	620.46	3.44 ns	0.0934
Dist. Plantas (P)	2	1114.41	557.21	3.09 ns	0.0903
Error	10	1804.07	180.41		
Total	17	4201.9			

No significativo (ns)

CV = 17.92 %

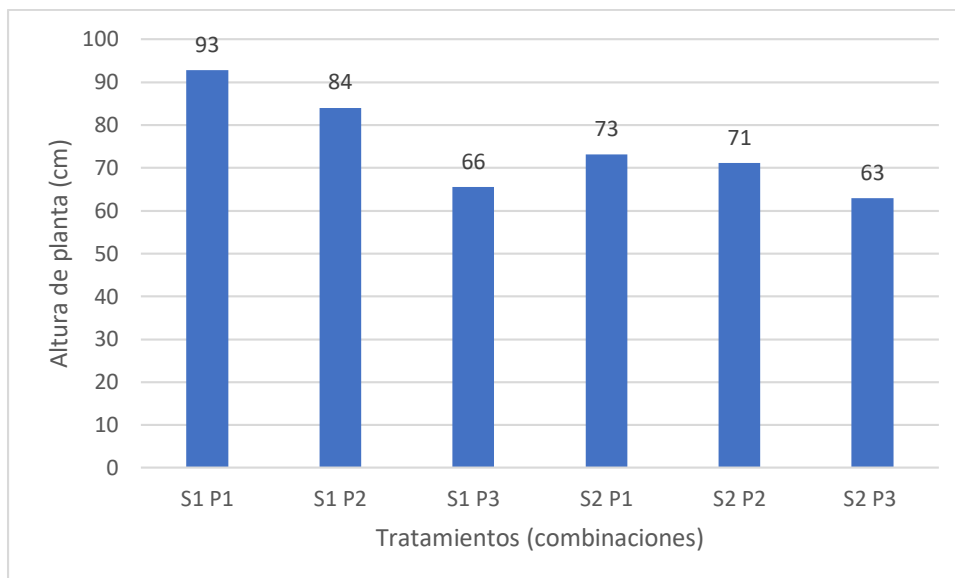


Figura 12. Altura de planta de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada tratamiento (distanciamiento entre surco por distanciamiento entre planta).

4.1.6. Número de tallos por planta

En La Tabla 16, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el número de tallos, los cuales indican que Para la interacción de los factores (S*P), no se encontró significación estadística, dado que el valor de significación (p-valor = 0.4081) es mayor al 0.05 (5 %), lo cual indica que no existe interacción entre el distanciamiento entre surcos y plantas, es decir, que el número de tallos por planta no está afectado por la acción conjunta (interacción) de los factores.

No existe significación estadística para la distancia entre surcos (S) y distancia entre plantas (P), dado que, el valor de significación (p-valor) para ambos factores es mayor al 0.05 (5 %), lo cual indica que, el número de tallos obtenido a diferentes distancias entre surcos y entre plantas, son estadísticamente iguales.

El coeficiente de variación (CV = 9.21%), indica la variabilidad de los resultados obtenidos en cada combinación, es decir, que se encontraron diferentes rendimientos en el número de tallos de planta bajo el efecto de un tratamiento en sus tres repeticiones.

En la Figura 13, se observa el número de tallos por planta obtenida con cada tratamiento. El mayor resultado se encontró con T2 (S₁ P₂) y T6 (S₂ P₃), cuyos resultados fueron 5 tallos, respectivamente. Con el resto de tratamiento el número de tallos es menor a 5. Según el análisis de varianza, entre estos resultados no existen diferencias significativas.

Dichos resultados se aproximan a los de Seminario *et al.* (2016) encontraron el número promedio de tallos de 3,2; con una variación entre 4,9 tallos (cultivar Shoga amarilla) y 2,1 tallos (cultivar Llanqueja y Limeña).

Al respecto Rojas y Seminario (2014) encontraron que el número de tallos varió de 8 tallos (cultivar Amarilla) a 19 tallos (cultivar Huagalina).

Tabla 17. Análisis de varianza (ANOVA) para número de tallos (datos transformados con $Y = \sqrt{X}$, X: dato).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	P – valor
Bloque	2	0.38	0.19	5.28 *	0.0272
S*P	2	0.07	0.04	0.98 ns	0.4081
Dist. Surcos (S)	1	0.01	0.01	0.21 ns	0.6556
Dist. Plantas (P)	2	0.12	0.06	1.72 ns	0.2275
Error	10	0.36	0.04		
Total	17	0.94			

No significativo (ns), significativo (*)

CV = 9.21 %

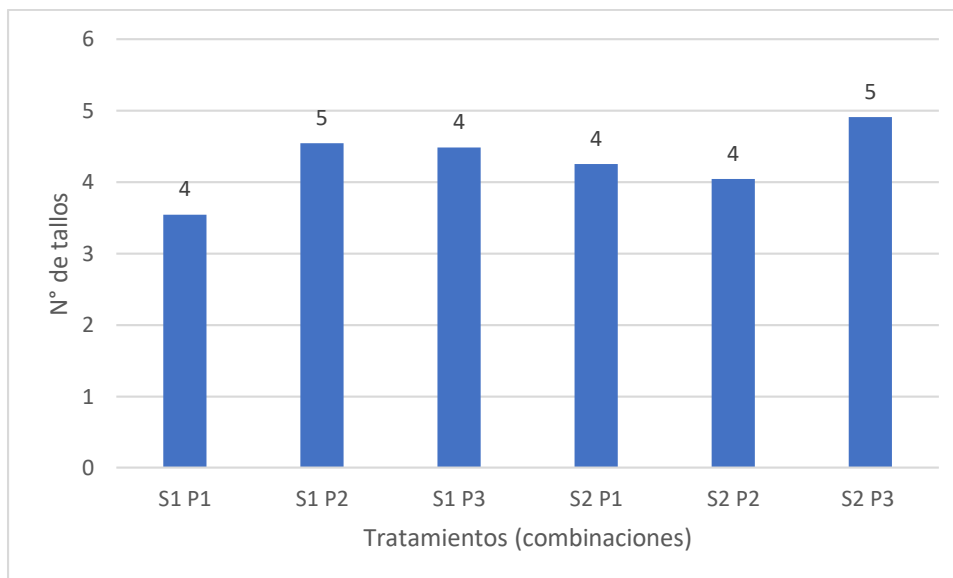


Figura 13. Número de tallos de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada tratamiento (distanciamiento entre surco por distanciamiento entre planta).

4.1.7. Materia seca de tubérculos y follaje

Materia seca de tubérculos.

En la Tabla 17, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de materia seca de tubérculos, los cuales indican que no existe significación estadística para la interacción de los factores (S*P), dado que el valor de significación (p-valor = 0.6357) es mayor al 0.05 (5 %), lo cual indica que no existe interacción entre el distanciamiento entre surcos y plantas, es decir, que el porcentaje de materia seca de tubérculos no está afectada por la acción conjunta (interacción) de los factores.

No se encontró significación estadística, para la distancia entre surcos (S) y distancia entre plantas (P), dado que, el valor de significación (p-valor) para ambos factores es mayor al 0.05 (5 %), lo cual indica que, el porcentaje de materia seca de tubérculos obtenido a diferentes distancias entre surcos y entre plantas, son estadísticamente iguales.

El coeficiente de variación (CV = 7.15 %), indica la variabilidad de los resultados obtenidos en cada combinación, es decir, que se encontraron diferentes resultados en el porcentaje de materia seca de tubérculos bajo el efecto de un tratamiento en sus tres repeticiones.

En la Figura 14, se observa el porcentaje de materia seca de tubérculos, obtenida con cada tratamiento. El mayor resultado se encontró con T4 (S₂ P₁) y T6 (S₂ P₃), cuyos resultados fueron 26.90 y 26.48 %, respectivamente. Con el resto de tratamientos el porcentaje de materia seca de tubérculos es menor a 26.40 %. Según el análisis de varianza, entre estos resultados no existen diferencias significativas.

Dichos resultados se aproximan a los estudios realizados por Rojas y Seminario (2014) encontraron que el promedio de materia seca de los tubérculos (MST) variaron de 24 % (Montañera 2) hasta 28 % (Huagalina).

Seminario *et al.* (2017) en estudios realizados sobre rendimiento de cosecha de diecisiete cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja, encontraron que el rango de materia seca del tubérculo para los 17 cultivares fue de 18% a 25%, con promedio de 22%.

Tabla 18. Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de materia seca de tubérculos.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	P – valor
Bloque	2	12.42	6.21	1.79 ns	0.2171
S*P	2	3.30	1.65	0.47 ns	0.6357
Dist. Surcos (S)	1	1.96	1.96	0.56 ns	0.4700
Dist. Plantas (P)	2	0.48	0.24	0.07 ns	0.9332
Error	10	34.76	3.48		
Total	17	52.92			

ns = no significativo

CV = 7.15 %

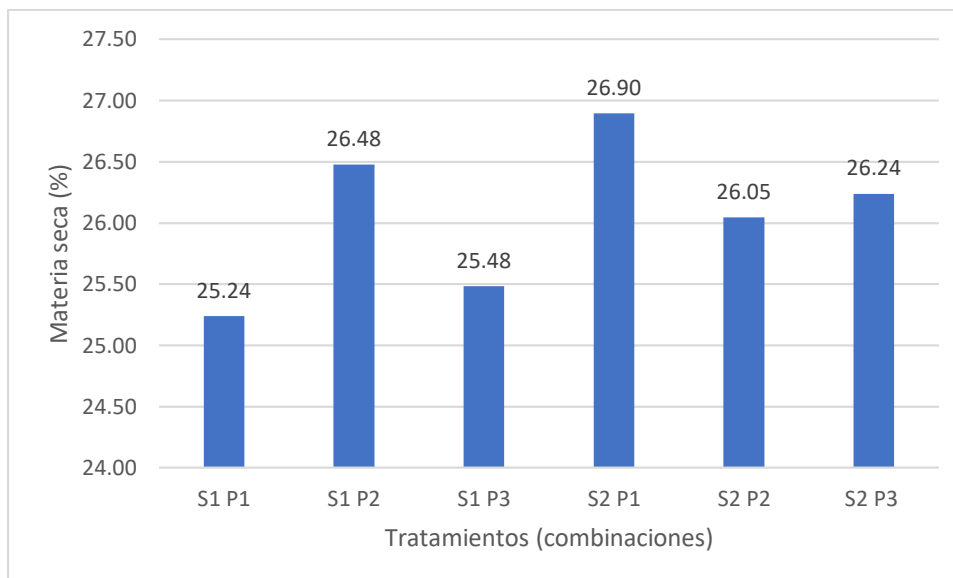


Figura 14. Porcentaje de materia seca de tubérculos de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada tratamiento (distanciamiento entre surco por distanciamiento entre planta).

Materia seca del follaje.

En la Tabla 18, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de materia seca del follaje, los cuales indican que para la interacción de los factores (S*P), se encontró significación estadística, dado que el valor de significación (p-valor = 0.0230) es menor al 0.05 (5 %), lo cual indica que existe interacción entre el distanciamiento entre surcos y plantas, es decir, que el porcentaje de materia seca del follaje está afectada por la acción conjunta (interacción) de los factores.

No existe significación estadística para la distancia entre surcos (S), dado que, el valor de significación (p-valor = 0.3144) es mayor al 0.05 (5 %), lo cual indica que las distancias entre surcos no afectaron el porcentaje de materia seca del follaje. Para la distancia entre plantas (P), se encontró significación estadística, dado que el valor de significación (p-valor = 0.0432) es menor al 0.05 (5 %), lo cual indica que los distanciamientos entre plantas, causaron efectos significativos el porcentaje de materia seca del follaje, es decir, que con cada distanciamiento se encontraron porcentajes diferentes.

El coeficiente de variación (CV = 13.72 %), indica la variabilidad de los resultados obtenidos en cada combinación, es decir, que se encontraron diferentes resultados en el porcentaje de materia seca del follaje bajo el efecto de un tratamiento en sus tres repeticiones.

Al realizar la prueba de LSD (Diferencia Mínima Significativa), al 5 % de probabilidad para el efecto de la interacción de factores (Tabla 19 y Figura 15), se observa que se han formado dos grupos “A” y “B”. El grupo A se encuentra conformado por los tratamientos que van desde el tratamiento S₂P₂ hasta el tratamiento S₁P₂, cuyos porcentajes de materia seca oscilan entre 17 y 30 %. El grupo B se encuentra conformado por los tratamientos que van desde el tratamiento S₁P₁ hasta el tratamiento S₂P₁, cuyos porcentajes de materia seca oscilan entre 14 y 19 %. Estos resultados indican que el mayor porcentaje de materia seca en follaje se encontró con el tratamiento S₁P₂ (0.70 entre surcos con 0.30 m entre plantas), cuyo resultado es 30 %. El menor porcentaje de materia seca del follaje se encontró con el tratamiento S₁P₁ (distanciamiento de 0.70 entre surcos más 0.20 m entre plantas), cuyo resultado fue 14 %.

Dichos resultados se aproximan a los encontrados por Seminario *et al.* (2017) en estudios realizados sobre rendimiento de cosecha de diecisiete cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja, los cuales encontraron que el contenido de materia seca en el follaje varió de 10% a 29%.

Tabla 19. Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de materia seca del follaje (datos transformados con $Y = \arcseno \sqrt{X}$, X: porcentaje).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	P – valor
Bloque	2	90.60	45.30	1.25 ns	0.3276
S*P	2	408.07	204.04	5.63 *	0.0230
Dist. Surcos (S)	1	40.65	40.65	1.12 ns	0.3144
Dist. Plantas (P)	2	316.95	158.47	4.37 *	0.0432
Error	10	362.31	36.23		
Total	17	1218.58			

ns = no significativo; * = significativo

CV = 13.72 %

Tabla 20. Prueba de significación de LSD (Diferencia Mínima Significativa), al 5 % de probabilidades para el efecto de la interacción el porcentaje de materia seca del follaje.

Tratamientos (Combinación)	Significación al 5 %	
S ₁ P ₂	30	A
S ₂ P ₃	29	A
S ₂ P ₁	19	A B
S ₁ P ₃	17	A B
S ₂ P ₂	17	A B
S ₁ P ₁	14	B

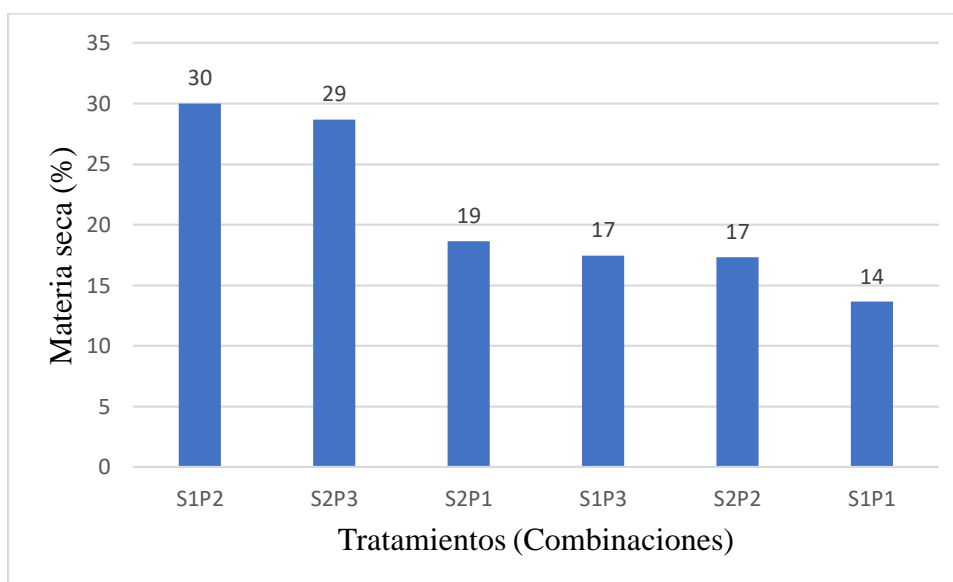


Figura 15. Porcentaje de materia seca del follaje de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada tratamiento (distanciamiento entre surco por distanciamiento entre planta).

4.2. Índice de cosecha

En la (figura 16), se observa que el porcentaje de índice de cosecha de los seis tratamientos se encuentra entre los valores 65% y 47 %, siendo el tratamiento S₁P₁ con mayor resultado en porcentaje y el tratamiento S₁P₂ con menor porcentaje, llegando todos estos con un promedio de 56.3 % y con una desviación estándar de 7 %.

Los valores encontrados en la presente investigación se asemejan a los de Benavides (2019) que, en un estudio realizado en Cajamarca, encontró que el índice de cosecha varió de 66.1 % (siendo el máximo valor) a 49.3% (siendo el mínimo valor) con un promedio de 57.8 % y una desviación estándar de 5.8.

Los valores encontrados en la presente investigación difieren a los de Santos (2010) en estudios realizados en dos localidades (alta y baja), encontró que el índice de cosecha (IC) varió de 68% a 73% (en la localidad alta) y en la localidad baja varió de 51% a 66%.

Al respecto Silva *et al.* (2017) hacen en mención en su trabajo de investigación que el índice de cosecha (IC) varió de 55% (para la densidad de 33 333 plantas ha⁻¹ y 200 Kg K₂O ha⁻¹) a 70 % (para la densidad de 33 333 plantas ha⁻¹ y 250 Kg K₂O ha⁻¹).

Los datos encontrados difieren a los de Rojas y Seminario (2014) hacen en mención que los índices de cosecha variaron de 22% a 46%, encontrando los mejores índices de cosecha en el cultivar Huagalina (46 %), cultivar Amarilla mahuay (45 %) y cultivar clavelina 2 (42 %).

Seminario *et al.* (2017) en estudios realizados sobre rendimiento de cosecha de diecisiete cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja, encontró que el índice de cosecha varió de 53% (Limeña huachuma) a 77% (Montañera 2) con un promedio de 64,5 ± 9,9%.

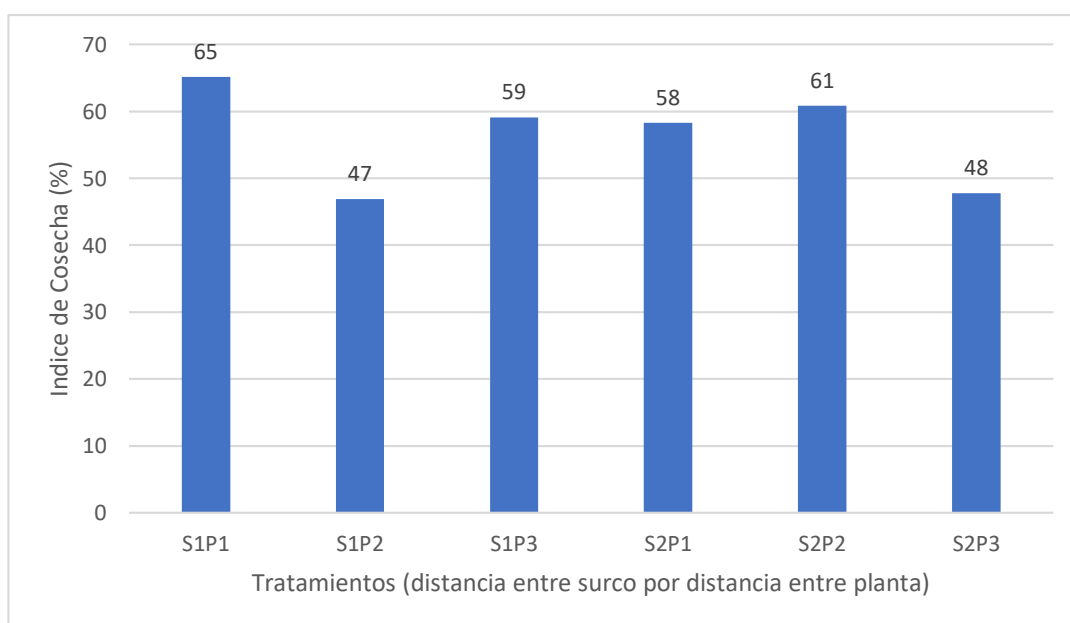


Figura 16. Porcentaje de índice de cosecha de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada tratamiento (distanciamiento entre surco por distanciamiento entre planta).

4.3. Diámetro mayor, diámetro menor y altura de los tubérculos del compuesto clonal de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja).

Al observar en la figura 17, nos indica que el diámetro mayor varía de 3.26 cm (S₁P₁ y S₂P₃) a 3.29 cm (S₁P₃), para el diámetro menor varía de 2.85 cm (S₂P₃) a 2.95 cm (S₂P₁) y para la altura varía de 2.83 (S₁P₁) cm a 3.05 cm (S₂P₂).

Al respecto Villanueva (2016) en su trabajo de investigación encontró para diámetros mayor que varía de 2.6 cm (en el cultivar Amarilla) a 4.4 cm (en el cultivar Limeña huachuma) y para la altura encontró resultados que varían de 2.8 cm (en el cultivar Blanca) a 4.6 cm (en el cultivar Amarilla).

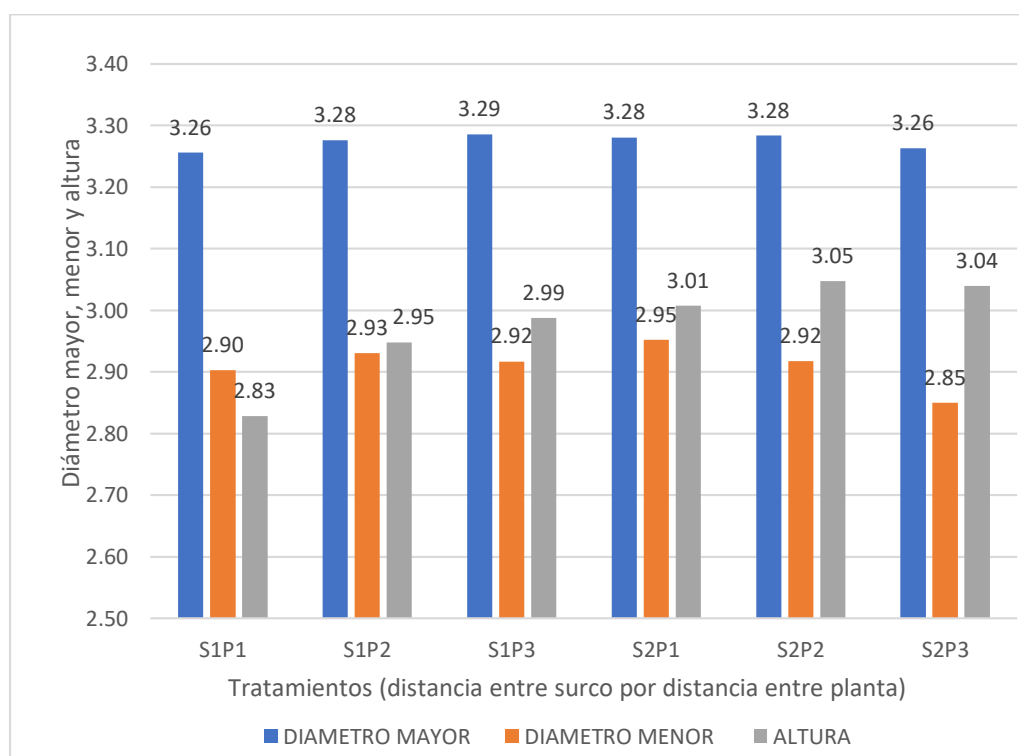


Figura 17. Largo, ancho y altura de los tubérculos de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada tratamiento (distanciamiento entre surco por distanciamiento entre planta).

4.4. Gravedad específica

Como se observa en la (figura 18), los promedios de gravedad están alrededor de 1.001 en los seis tratamientos (S₁P₁, S₁P₂, S₁P₃, S₂P₁, S₂P₂, S₂P₃). Dichos resultados se asemejan a los de seminario *et al.* (2018) que obtuvieron resultados de gravedad específica alrededor de 1.

Así mismo Seminario *et al.* (2017) en estudios realizados sobre rendimiento de cosecha de diecisiete cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja, encontraron que la gravedad específica varió de 1,01 a 1,06.

Villanueva (2016) obtuvo valores de gravedad específica que variaron de 1.0130 con el cultivar Amarilla mahuay a 1.0061 con el cultivar Perricholi.

Los resultados de la presente investigación difieren a los de Becerra *et al.* (2007) realizaron investigación en dos localidades (Jamondino y Obonuco). En los resultados sobre gravedad específica encontraron que en la localidad de Jamondino los valores promedio fueron de 1,084 a 1,095 y en la localidad de Obonuco los valores fueron de 1,076 a 1,083.

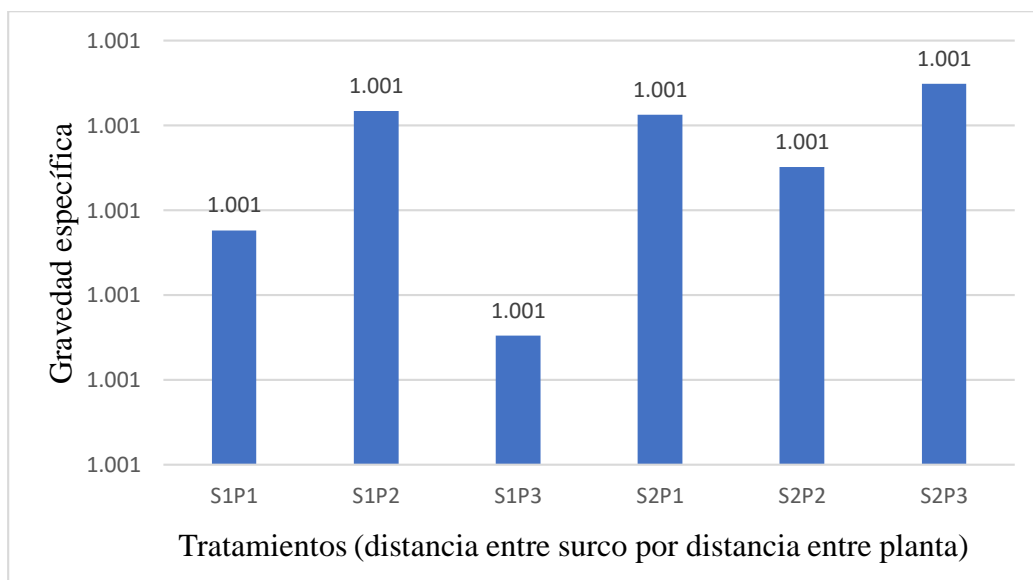


Figura 18. Gravedad específica de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada tratamiento (distanciamiento entre surco por distanciamiento entre planta).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se encontró significación estadística para las densidades de población en la variable materia seca del follaje. Los mejores tratamientos fueron 0.70 m x 0.30 m y 0,90 m x 0.40 m, con 30% y 29% de materia seca, respectivamente.

Se encontró significación estadística para el distanciamiento entre plantas, en las variables peso total de tubérculos (mejor tratamiento fue 0.40 m entre plantas, 675.69 g/planta), peso de tubérculos comerciales (el mejor tratamiento fue 0.40 m entre plantas, 671.70 g/planta), número total de tubérculos (el mejor tratamiento fue 0.40 m entre plantas, 16 tubérculos /planta) y número de tubérculos comerciales (el mejor tratamiento fue 0.40 m entre plantas, 14 tubérculos /planta).

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda repetir la investigación, en otros ambientes e incluyendo otros factores como fertilización y abonamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, V; Bustos, P; Ñustez, CE. 1996. Evaluación del rendimiento en papa criolla (*Solanum phureja*) variedad "Yema de huevo", bajo diferentes densidades de siembra en la sabana de Bogotá. *Agronomía colombiana* 13(2):152-161.
- Bautista, H.F.; Ramírez, W. L. y Torres, J. 2012. Nutrient uptake of the diploid potato (*Solanum phureja*) variety Criolla Colombia, as a reference point to determine critical nutritional levels. *Agronomía Colombiana* 30 (3): 436-447.
- Becerra-Sanabria, LA; Navia-de Mosquera, SL; Ñustez-López, CE. 2007. Efecto de niveles de fósforo y potasio sobre el rendimiento del cultivar 'Criolla Guaneña' en el departamento de Nariño. *Revista Latinoamericana de la Papa* 14(1):51-60.
- Benavides, E. 2019. Rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja), cultivar Amarilla redonda, con tres dosis de humus y tres niveles de bioestimulante. Tesis Ing. Agr. Cajamarca, PE, UNC. 75 p.
- Bonierbale, M; Amoros, W; Espinoza, J; Mihovilovich, E; Roca, W; Gómez, R. 2004. Recursos Genéticos de la papa: don del pasado, legado para el futuro. Suplemento *Revista Latinoamericana de la Papa* 1:3-13.
- Bonilla, MH; Cardozo, F; Morales, A. 2009. Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la papa en Colombia con énfasis en papa criolla. Bogotá D.C., Colombia, Giro Editores. 171 p.
- Bustos, P; Arias, V; Ñustez, C. 1996. Interrelación entre la densidad de tallos y la tasa de multiplicación de tubérculos en papa criolla (*Solanum Phureja* Juz. et Buk) variedad "Yema de huevo. *Agronomía Colombiana* 7(2):162-168.
- Castillo, A. 2019. Respuesta del cultivar de papa (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) amarilla redonda, al abonamiento orgánico y foliar. Tesis Ing. Agr. Cajamarca, PE, UNC. 60 p.
- Christiansen, GJ. 1967. El cultivo de la papa en el Perú. Lima, Perú, Jurídica. 351 p.

- Egusquiza, BR. 2000. La papa: Producción, Transformación y Comercialización. Lima, Perú, CIMAGRAF. 192 p.
- Estrada, N. 2000. La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa. Hardy, B; Martínez, E (eds.). La Paz, Bolivia, CID. 372 p.
- Ghislain, M; Zhang, D; Fajardo, D; Huamán, Z; Hijmans, RJ. 1999. Marcador - toma de muestras asistida de la colección de papas cultivadas Andina *Solanum phureja* uso de los marcadores RAPD (En inglés). Genetic Resources and Crop Evolution 46:547-555.
- Ghislain, M; Andrade, D; Rodriguez, F; Hijmans, RJ; Spooner, DM. 2006. Genetic analysis of the cultivated potato *Solanum tuberosum* L. Phureja group using RAPDs and nuclear SSRs. Theor Appl Genet 113:1515-1527.
- Gómez Pulgarín, TM; López Ortiz JB; Pineda Tuirán, R; Galindo López, LF; Arango Isaza, R; Morales Osorio JG. 2012. Caracterización citogenética de cinco genotipos de papa criolla, *Solanum Phureja* (Juz. Et Buk.). Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín 65(1):6379-6387.
- Gómez, R. 2000. Guía para las Caracterizaciones Morfológicas Básicas en Colecciones de Papas Nativas. Centro Internacional de la papa (CIP), Lima, Perú. 27 p.
- Hawkes, JG. 1990. The Potato: Evolution, Biodiversity and Genetic Resources. Smithsonian Institution Press, Washington 259 p.
- Herrera, A; Rodríguez, L. 2012. Tecnologías de producción y transformación de papa criolla. Bogota, Colombia, Imágenes IPD. 118 p.
- Huamán, Z; Spooner, DM. 2002. Reclassification of landrace populations of cultivated potatoes (*Solanum* sect. *Petota*). American Journal of Botany 89(6): 947-965.
- Ligarreto, GA; Suárez, MN. 2003. Evaluación del potencial de los recursos genéticos de papa criolla (*Solanum phureja*) por calidad industrial. Agronomía Colombiana 21(1-2):83-94.

- Martínez, P; Málaga, A; Betalleluz, I; Ibarz, A; Velezmore, C. 2015. Caracterización funcional de almidones nativos obtenidos de papas (*Solanum phureja*) nativas peruanas. *Scientia Agropecuaria* 6(4):29-301.
- Milton, J; Allen, D. 1995. *Breeding Field Crops*. 4 ed. USA, Iowa State University Press, Ames, Iowa. 494 p.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, Perú). 2017. Papa: Características de la Producción Nacional y de la comercialización en Lima Metropolitana. Boletín de Producción Nacional de Papa. Lima, Perú. N.º 2017-6.
- Montaldo, A. 1984. Cultivo y mejoramiento de la papa. De la Cruz, M; De la Torre, F (eds.). San José, Costa Rica, IICA. 706 p.
- Ochoa, CM. 2001. Las papas de Sudamérica: Bolivia (en línea). La Paz, Bolivia, Plural editores. 535 p. Consultado 8 jun. 2018. Disponible en <https://books.google.com.pe/books?id=veCwWTTikQwC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=true>.
- Pérez, L.C.; Rodríguez, L.E. y Gómez, M.I. 2008. Efecto del fraccionamiento de la fertilización con N.P.K y Mg en el rendimiento y calidad de papa criolla (*Solanum phureja*) variedad Criolla Colombia. *Agronomía Colombiana* 26 (3): 477-486.
- Pérez, J; de Haan, S; Cabrera, H. 2015. Catálogo de Variedades de Papa Nativa de Chugay, La Libertad. Tarea Asociación Grafica Educativa. Lima, Perú. 199 p.
- Pérez, D; Gonzáles, A; Franco, O; Rivera, A; Sahagún, J; Balbuena, A; Rubí, M; Gutiérrez, F. 2010. Variabilidad genética, diversidad fenotípica e identificación de genotipos sobresalientes de papa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 1(4):579-592.
- Piñeros, CJ. 2009. Recopilación de la investigación del sistema productivo papa criolla. Convenio SADE 045/06. Departamento de Cundinamarca. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Económico. FEDEPAPA. 152 p.

- Rojas Mercado, L; Seminario Cunya, J. 2014. Productividad de diez cultivares promisorios de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja) de la región Cajamarca. *Scientia Agropecuaria* (5):165-175.
- Rojas, S. 2008. Recolección y Caracterización de las papas chauchas (*Solanum Phureja* Juz y Buk.), de la provincia de Hualgayoc. Tesis Ing. Agr. Cajamarca, Perú, Universidad Nacional de Cajamarca. 69 p.
- Rodríguez, L. 2009. Teorías sobre la clasificación taxonómica de las papas cultivadas (*Solanum L. Petota* Dumort.). Una revisión. *Agronomía Colombiana* 27(3):305-3012.
- 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.
- Rodríguez, L. 2010. Origen y evolución de la papa cultivada. Una revisión. *Agronomía Colombiana* 28(1):9-17.
- Rozo, Y.C. & Ñustez, C.E. 2011. Effects of phosphorus and potassium levels on the yield of the tuber variety criolla Colombia in the department of Cundinamarca. *Agronomía Colombiana* 29(2):205-212.
- Salas, A; van Beem, J; Chávez, O. 2012. Biodiversidad agrícola de la papa (diapositiva). Lima, Perú, PSI. 56 diapositivas, color.
- Santos, M. 2010. Evaluación del crecimiento, desarrollo y componentes de rendimiento de cuatro cultivares de papa criolla en dos localidades del departamento de Cundinamarca. Tesis MSc. Bogotá D.C., Colombia, Universidad Nacional de Colombia. 113 p.
- Seminario, J. 2008. Origen y taxonomía de la papa: Controversias no resueltas. *Fiat Lux* 4(1):89-108.
- Seminario, J; Zarpan, L. 2011. Conservación in situ on farm-ex situ de *Solanum tuberosum* L. grupo Phureja en la cuenca del Llaucano y áreas adyacentes. *Arnaldoa* 18(2):103-114.

- Seminario, J; Seminario, A; Domínguez, A. 2016. Potencial productivo de 12 cultivares de papa chaucha (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) de la región Cajamarca. *Fiat Lux* 12(2):115-127.
- Seminario, J; Seminario, A; Domínguez, A; Escalante, B. 2017. Rendimiento de cosecha de diecisiete cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja. *Scientia Agropecuaria* 8(3):181-1911.
- Seminario, J; Seminario, A; Domínguez, A. 2018. Respuesta de dos cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L. grupo Phureja) a dos densidades de plantación y dos dosis de abono orgánico. *FEDU (Fondo Especial de Desarrollo Universitario)* 1: 1-10.
- Silva, A; Albornoz, C; Criollo, H. 2017. Efecto del potasio y la densidad de siembra en la producción de papa *Solanum tuberosum* Grupo Phureja var. Criolla Guaneña. *Temas Agrarios* 23(1):37-46.
- Tapia, H. 2017. Fenología y caracterización morfológica de 43 entradas de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja) de la región Cajamarca. Tesis Ing. Agr. Cajamarca, Perú, Universidad Nacional de Cajamarca. 90 p.
- Villanueva Guevara, R. 2016. Rendimiento y componentes de 15 cultivares redondos de papa chaucha (*Solanum tuberosum* L; grupo Phureja) de la región Cajamarca. Tesis Ing. Agrónomo. Cajamarca, Perú, UNC. 104 p.
- Wiersema, SG. 1987. Efecto de la densidad de tallos en la producción de papa. 3 ed. rev. Lima, Perú, Centro Internacional de la Papa (CIP). 16 p.

ANEXOS



Figura 19. Preparación de terreno con tractor se realizó la aradura y cruza del suelo.



Figura 20. Aplicación de insecticida “Matador 20 SL (0.05%)” para controlar escarabajo de la hoja (*Diabrotica undecimpunctata*, *Diabrotica speciosa* vigens), mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) y trips (*Frankliniella williamsi*) y Pulga saltona (*Epitrix* sp) de planta de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja.



Figura 21. Riego de cultivo de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja.



Figura 22. Parcela de investigación de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada tratamiento (distanciamiento entre surco por distanciamiento entre planta).



Figura 23. Cosecha de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada tratamiento (distanciamiento entre surco por distanciamiento entre planta).



Figura 24. Toma de datos en la Cosecha de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja.



Figura 25. Peso de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada tratamiento (distanciamiento entre surco por distanciamiento entre planta).



Figura 26. Selección por categorías de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada tratamiento.



Figura 27. Selección y Peso por categorías de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada tratamiento.



Figura 28. Toma de diámetros de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada tratamiento.



Figura 29. Peso para obtener la gravedad específica de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada tratamiento (distanciamiento entre surco por distanciamiento entre planta).



Figura 30. Picado de la muestra para materia seca de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada tratamiento (distanciamiento entre surco por distanciamiento entre planta).



Figura 31. Muestras puestas en la estufa para obtener la materia seca de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada tratamiento (distanciamiento entre surco por distanciamiento entre planta).

Tabla 21. Número total de tubérculos de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada tratamiento (distanciamiento entre surco por distanciamiento entre planta).

Datos originales						
Ds	S1			S2		
Dp	P1	P2	P3	P1	P2	P3
I	12	15	12	13	12	14
II	11	14	19	10	10	21
II	15	14	14	11	14	17
Total	38	43	45	33	36	52
Promedio	12.71	14.25	15.09	11.00	12.00	17.29

Tabla 22. Número de tubérculos comerciales de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada tratamiento (distanciamiento entre surco por distanciamiento entre planta). Número de tubérculos comerciales

Datos originales						
Ds	S1			S2		
Dp	P1	P2	P3	P1	P2	P3
I	11	14	11	12	11	13
II	10	13	14	9	9	18
II	14	13	13	10	13	15
Total	35	40	38	31	33	46
Promedio	11.75	13.21	12.75	10.25	11.04	15.38

Tabla 23. Altura de tallos de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada tratamiento (distanciamiento entre surco por distanciamiento entre planta). altura de planta

Datos originales						
Ds	S1			S2		
Dp	P1	P2	P3	P1	P2	P3
I	94.83	100.50	62.00	90.33	60.33	66.33
II	85.83	86.00	64.50	52.00	59.83	60.00
II	98.00	65.67	70.17	77.00	93.33	62.67
Total	278.67	252.17	196.67	219.33	213.50	189.00
Promedio	92.89	84.06	65.56	73.11	71.17	63.00

Tabla 24. Número de tallos de un compuesto clonal de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja obtenido con cada tratamiento (distanciamiento entre surco por distanciamiento entre planta). Número de tallos

Datos originales						
Ds	S1			S2		
Dp	P1	P2	P3	P1	P2	P3
I	4	5	5	5	5	4
II	3	4	4	3	3	5
II	4	5	5	5	5	6
Total	11	14	13	13	12	15
Promedio	3.54	4.54	4.49	4.26	4.04	4.91