

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Escuela Profesional de Agronomía



TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

INTERACCIÓN DE TRES CULTIVARES DE PAPA CHAUCHA
(*Solanum tuberosum*, Grupo Phureja), A DOS DOSIS DE ABONO Y DOS
DENSIDADES DE SIEMBRA.

PRESENTADO POR:

BACHILLER: Carlos Vásquez Azañero

ASESOR : Dr. Juan Francisco Seminario Cunya

Cajamarca, Perú

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:

Carlos Vásquez Azañero.
DNI :73250771.
Escuela Profesional/Unidad UNC:
De AGRONOMÍA.

2. Asesor:

Dr. Juan Francisco Seminario Cunya
Facultad/Unidad UNC:
DE CIENCIAS AGRARIAS

3. Grado académico o título profesional

- Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor

4. Tipo de investigación

- Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico

5. Título de Trabajo de Investigación:

"INTERACCIÓN DE TRES CULTIVARES DE PAPA CHAUCHA (*Solanum tuberosum*, Grupo Phureja), A DOS DOSIS DE ABONO Y DOS DENSIDADES DE SIEMBRA"

Fecha de evaluación: 12/01/2025

6. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)

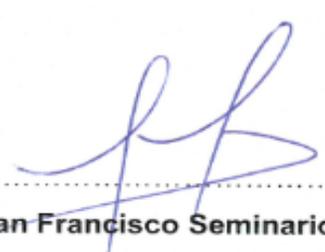
7. Porcentaje de Informe de Similitud: 18%

8. Código Documento: oid:3117:419566244

9. Resultado de la Evaluación de Similitud: 18%

APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O
DESAPROBADO

Fecha de Emisión:20/01/2025

Firma y /o Sello Emisor Constancia

.....
Dr. Juan Francisco Seminario Cunya
DNI: 26717651

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica

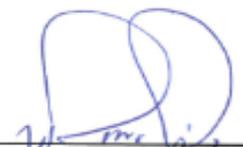


ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

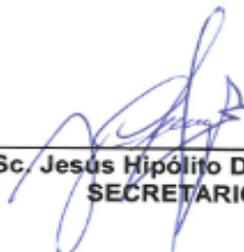
En la ciudad de Cajamarca, a los veintiocho días del mes de noviembre del año dos mil veinticuatro, se reunieron en el ambiente **2C - 202** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 539-2024-FCA-UNC, de fecha 16 de octubre del 2024**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: **"INTERACCIÓN DE TRES CULTIVARES DE PAPA CHAUCHA (*Solanum tuberosum*, Grupo Phureja), A DOS DOSIS DE ABONO Y DOS DENSIDADES DE SIEMBRA"**, realizada por el Bachiller **CARLOS VÁSQUEZ AZAÑERO** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las diez horas y veinte minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de diecisiete (17); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

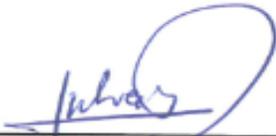
A las once horas y treinta minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.



Dr. Wilfredo Poma Rojas
PRESIDENTE



Ing. M. Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas
SECRETARIO



Ing. José Lizandro Silva Mego
VOCAL



Dr. Juan Francisco Seminario Cunya
ASESOR

DEDICATORIA

Primeramente, este trabajo de investigación va dedicado a Dios creador de la naturaleza, que me dio la sabiduría, inteligencia y las fuerzas necesarias para seguir adelante.

A MIS PADRES

A mis padres Melquiades Vásquez y Rosa Azañero, los tesoros más preciados en mi vida. Con su apoyo incondicional y sus buenos consejos hicieron que lograra mi tan ansiada meta. Ustedes me enseñaron a desarrollarme como persona y a vivir la vida enfrentando desafíos.

A MIS HERMANOS

Dedico con todo el cariño a mis hermanos y hermanas, que con un granito de arena fueron partícipes en mi formación académica, en especial a mi hermano Nilberto Vásquez por apoyarme a hacer realidad este anhelado sueño.

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente,

Al Dr. Juan Francisco Seminario Cunya, por su desinteresado asesoramiento en el presente trabajo de investigación.

Al Señor Clemente Diaz Sangay, por su colaboración y el apoyo que dio en toda esta investigación.

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

A la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, y a sus profesores por haberme impartido sus conocimientos en mi formación profesional.

INDICE GENERAL

	Pagina
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
INDICE GENERAL	
INDICE DE TABLAS	
INDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPITULO I: INTRODUCCION	1
1.1. Objetivo general.....	2
CAPITULO II: REVISION LITERARIA.....	3
2.1. Antecedentes de la investigación	3
2.2. Bases teóricas.....	8
2.2.1. Origen del grupo Phureja.....	8
2.2.2. Distribución del grupo Phureja.....	9
2.2.3. Taxonomía o clasificación de las papas del grupo Phureja.....	10
2.2.4. Características del grupo Phureja.....	11
a. Precocidad.....	11
b. Resistencia a plagas y enfermedades.....	11
2.2.5. Rendimiento de la papa chaucha grupo Phureja.....	12
2.2.6. Labores culturales.....	13
a. Preparación de terreno.....	13
b. Siembra.....	13
c. Manejo de malezas.....	14
d. Desyerbo y aporque.....	14
e. Riegos.....	14
CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS.....	15
3.1. Ubicación del experimentó.....	15
3.2. Materiales.....	17
3.2.1. Insumos que se usaron.....	18
3.2.2. Materiales de campo.....	18
3.2.3. Equipos.....	19
3.2.4. Materiales de escritorio.....	18

3.3.	Análisis fisicoquímico del suelo donde se realizó el experimentó.....	20
3.4.	Metodología	21
3.4.1.	Diseño experimental y arreglo de tratamientos.....	21
3.5.	Procedimiento.....	24
a.	Preparación del terreno.....	24
b.	Selección de la semilla.....	24
c.	Fertilización y abonamiento.....	24
d.	Siembra.....	24
e.	Riego.....	25
f.	Deshierbo.....	25
f.	Aporque.....	25
g.	Control sanitario.....	25
j.	Cosecha.....	25
3.6	Evaluación de precosecha.....	26
3.6.1.	<i>Área foliar.....</i>	26
3.6.2.	<i>Número de tallos por planta.....</i>	27
3.6.3.	<i>Altura de planta.....</i>	27
3.7.	Evaluaciones de cosecha.....	27
3.7.1.	<i>Número total de tubérculos</i>	27
3.7.2.	<i>Número de tubérculos comerciales.....</i>	28
3.7.3.	<i>Peso total de tubérculos.....</i>	28
3.7.4.	<i>Peso de tubérculos comerciales.....</i>	28
3.7.5	<i>Materia seca de tubérculos.....</i>	28
3.7.6.	<i>Gravedad específica</i>	28
3.7.7.	<i>Materia seca de follaje.....</i>	29
3.7.8.	<i>Índice de cosecha</i>	30
3.8.	Procesamiento y análisis de datos.....	30
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES		31
4.1.	Peso total de tubérculos (rendimiento t ha⁻¹)	31
4.2.	Peso de tubérculos comerciales (rendimiento t ha⁻¹)	35
4.3.	Número total de tubérculos.....	39
4.4.	Número de tubérculos comerciales.....	42
4.5.	Número de tallos.....	46
4.6	Altura de plantas.....	50

4.7.	Materia seca de follaje.....	54
4.8.	Materia seca de tubérculos	57
4.9	Gravedad especifica	61
4.10.	Índice de Cosecha.....	63
4.11.	Área foliar.....	66
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		72
5.1.	Conclusiones.....	72
5.2.	Recomendaciones.....	72
CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		73
CAPITULO VII.....		78
ANEXOS.....		78

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Rendimiento de varios estudios realizados sobre papa chaucha (grupo Phureja)</i>	12
Tabla 2	<i>Datos meteorológicos registrados durante el periodo de investigación (octubre 2022 – febrero 2023)</i>	17
Tabla 3	<i>Resultados del análisis del suelo del terreno en donde se realizó el experimento.....</i>	20
Tabla 4	<i>Factores y niveles y tratamientos resultantes de combinar tres cultivares de papa chaucha del grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.....</i>	21
Tabla 5	<i>Análisis de varianza (ANOVA) para el peso total de tubérculos (rendimiento $t\ ha^{-1}$) de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, con dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.....</i>	32
Tabla 6	<i>Prueba de Tukey para el peso total de tubérculos (rendimiento $t\ ha^{-1}$) por efecto de los tratamientos.....</i>	33
Tabla 7	<i>Prueba de Tukey para el rendimiento por planta por efecto independiente del cultivar.....</i>	33
Tabla 8	<i>Análisis de varianza (ANOVA) para el peso de tubérculos comerciales (rendimiento $t\ ha^{-1}$) de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, con dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.....</i>	36
Tabla 9	<i>Prueba de Tukey para el peso de tubérculos comerciales (rendimiento $t\ ha^{-1}$) por efecto de los tratamientos.....</i>	37
Tabla 10	<i>Prueba de Tukey para el rendimiento comercial por el efecto de independiente del cultivar.....</i>	38
Tabla 11	<i>Análisis de varianza (ANOVA) para el número total de tubérculos, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, con dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.....</i>	40
Tabla 12	<i>Prueba de Tukey para el número total de tubérculos por efecto de independiente del cultivar.....</i>	41

Tabla 13	<i>Análisis de varianza (ANOVA) para el número de tubérculos comerciales, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, con dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.....</i>	43
Tabla 14	<i>Prueba de Tukey para el número de tubérculos comerciales por efecto de los tratamientos.....</i>	44
Tabla 15	<i>Prueba de Tukey para el número de tubérculos comerciales por efecto de independiente del cultivar y densidad.....</i>	45
Tabla 16	<i>Análisis de varianza (ANOVA) para el número de tallos por planta, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, con dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.....</i>	47
Tabla 17	<i>Prueba de Tukey para el número de tallos por efecto de los tratamientos...</i>	48
Tabla 18	<i>Prueba de Tukey para el número de tallos por planta por efecto de independiente del cultivar.....</i>	49
Tabla 19	<i>Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, con dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.....</i>	51
Tabla 20	<i>Prueba de Tukey para la altura de planta por efecto de los tratamientos.....</i>	52
Tabla 21	<i>Prueba de Tukey para la altura de planta por efecto de independiente del cultivar, abono y densidad.....</i>	53
Tabla 22	<i>Análisis de varianza (ANOVA) para la materia seca del follaje, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, con dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.....</i>	55
Tabla 23	<i>Prueba de Tukey para la materia seca de follaje por efecto de los tratamientos.....</i>	56
Tabla 24	<i>Análisis de varianza (ANOVA) para la materia seca de tubérculos, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, con dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.....</i>	58
Tabla 25	<i>Prueba de Tukey para materia seca de tubérculos por el efecto de independiente del cultivar.....</i>	59
Tabla 26	<i>Análisis de varianza (ANOVA) para la gravedad específica, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, con dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.....</i>	61

Tabla 27	<i>Análisis de varianza (ANOVA) para el índice de cosecha, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, con dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.....</i>	64
Tabla 28	<i>Análisis de varianza (ANOVA) para el área foliar de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, con dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.....</i>	66
Tabla 30	<i>Prueba de Tukey para el área foliar por efecto de independiente de los tratamientos.....</i>	67
Tabla 31	<i>Prueba de Tukey para el área foliar por efecto de independiente del cultivar.....</i>	68
Tabla 32	<i>Ecuaciones de regresión con el largo y ancho de las hojas y área real, de los tres cultivares</i>	69
Tabla 33	<i>Valores de largo (L), ancho (W) y área real de las láminas foliares de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja.....</i>	70

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Ubicación geográfica.....</i>	15
Figura 2	<i>Croquis del campo experimental, de tres cultivares de papa chaucha del grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.....</i>	23
Figura 3	<i>Esquema representativo de la forma que se realizan las medidas lineales de largo y ancho de las hojas.....</i>	27
Figura 4	<i>Peso total de tubérculos (rendimientos $t\ ha^{-1}$), de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.....</i>	34
Figura 5	<i>Peso de tubérculos comerciales (rendimientos $t\ ha^{-1}$), de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.....</i>	39
Figura 6	<i>Número total de tubérculos, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.....</i>	42
Figura 7	<i>Número de tubérculos comerciales, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.....</i>	45
Figura 8	<i>Número de tallos, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.....</i>	49
Figura 9	<i>Altura de plantas, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.....</i>	53
Figura 10	<i>Materia seca de follaje, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.....</i>	57
Figura 11	<i>Materia seca de tubérculos, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.....</i>	60

Figura 12	<i>Gravedad específica, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.....</i>	62
Figura 13	<i>Índice de cosecha, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.....</i>	65
Figura 14	<i>Área foliar (AF), de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.....</i>	69
Figura 15	<i>Comportamiento del área foliar (AF) en las etapas fenológicas de los tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.....</i>	71
Figura 16	<i>Diagrama de dispersión y lineal de regresión para la relación área real y producto de L x W, cultivar amarilla redonda.....</i>	78
Figura 17	<i>Diagrama de dispersión y lineal de regresión para la relación área real y producto de L x W, cultivar roja 2.....</i>	78
Figura 18	<i>Diagrama de dispersión y lineal de regresión para la relación área real y producto de L x W, cultivar yuquilla amarilla</i>	79
Figura 19	<i>Preparación y siembra de los tres cultivares de papa grupo Phureja....</i>	79
Figura 20	<i>Deshierbo de los tres cultivares de papa del grupo Phureja.....</i>	80
Figura 21	<i>Riego de los tres cultivares de papa del grupo Phureja</i>	80
Figura 22	<i>Aporque de los tres cultivares de papa del grupo Phureja</i>	81
Figura 23	<i>Medida de la altura y números de tallos de los tres cultivares de papa del grupo Phureja</i>	81
Figura 24	<i>Cosecha de los tres cultivares de papa del grupo Phureja</i>	82
Figura 25	<i>Peso de las hojas de los tres cultivares de papa del grupo Phureja.....</i>	82
Figura 26	<i>Peso de los tres cultivares de papa del grupo Phureja para la gravedad específica.....</i>	83
Figura 27	<i>Muestras de tubérculos y follaje para la materia seca de los tres cultivares de papa del grupo Phureja</i>	83

RESUMEN

La presente investigación fue evaluar la interacción de tres cultivares de papa del grupo Phureja ('amarilla redonda', 'roja 2' y 'yuquilla amarilla'), dos dosis de (guano de isla) (750 t ha^{-1} y 1500 t ha^{-1}) y dos densidades de siembra ($27\ 778$ planta/ha y $37\ 037$ plantas/ha). Se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), en arreglo factorial: 3 cultivares(C) x 2 dosis de abono(A) x 2 densidades(D) y tres testigos (sin abono, uno con cada cultivar, a la densidad de 27778 plantas/ha). Se evaluaron las siguientes variables; peso de tubérculos totales y comerciales, número de tubérculos totales y comerciales, altura de planta, número de tallos, materia seca de tubérculos y follaje, gravedad específica, índice de cosecha y área foliar. Los resultados muestran que no hubo significación estadística entre las interacciones de los factores (C*A, C*D, A*D, C*A*D) de las variables evaluadas. Sin embargo, la interacción en el factor cultivar, muestran que existe significación estadística en el rendimiento total de tubérculos y rendimiento comercial de tubérculos de los tres cultivares. Por tanto, se concluye que el mayor rendimiento total de tubérculos corresponde al cultivar amarilla redonda con 19.78 tn ha^{-1} , seguido del cultivar yuquilla amarilla 14.91 tn ha^{-1} y por último el cultivar roja- 28.38 tn ha^{-1} . Así mismo, el mayor rendimiento de tubérculos comerciales lo obtuvo el cultivar amarilla redonda 15.54 tn ha^{-1} , seguido del cultivar yuquilla amarilla 9.29 tn ha^{-1} y el cultivar roja-2 6.15 tn ha^{-1} .

Palabras claves: Rendimiento, factor cultivar, cultivares, interacción.

ABSTRACT

The present investigation was to evaluate the interaction of three potato cultivars of the Phureja group ('yellow round', 'red 2' and 'yellow yuquilla'), two doses of (island guano) (750 t ha⁻¹ and 1500 t ha⁻¹) and two planting densities (27,778 plants/ha and 37,037 plants/ha). The randomized complete block design (DBCA) was used, in a factorial arrangement: 3 cultivars (C) x 2 doses of fertilizer (A) x 2 densities (D) and three controls (without fertilizer, one with each cultivar, at density of 27778 plants/ha). The following variables were evaluated; weight of total and commercial tubers, number of total and commercial tubers, plant height, number of stems, dry matter of tubers and foliage, specific gravity, harvest index and leaf area. The results show that there was no statistical significance between the interactions of the factors (C*A, C*D, A*D, C*A*D) of the evaluated variables. However, the interaction in the cultivar factor shows that there is statistical significance in the total tuber yield and commercial tuber yield of the three cultivars. Therefore, it is concluded that the highest total tuber yield corresponds to the round yellow cultivar with 19.78 tn ha⁻¹, followed by the yellow yuquilla cultivar 14.91 tn ha⁻¹ and finally the red cultivar-28.38 tn ha⁻¹. Likewise, the highest yield of commercial tubers was obtained by the round yellow cultivar 15.54 tn ha⁻¹, followed by the yellow yuquilla cultivar 9.29 tn ha⁻¹ and the red cultivar-2 6.15 tn ha⁻¹.

Keywords: Yield, cultivar factor, cultivars, interaction

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los cultivos de mayor demanda como producto comercial y el tercer cultivo más importante del mundo, después del arroz y el trigo. Con una producción de 368 millones de toneladas, una superficie de 18 millones de hectáreas cosechadas y un rendimiento de 21 toneladas por hectárea (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2021). Constituye un alimento básico en la población nacional, tanto urbana como rural. El tubérculo está compuesto de 78.0 g de humedad, 2.1 g de proteínas, 18.5 g almidón y 0.1 g de grasa (Egúsqüiza, 2014).

El Centro Internacional de la Papa (CIP, 2021) menciona que, en América Latina, el Perú es el primer productor de papa y también es el centro de origen y domesticación de la papa. Los departamentos con mayor producción son Puno (15,6 %) y Huánuco (13,6 %). Por otro lado MIDAGRI (2022b) indica que, en términos sociales y económicos, el Perú produce 5 661 443 toneladas anuales, con una superficie de 342 600 hectáreas anuales. En Cajamarca, se cosecha el 7 % de toda la zona norte del Perú, entre variedades mejoradas y variedades nativas.

El grupo Phureja es un grupo de papa que se siembra y en los países andinos de Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú. Se caracteriza por su falta de dormancia y es precoz (Cotes et al., 1999).

En el cultivo de la papa grupo Phureja, hay poca información referidos sobre la fertilización, por es necesario indagar más sobre estos temas. Así, por ejemplo, (Rojas y Seminario, 2014), (Seminario et al, 2016) y (Seminario et al, 2017).

Esto permitirá saber el comportamiento, sobre la producción cuando son sometidos a una prueba experimental mediante el un diseño estadístico. El guano de isla aporta nitrógeno y fosforo, que están disponibles para la absorción inmediata para la planta. Además, de suministrar estos nutrientes, aporta microorganismos benéficos que van a enriquecer la microflora del suelo. La forma orgánica continuara la mineralización, aportando nutrientes durante el desarrollo de la planta, mejoran la estructura del suelo (porosidad, aireación y retención de agua), tienen la capacidad de incrementar la CIC (capacidad de intercambio catiónico), son fuente de actividad para los organismos heterótrofos presentes en el suelo y le confiere al suelo una mayor capacidad productiva con el paso de los ciclos productivos.

Por los antecedentes descritos, la presente investigación estuvo enfocada a evaluar la respuesta de tres cultivares de papa chaucha (grupo Phureja), con dos dosis de abono y dos densidades de siembra

1.1.Objetivo general

Evaluar la interacción de tres cultivares de papa del Grupo Phureja ('amarilla redonda', 'roja 2' y 'yuquilla amarilla'), dos dosis de (guano de islas) (750 t ha^{-1} y 1500 t ha^{-1}) y dos densidades de siembra ($27\ 778 \text{ planta/ha}$ y $37\ 037 \text{ plantas/ha}$).

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERARIA

2.1. Antecedentes de la investigación

Benavides et al., (2022) evaluó el comportamiento fisiológico y el rendimiento de cuatro cultivares de papa de ciclo corto: *Solanum tuberosum* grupos Phureja (Mambera, Ratona Morada y Criolla Colombia) y Andígena (Morasurco), bajo tres ambientes caracterizados edafoclimáticamente (AH1, AH2 y AH4) con tres niveles de fertilización. Se utilizó el ANOVA y el análisis discriminante de componentes principales (DAPC) diferenciaron a los cultivares Morasurco de Phureja y Criolla Colombia de Ratona y Mambera. Los resultados mostrados en el ambiente AH1 el mayor rendimiento se dio en el cultivar Morasurco (38,5 t/ha⁻¹) y el menor Ratona Morada (19,4 t/ha⁻¹). En el ambiente AH2, los promedios estuvieron por debajo de los obtenidos en AH1 y aunque el AH4 produjo (5 t/ha⁻¹). Los niveles de fertilización tampoco afectaron el número de tubérculos por planta.

Cutipa (2007) estudió el efecto de excreta de lombriz y biol versus fertilizantes químicos en rendimiento y calidad de tubérculos de papa nativa. Los resultados obtenidos en el cultivar Imilla Blanca, fue de 23.5 t ha⁻¹ con dosis (1.751 t ha⁻¹ de humus de lombriz y 191.63 l/ha de biol) y en el cultivar Imilla Negra fue de 23.30 t ha⁻¹ con dosis (1.79 t ha⁻¹ del humus de lombriz y 213 l/ha de biol). Con el fertilizante químico se obtuvo 43 t ha⁻¹, con respecto al abonamiento orgánico (22.44 t ha⁻¹); igual resultado se obtuvo respecto al número de tubérculos con abonamiento químico (35.8 tubérculos/planta) que supera al orgánico (23.3 tubérculos/planta).

Muñoz y Lucero (2008) evaluaron el rendimiento de *Solanum Phureja* papa criolla cultivar “Yema de huevo” con fertilización orgánica en dosis de (0, 800, 1.000 y 1.200 kg/ha⁻¹) y

fertilizante químico NPK (13-26-6) en dosis de (0, 600, 900 y 1.200 kg/ha⁻¹). Los resultados obtenidos mostraron que la fertilización mezclada entre fertilizante químico en dosis (13-26-6) y abono orgánico en dosis (300-800 kg/ha⁻¹) dieron los mayores rendimientos de *Solanum Phureja* de primera que fue de 6 366.7 kg/ha⁻¹, y un total 13 888.9 kg/ha⁻¹. Además, se encontró que las mejores cantidades adecuadas de abono orgánico están entre (800 y 1.200 kg/ha⁻¹) y la mejor dosis de fertilizante químico fue la de 300 kg/ha⁻¹.

Oleas (2015) comparó el efecto de la aplicación de tres niveles de nitrógeno usando tres fuentes orgánicas en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum Phureja*) cultivar “Yema de huevo”. El diseño experimental utilizado fue de Bloques Completos al Azar (BCA), en arreglo de parcelas divididas con nueve tratamientos y tres repeticiones. Los nueve tratamientos resultaron de combinar tres abonos Ferthigue (A1), Humus de lombriz (A2) y Gallinaza (A3) con tres niveles de nitrógeno Nivel Bajo (B1) 100 kg N/ha, Nivel Medio (B2) 200 kg N/ha y Nivel Alto (B3) 300 kg N/ha, los niveles de fósforo y potasio fueron iguales para todos los tratamientos (200 kg P₂O₅/ha; 150 kg K₂O/ha). Hubo diferencias entre los abonos usados, ya que el mejor nivel de fertilización nitrogenada fue el alto (300 kg N/ha). El mejor rendimiento presentó el T3 (Ferthigue Nivel Alto) con 19,01 t ha⁻¹. Se recomienda aplicar (300 kg N/ha; 200 kg P₂O₅/ha; 150 kg K₂O/ha), para la obtención de altos rendimientos, y como fuente de nitrógeno el abono gallinaza.

Vega (2015) evaluó la producción de papa criolla (*Solanum Phureja*) clon “Paisa”. En contenedores de doble fondo de polietileno de alta densidad y de los cuales se utilizó tres componentes de fertilización: materia orgánica, minerales y microorganismos. Las variables evaluadas fueron: incidencia de plagas, peso fresco por contenedores, peso fresco total y peso comercial. A partir de los datos obtenidos se realizó un análisis de la dispersión por medio de cuartiles para el resumen de la información en cada una de las clasificaciones de la papa, también

se analizó el rango intercuartílico y coeficientes de variación. Los resultados mostraron que la producción promedio de *Solanum Phureja* en los contenedores fue de 528,36 g/planta.

Seminario y Rojas (2014) evaluaron la productividad de diez cultivares de papa chaucha en la región de Cajamarca, Perú, el experimento consistió de diez tratamientos ('peruanita 3', 'montañera 2', 'limeña', 'amarilla', 'clavelina 2', 'roja 2', 'mulla', 'hugalina', 'amarilla mahuay' y 'chimbina colorada'), usando el diseño Bloques Completamente Randomizados, con tres repeticiones (tres bloques). La siembra consistió con distanciamientos de 0.90 m entre surcos y 0.40 m entre plantas, se aplicaron fertilizantes (urea y superfosfato simple) a dosis (140-140-0), con estiércol de cuy (5 t ha⁻¹). Los resultados de la productividad variaron de 5.0 t ha⁻¹ ('huagalina') a 11.5 t ha⁻¹ ('amarilla mahuay'). En dos cultivares de la 'limeña' y la 'huagalina' fueron inferiores al resto de los cultivares, tanto en peso total y peso de tubérculos comerciales, por lo contrario, los mejores índices de cosechas se obtuvieron en los cultivares de la 'huagalina' (46%), 'amarilla mahuay' (45%) y 'clavelina 2' (42%).

Alvarado y Ramírez (2016) investigaron los efectos de la fertilización mineral y orgánica en diferentes dosis sobre el crecimiento, desarrollo vegetativo y productivo de la papa criolla cultivar "colombiana" *Solanum Phureja* y se utilizó el diseño completamente al azar. La fertilización mineral con materia orgánica en concentraciones (1, 4 y 6 t ha⁻¹) y la fertilización orgánica a concentraciones (1, 4 y 6 t ha⁻¹). Los resultados obtenidos son de 35.59 t ha⁻¹ de tubérculos a concentraciones de (6 t ha⁻¹ de órganos minerales y materia orgánica) y en la fertilización orgánica se obtuvo de 28.56 a 31.93 t ha⁻¹ de tubérculos a concentraciones de 4 t ha⁻¹ (fertilización orgánica).

Guillen y Gómez (2016) determinaron la producción agronómica de la Papa criolla (*Solanum Phureja* Juz. et Buk.) en fertilización orgánica con tres niveles de tierra diatomea en

dosis (3 kg, 6 kg y 9 kg). Se utilizó el análisis de ANOVA univariante y se comparó las medias usando el método de los contrastes, prueba de Duncan y la correlación de Person. Los resultados concluyeron que el T2, fue el que mejor rendimiento tuvo un peso total de 88 kg. Se determinó los grados días calor por estados fenológicos de los tratamientos, se concluyó que la acumulación total para el T1 y T2 fue de 314, 65 kg en comparación al T3 el cual tuvo una acumulación total de 311,4 kg el cual es una de las razones que la producción es más baja para el T3 y más alta para los otros tratamientos

Seminario et al. (2016) estudiaron el potencial productivo de doce cultivares de papa chaucha, e identificar a los cultivares con mayor producción comercial. Se utilizó el Diseño Bloques Completos al Azar con doce tratamientos y tres repeticiones. La siembra consistió con distanciamientos de 0.90 m entre surcos y 0.40 m, entre plantas, se aplicaron fertilizantes (urea, superfosfato triple y cloruro de potasio) dosis (100-100-40) y humus de lombriz (5 t ha⁻¹). En las variables evaluadas y en los casos en donde se encontró diferencias significativas, se realizó la prueba de comparación de rango múltiple de Tukey, para determinar los tratamientos que mostraron superioridad estadística. Los cultivares ‘roja 2’, ‘piña amarilla’ y ‘montañera’, presentaron mayor rendimiento total de tubérculos (31.60 t ha⁻¹, 29.11 t ha⁻¹ y 27.67 t ha⁻¹ respectivamente) y los rendimientos más altos en tubérculos comerciales (28.00 t ha⁻¹, 26.65 t ha⁻¹, 25.62 t ha⁻¹ respectivamente). Los tubérculos comerciales significaron entre 65 % y 98%, en relación al peso total de los tubérculos.

Según Eyzaguirre (2017) evaluó el efecto de los niveles de guano de islas y densidad de plantas en el rendimiento de papa cultivar “Mama Lucha” (*Solanum Phureja*). El diseño estadístico utilizado fue Diseño de Bloque Completo Randomizado con arreglo factorial de 4GI*2D, con cuatro bloques a dosis de (0 t ha⁻¹, 2 t ha⁻¹, 4t ha⁻¹ y 6t ha⁻¹) de guano de isla. El mayor rendimiento

total de tubérculos en el cultivar. “Mama Lucha”, así como el rendimiento categorías primera, segunda y tercera se alcanzaron utilizando 6 t ha⁻¹ de guano de islas con 15.23 t ha⁻¹, 6.46 t ha⁻¹, 5.54 t ha⁻¹, y 1.85 t ha⁻¹, respectivamente y el menor rendimiento se alcanzó utilizando 0 t ha⁻¹.

Seminario et al. (2017) investigaron el rendimiento de tubérculos y variables de diecisiete cultivares de papa del Grupo Phureja, en la región de Cajamarca, Perú, el experimento consistió de diecisiete tratamientos (cultivares), usando el Diseño de Bloques Completamente Randomizado, con tres repeticiones (tres bloques), sembradas 0.90 m entre surcos y 0.40 m entre plantas. Se utilizó (urea, superfosfato simple de calcio y cloruro de potasio) dosis (100-100-40), y humus de lombriz (5 t ha⁻¹). Los cultivares presentaron diferencias estadísticas altamente significativas, en las variables evaluadas. Nueve cultivares (‘roja 2’, ‘amarilla mahuay’, ‘piña amarilla’, ‘amarilla’, ‘montañera 3’, ‘porpora’, ‘limeña huachuma’, ‘bola de potro’ y ‘pierna de viuda 2’), fueron estadísticamente superiores al resto, en rendimiento de tubérculos por hectárea, es decir la roja 2 fue estadísticamente superior al resto de cultivares, en rendimiento de tubérculos comerciales (858 g·planta⁻¹), por lo contrario el cultivar 'huagalina' fue inferior al resto de cultivares en esta variable (227 g·planta⁻¹) y un grupo de quince cultivares, estadísticamente semejantes, presentó rendimiento de tubérculos comerciales intermedio (764 a 244 g·planta⁻¹).

Seminario et al. (2018) estudiaron el rendimiento total y comercial de tubérculos de quince cultivares de papa del Grupo Phureja, entre los cultivares tradicionales amarillos y precoces para identificar al más productivo del grupo. El experimento consistió de quince tratamientos (cultivares), usando el diseño Bloques Completamente Randomizados, con tres repeticiones (tres bloques), sembrados 0.90 m entre surcos y 0.40 m entre plantas. Se utilizaron fertilizantes (urea y superfosfato simple de calcio y cloruro de potasio) dosis (140-110-50), humus de lombriz (5,5 t ha⁻¹). Las variables evaluadas fueron: peso y número total de tubérculos, peso y número de

tubérculos comerciales, número de tallos, altura de plantas, materia seca de follaje y tubérculos gravedad específica e índice de cosecha. En los datos obtenidos para los cultivares varió de acuerdo al número total de tubérculos, número de tubérculos comerciales, altura de planta, número de tallos, materia seca e índice de cosecha de tubérculos. Las mejores producciones se encontraron en los cultivares, ‘blanca amarilla’ (27,8 t ha⁻¹), ‘limeña huachuma’ (27,4 t ha⁻¹), ‘llanqueja’ (25,0 t ha⁻¹), ‘amarilla redonda’ (23,3 t ha⁻¹) y ‘piña amarilla’ (21,8 t ha⁻¹).

García (2019) evaluó el efecto de la aplicación de dos fertilizantes orgánicos (bocashi (FB) y humus de lombriz (TL)) y uno inorgánico (15-15-15 (TQ)), en el cultivo de papa criolla (*Solanum Phureja*) variedad criolla colombiana. Se utilizó las siguientes cantidades: 100g de humus de lombriz, 100g de bocashi y 40g de 15-15-15 (TQ), en las dos aplicaciones. Las variables que se midieron durante la investigación fueron: a) tamaño de tubérculo, b) rendimiento del cultivo, c) costos de producción. El mejor rendimiento se obtuvo en T1 con 11.25 (tb/pl.), con una producción de 21.9 t ha⁻¹. Sin embargo, estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos FB y TL.

2.2 . Bases teóricas.

2.2.1. Origen del Grupo Phureja

Según Seminario (2008) plantea en su investigación, que hay tres apariencias físicas vinculadas con el inicio de una planta: Ascendencia geográfica, ascendencia botánica y año de la domesticación.

Lujan (1970) menciona que existe una concentración de elementos altamente variables de papas cultivadas (de todos los niveles de ploidía), en las regiones montañosas altas del sureste de

Perú y norte de Bolivia; donde existe una altísima diversidad de la especie, convirtiéndose en el Centro de Origen según el concepto propuesto por Vavilov en 1951.

El origen de *Solanum Phureja*, no se conoce con precisión; al parecer, el centro de origen de esta especie se encuentra en el altiplano entre Perú y Bolivia, alrededor del lago Titicaca, debido a que en esta zona se encuentra la mayor variabilidad genética de especies silvestres y variedades cultivadas de papa (Villa et al., 2007)

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

2.2.2. Distribución del Grupo Phureja

S. tuberosum Grupo Phureja se encuentra, preferentemente, en la parte oriental de los Andes y usualmente entre los 2000 – 3400 msnm. Su distribución geográfica se extiende desde el noroeste de Bolivia, hasta Colombia y parte de Venezuela. Los cultivares pertenecientes a este grupo son precoces, de ahí su nombre nativo en Aymara, Phureja, sus tubérculos no tienen periodo de reposo y es posible establecer ciclos de siembra – cosecha tres o cuatro veces al año. (Ochoa, 2001)

El Grupo Phureja se distribuye ampliamente en una larga y estrecha franja de los Andes, desde Venezuela hasta el centro de Bolivia. Este grupo está agrupado por plantas tuberizantes, ya que, mediante el cruce, hubo una posible mutación de *Solanum stenotomum* de los cuales son resistentes a plagas y enfermedades (Sukhotu y Hosaka, 2006).

Estrada (2000) menciona que el Grupo Phureja está conformado por plantas tuberizantes, el cual parece haber evolucionado por selección humana de una posible mutación de *Solanum stenotomum*. Lujan (1970), describe que se distribuye desde América del Sur, desde el norte de Bolivia hasta el sur occidente de Venezuela, comprendiendo Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela.

2.2.3. Taxonomía o clasificación de las papas del Grupo Phureja

Seminario (2008) en su investigación concluye que el origen y la taxonomía de las papas en general, son motivo de controversias aun no resueltas. Existen dos filosofías o sistemas de seis clasificaciones de la papa cultivada.

Según el Código Internacional de Nomenclatura Botánica (ICBN), existen actualmente tres propuestas. La primera propuesta hecha por Bukasov y Lechnovitch (1971), clasifican a las papas cultivadas en 21 especies, agrupadas en los niveles de ploidía. La segunda propuesta de Ochoa (1990, 1999), unas de las clasificaciones más aceptadas en Latinoamérica, con nueve especies. La última propuesta hecha por Hawkes (1990), esta clasificación recibió un amplio respaldo por investigadores, lo cual el autor propone siete especies. Según la clasificación con el Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas (ICNCP) existen también tres propuestas. La primera propuesta por Dodds (1962), clasifica tres especies (o clases) y cinco grupos de cultivares. La segunda propuesta de Huamán y Spooner (2002), propone una sola especie, dentro de la cual consideran nueve grupos de cultivares. La tercera propuesta de Spooner et al. (2007), clasifica cuatro especies (o clases) y dos grupos de cultivares (Seminario, 2008).

Según Human y Spooner proponen que la papa cultivada tiene una única clase que en este caso es la misma especie (*Solanum tuberosum* L.) y dentro de esta clase reconocen nueve grupos,

uno de ellos es el Grupo Phureja, con las características que ya se han señalado (Huamán y Spooner, 2002).

2.2.4. Características del Grupo Phureja

a. Precocidad

Arias et al. (2012) menciona en su investigación, que el cultivo de la papa criolla *Solanum Phureja* es precoz, que desde el inicio de la siembra hasta la cosecha, es un tiempo de 4 meses, lo que conlleva a tener dos cosechas y así tener una producción constante en todo el año.

b. Resistencias a plagas y enfermedades

Según la clasificación el Grupo Phureja, a través del tiempo, han sido ampliamente estudiados para investigaciones genéticas en proyectos de avance de la papa. El Grupo Phureja es apreciado por el vigor a la Marchitez Bacteriana la causada por *Ralstonia solanacearum*, también a la resistencia de enfermedades virosas como PVX, PVS, PMV y PVA; y a temperaturas elevadas como el calor (Ochoa, 2001)

Según el centro Internacional de la Papa, se han centrado sus investigaciones en el grupo Phureja, en la identificación de sus características y genes de resistencia asociados con la enfermedad del Tizón tardío o gota (*Phytophthora infestans*), en las zonas paperas andinas, por lo cual es importante conservar su diversidad genética (CIP, 2021).

2.2.5. Rendimiento de la papa chaucha Grupo Phureja

Conforme a los resultados publicados en artículos científicos, tesis de grado, libros especializados, estudios de caso, ponencias, seminarios, talleres y otros medios de divulgación, se

evidenció, un ajuste en distancias de siembra y arreglos espaciales, en las localidades estudiadas (Piñeros, 2009). Los rendimientos reportados en la Agenda Prospectiva de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Cadena Productiva de la Papa Criolla en Colombia, están entre 14 y 25 t ha⁻¹ (Bonilla et al., 2009)

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

Tabla 1.

Rendimiento de varios estudios realizados sobre papa chaucha (grupo Phureja)

Referencia	Lugar	Rendimiento
Cutipa (2007)	Perú - Puno	Cultivar (Imilla Blanca) 23.5 t ha ⁻¹ Cultivar (Imilla Negra) 23.30 t ha ⁻¹
Muñoz y Lucero (2008)	Colombia - Nariño (2520 msnm)	Cultivar (Yema de huevo) 13.889 t ha ⁻¹
Oleas (2015)	Ecuador - Riobamba	Cultivar (Yema de huevo) 19.01 t ha ⁻¹
Vega (2014)	Colombia - Cudinamarca	(Clon Paisa) 528.36 g/plnta
Rojas y Seminario (2014)	Cajamarca - Perú (2670 msnm)	(Huagalina) 23.5 t ha ⁻¹ (Amarilla mahuay) 23.30 t ha ⁻¹
Alvarado y Ramírez (2016)	Colombia - Cudinamarca	Papa criolla variedad (colombiana) 28.56 a 31.93 t ha ⁻¹
Guillen y Gómez (2016)	Colombia - Pamplona	(Papa criolla) 311.14 kg/planta
Seminario et al. (2016)	Cajamarca - Perú (2670 msnm)	(Roja 2) 31.6 t ha ⁻¹ (Montañera 2) 10.4 t ha ⁻¹

Eyzaguirre (2017)	Perú - Ayacucho	Cultivar (Mama Lucha) 15.23 t ha ⁻¹
Seminario et al. (2017)	Cajamarca - Perú (2670 msnm)	(Roja 2) 27.4 t ha ⁻¹ (Huagalina) 6.3 t ha ⁻¹
García (2019)	Colombia - Cundinamarca.	Papa criolla variedad (Criolla colombiana) 21.9 t ha ⁻¹

2.2.6. Labores culturales

a. Preparación del terreno

La preparación del terreno se hace con la mayor anticipación posible, así se ira soltando el suelo, esto se hará con animal(bueyes) o tractor, esto permitirá que la masa vegetal se descomponga y así aumente los organismos benéficos al suelo. El tipo de labor a realizarse dependerá del cultivo que se instale, sin embargo, lo importante de esta actividad es mullir el suelo en profundidad, incorporar materia orgánica y controlar malezas (Berlijn, 1990).

b. Siembra

La siembra se realiza cuando se hayan hecho los surcos y los tubérculos estén en su total brotación, esto se introducirá a una profundidad de 5 a 10 cm La semilla debe estar libre de enfermedades, tener buenos brotes y pesar de 30 a 40 gramos.

Para sembrar papa criolla *Solanum Phureja*, se requiere entre surco y surco de 0.6 y 0.95. Los requerimientos de agua en esta época son muy importantes, los agricultores hacen coincidir esta etapa con el inicio de las lluvias o durante la misma (Rivera, 2005)

c. Manejo de malezas.

Las malezas o "malas hierbas" son plantas diferentes a la papa que compiten con ella en la absorción y el uso de luz, agua y nutrientes. Las malezas pueden ser plantas infectadas o

convertirse en plantas huéspedes de plagas y enfermedades que se transmiten al cultivo de papa (Centro Internacional de la Papa (CIP), 2021).

d. Desyerbo y Aporques.

El aporque sirve para que la planta se mantenga vertical y la tierra esté suelta, también impide que las plagas de insectos, como la polilla no llegue a los tubérculos, y contribuye a prevenir el crecimiento de maleza. Esta labor debe realizarse en el primer mes después de que emergen las plantas, porque de lo contrario la práctica tardía de esta labor puede afectar el sistema de raíces y estolones (Rivera, 2005).

E. Riegos.

Es una actividad de suma importancia para mayor productividad. El suelo debe mantener un contenido de humedad adecuado. Para una cosecha de papa de 120 días se deben aplicar 500 a 700 mm de agua. Por lo general la falta de agua hace disminuir la producción en las etapas de desarrollo y llenado de los tubérculos (Centro Internacional de la Papa (CIP), 2021).

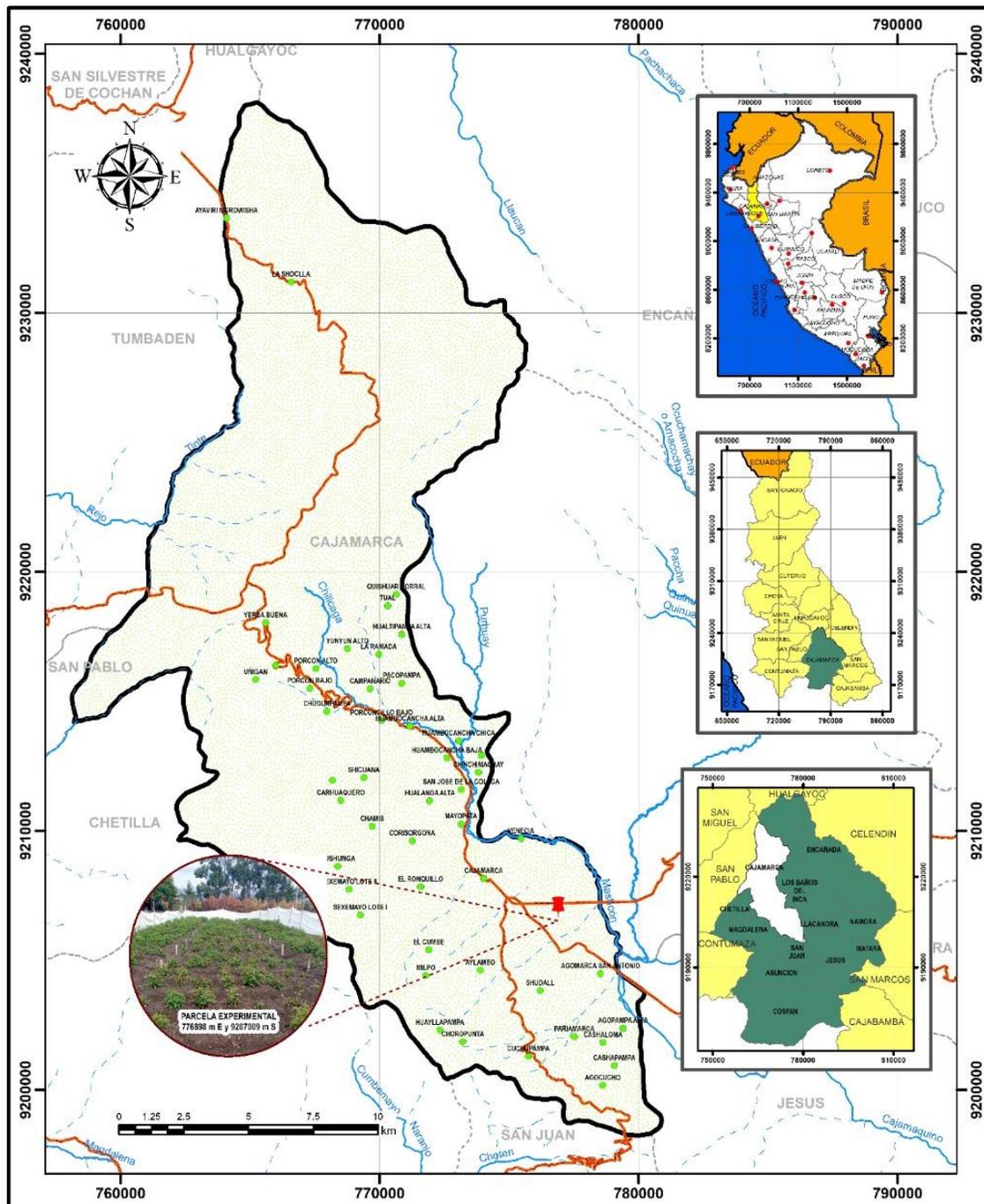
CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

La presente investigación se desarrolló en una parcela del Servicio Silvo Agropecuario, de la Universidad Nacional de Cajamarca, cuyas coordenadas geográficas son: 776898 m Este y 9207009 m Sur, a una altitud de 2536 msnm. El sitio presenta un clima predominantemente seco, con temperatura promedio anual de 14.7 °C; precipitación pluvial anual 651.9 mm y con una humedad relativa promedio de 64.9%.

Figura 1. Ubicación geográfica.



PARCELA EXPERIMENTAL
776936 m E y 9207309 m S

LEYENDA

- Parcela experimental
- OP - Cajamarca
- Red Vial
- Quebrada
- Rio
- Distrito de Cajamarca
- Limite Distrital



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA		
TESIS: INTERACCIÓN DE TRES CULTIVARES DE PAPA CHAUCHA (<i>Solanum tuberosum</i> , Grupo Phureja), A DOS DOSIS DE ABONO Y DOS DENSIDADES DE SIEMBRA		
MAPA: UBICACIÓN DE LA PARCELA EXPERIMENTAL		
TESISTA: Bach. Carlos Vásquez Azañero		
ASESOR: Dr. Juan Francisco Seminario Cunya		UTM: WGS 1984 Zona 17 Sur
ESCALA: 1:200,000	FECHA: Noviembre, 2024	N° LÁMINA: 01

El experimento se realizó en los meses de octubre a febrero y los datos meteorológicos de los meses durante los cuales se realizó el experimento: precipitación (mm), humedad relativa (%), temperatura (°C), brillo solar (horas) de la estación “Augusto Weberbauer”, durante el periodo del cultivo, se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2.

Datos meteorológicos registrados durante el periodo de investigación (octubre 2022 – febrero 2023)

Factores Meteorológicos	Meses					
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	
Precipitación (mm)	1.01	0.22	2.04	2.84	4.29	
Humedad Relativa (%)	56.28	51.19	62.20	65.70	69.41	
Temperatura (°C)	MIN	8.39	7.91	8.81	9.34	10.57
	MAX	22.56	23.48	22.14	21.52	21.65

Fuente: Estación Meteorológica – “Augusto Weberbauer”, CONVENIO UNC SENAMHI (2022 y 2023).

3.2. Materiales

Material biológico: Se usaron tres cultivares de (*S. tuberosum*) grupo Phureja, entre los cuales son: chaucha ‘amarilla redonda’, ‘roja 2’ y ‘yuquilla amarilla’. El cultivar ‘amarilla redonda’, tiene una etapa vegetativa de 40 días, una etapa reproductiva que empieza a los 17 días después del botón floral hasta 68 días. En total su periodo vegetativo es de 109 días. El cultivar ‘roja-2’ tiene una etapa vegetativa de 50 días, una etapa reproductiva que empieza a los 21 días después del botón floral hasta 82 días, y en total un periodo vegetativo de 116 días. El cultivar a ‘yuquilla amarilla’, tiene una etapa vegetativa de 36 días, una etapa reproductiva que empieza a

los 13 días, después del botón floral hasta los 59 días. En total su periodo vegetativo es de 96 días (Tapia, 2017).

3.2.1. Insumos que se usaron

➤ Abono

- Guano de Isla, 10-14% de N, 10-12% de P₂O₅ y 2-3% de K₂O. Además, contiene: calcio 8%, magnesio 5%, azufre 16% y flora microbiana (hongos y bacterias benéficas) (AGRO RURAL, 2022).

- Abono foliar (Triofol Mix) cuya composición es la siguiente: auxinas 0.036 %, citoquininas 0.040 %, giberelinas 0.040 %, extracto de origen vegetal 820 g/l, extracto de algas marinas 7.00 %, ácido carboxílico 7.00 % y amino ácidos libres 3.00 %

➤ Insecticidas

- Matador: methamidophos 600 g/L

➤ Fungicidas:

- Ridomil: Metalaxyl M 40 g/kg mancozeb 640 g/kg, es preventivo y curativo a la vez.

3.2.2. Materiales de campo

- Planos y croquis del área

- Estacas

- Cordel

- Lampa.

- Libreta de campo

- Yeso.

- Pico.

- Manguera
- Wincha de 60 metros.
- Palana.
- Bomba de Mochila de 20 litros
- Regla

3.2.3. Equipos

- Balanza electrónica
- Cuchillas
- Bolsas de papel
- Computadora
- Cámara digital
- Calculadora
- Estufa

3.2.4. Materiales de escritorio

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

3.3. Análisis fisicoquímico del suelo donde se realizó el experimento

Se tomaron muestras del suelo, en donde se destinó dicho experimento. Se hizo hoyos de 25 cm en forma de “V”, la primera palada se descartó, la segunda palada de 3 cm de grosor aproximadamente, de descartó los bordes mediante un corte con un cuchillo y colectando las submuestras. El recorrido se hizo en zig-zag, luego se procedió a mezclar, posteriormente se pesará 1 kg de muestra final y se envió a un laboratorio de suelos acreditado. Este análisis se envió al Laboratorio de análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes UNALM.

Tabla 3.

Resultado del análisis del suelo del terreno en donde se realizó el experimento

Número de Muestras	pH	C.E. (1:1)	M. O.	P	K	CaCO ₃
Lab	(1:1)	dS/m	%	ppm	ppm	%
2536	6.85	0.62	2.3	15.6	169	0

Nota. Laboratorio de análisis de suelos, plantas, agua y fertilización de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM).

De acuerdo al análisis de caracterización, los suelos del campo experimental en el servicio Silvo Agropecuario, tienen un pH neutro (pH: 6.85), no salinos (CE: 0.62 d s/m), sin calcáreo (CaCO₃: 0.00 %), nivel medio de materia orgánica (MO: 2.30 %), nivel alto de fosforo disponible (P: 15.6 ppm), nivel medio de potasio disponible (K: 169 ppm), nivel alto de capacidad de intercambio catiónico (CIC: 15.20 me/100g), textura mediamente fina (Franco Arcilloso), sin problemas de aluminio (AL + H: 0.00 me/100g) y saturación de bases alto (SB: 99 %).

3.4. Metodología

3.4.1. Diseño experimental y arreglo de tratamientos.

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), en arreglo factorial: 3 cultivares x 2 dosis de abono x 2 densidades = 12 tratamientos y tres testigos (sin abono, uno con cada cultivar, a la densidad de 27778 plantas/ha). Por tanto, se tiene un total de 15 tratamientos, cada uno con 3 réplicas (Bloques).

Cada parcela o unidad experimental estuvo constituida por tres surcos de ocho plantas cada uno, de modo que, al momento de la cosecha se evaluó ocho plantas del tratamiento, desechando las plantas de los extremos para evitar el efecto de borde.

Tabla 4.

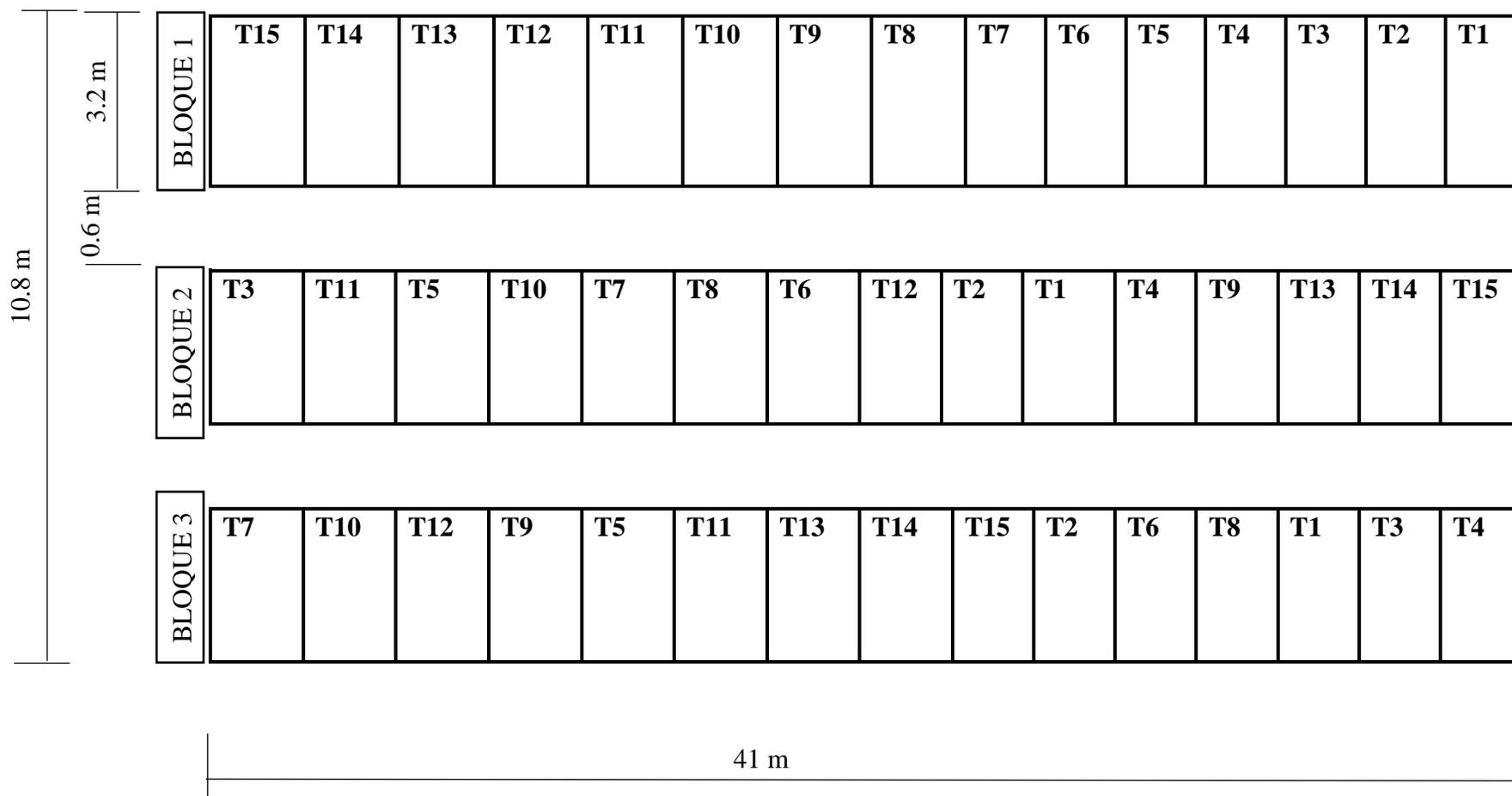
Factores, niveles y tratamientos resultantes de combinar tres cultivares de papa chaucha del grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.

FACTORES	NIVELES	TRATAMIENTOS	CODIGO
CULTIVARES	C1 (chaucha 'amarilla redonda')	Cultivar chaucha 'amarilla redonda', 750 t ha ⁻¹ de guano de islas y 27778 plantas/ha	C1A1D1 (T1)
	C2 (chaucha 'roja-2')	Cultivar chaucha 'amarilla redonda', 750 t ha ⁻¹ de guano de islas y 37037 plantas/ha	C1A1D2 (T2)
	C3 (chaucha 'yuquilla amarilla')	Cultivar chaucha 'roja-2', 750 t ha ⁻¹ de guano de islas y 27778 plantas/ha	C2A1D1 (T3)
		Cultivar chaucha 'roja-2', 750 t ha ⁻¹ de guano de islas y 37037 plantas/ha	C2A1D2 (T4)
ABONO	A1 (1 t ha ⁻¹ de abono)	Cultivar chaucha 'yuquilla amarilla', 750 t ha ⁻¹ de guano de islas y 27778 plantas/ha	C3A1D1 (T5)
	A2 (2 t ha ⁻¹ de abono)	Cultivar chaucha 'yuquilla amarilla', 750 t ha ⁻¹ de guano de islas y 37037 plantas/ha	C3A1D2 (T6)
		Cultivar chaucha 'amarilla redonda', 1500 t ha ⁻¹ de	C1A2D1 (T7)

		guano de islas y 27778 plantas/ha	
		Cultivar ‘amarilla redonda’, 1500 t ha ⁻¹ de guano de islas y 37037 plantas/ha	C1A2D2 (T8)
		Cultivar chaucha ‘roja-2’, 1500 t ha ⁻¹ de guano de islas y 27778 plantas/ha	C2A2D1 (T9)
Densidad	D1 (27778 plantas/ha)	Cultivar chaucha ‘roja-2’, 1500 t ha ⁻¹ de guano de islas y 37037 plantas/ha	C2A2D2 (T10)
	D2 (37037 plantas/ha)	Cultivar chaucha ‘yuquilla amarilla’, 1500 t ha ⁻¹ de guano de islas y 27778 plantas/ha	C3A2D1 (T11)
		Cultivar chaucha ‘yuquilla amarilla’, 1500 t ha ⁻¹ de guano de islas y 37037 plantas/ha	C3A2D2 (T12)
		Testigo 1: Chaucha ‘amarilla redonda’ con 00 de abono y a 27778 pltas/ha.	C1 (T13)
		Testigo 2: Chaucha ‘roja-2’ con 00 de abono y a 27778 pltas/ha.	C2 (T14)
		Testigo 3: Chaucha ‘yuquilla amarilla’ con 00 de abono y a 27778 pltas/ha.	C3 (T15)

Figura 2.

Croquis del campo experimental, de tres cultivares de papa chaucha del grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.



3.5. Procedimiento

a. Preparación del terreno.

La preparación del terreno se realizó 15 días antes de la siembra. Primero se realizó la aradura, luego se pasó la mullidora y después se niveló el terreno. El área del experimento fue de 442.8 m², dividido en tres bloques de 131.2 m² cada uno.

b. Selección de la semilla.

La semilla se puso en un almacén donde recibió luz difusa, para que empiece el brotamiento. Se tomó el peso y se seleccionó las semillas de tamaño mediano entre 40 a 50 g.

c. Fertilización y abonamiento.

Se abonó aplicando las cantidades que correspondan a cada tratamiento, conforme a los cálculos hechos:

- Para densidad de (0.90 m x 0.4 m): 27 778

$$\frac{750\ 000}{27\ 778} = 28\ \text{g/plta}$$

$$\frac{1\ 500\ 000}{27\ 778} = 54\ \text{g/plta}$$

- Para densidad de (0.90 m x 0.3 m): 37 037

$$\frac{750\ 000}{37\ 037} = 21\ \text{g/plta}$$

$$\frac{1\ 500\ 000}{37\ 037} = 41\ \text{g/plta}$$

d. Siembra.

La distribución de la semilla se realizó de acuerdo al croquis (Figura 1), después de realizar los surcos a 0.90 m, en cada surco se colocó 8 tubérculos, con distanciamientos de 0.30m y 0.40m según cada tratamiento. Luego se aplicó guano de isla a (750 t ha⁻¹ y 1500 t ha⁻¹) a 5 cm del

tubérculo y en encima de cada tubérculo, se colocó humus y con una lampa se hizo el tapado de los tubérculos.

e. Riegos.

El primer riego realizó seis días después de la siembra. Los siguientes riegos se realizó por gravedad, con mayor frecuencia durante los meses que no hubo lluvia, cada cinco días, con el objetivo de mantener la humedad del suelo cerca de la capacidad de campo.

f. Deshierbo.

Esta labor se realizó manualmente con una lampa a los 20 días después de la siembra, cuando la planta presentó una altura entre 15 a 20 cm de altura. Los controles posteriores se realizaron conforme iban apareciendo las malezas para evitar que compitan con la papa.

g. Aporque.

El aporque se realizó a los 30 días y posteriormente 70 días después de la siembra, este último se realizó antes de la floración. Consistió en colmar de tierra alrededor de las plantas y a lo largo de la línea de siembra, para dar soporte a la planta, aflojar el suelo y controlar malezas.

h. Control sanitario.

Para combatir la “pulga saltona” (*Epitrix* sp), “escarabajo de la hoja” (*Diabrotica undecimpunctata*) y “ranchara” (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) (Roncal, 2014). Se aplicó los productos que se tendrán al alcance después de haberse sembrado, para la represión o prevención de sus poblaciones y así combatir los insectos, las malas hierbas, las enfermedades de las plantas y otras plagas que afectan a la producción.

i. Cosecha.

La cosecha se realizó el 23 de febrero del 2023 con herramientas manuales (picos y lampas) cuando el cultivo alcanzó su madurez comercial, cuando la cáscara de la papa no se pela al

friccionar con los dedos. Durante las evaluaciones se cosechó ocho plantas por tratamiento, descartando las plantas de los extremos de cada cultivar para evitar el efecto de borde.

3.6. Evaluaciones de precosecha

3.6.1. Área foliar.

Jerez et al. (2014) señala que, el método indirecto para calcular el área foliar (AF) es a través del modelo matemático puede ser obtenido por correlación entre la longitud de la hoja (L), ancho (A) o longitud por ancho (LA) con el área foliar real de dicha hoja, a través del análisis de regresión.

Se evaluó el área foliar de cada planta al momento de la floración, realizándose las siguientes evaluaciones.

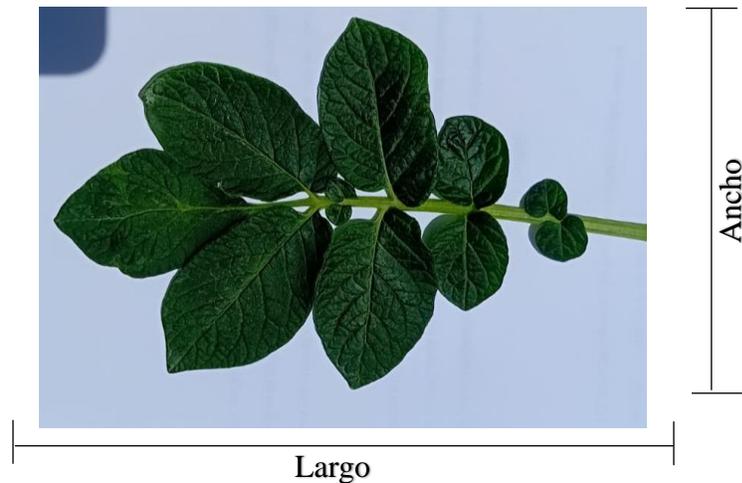
a. Obtención de la formula. Se tomaron muestras del campo al azar (30 hojas), de los tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, para encontrar un método no destructivo y estimar el área foliar.

En cada cultivar, se midió, el largo, el ancho y se pesó la hoja, para así obtener el área real de las hojas. Para obtener el área estimada, se introdujo, las dimensiones de cada hoja, a una hoja de cálculo de *Microsoft Excel*. Se determinaron los valores L, W, LxW, L2, W2 y L/W, conforme lo describe (Rojas y Seminario, 2014).

b. Medida de largo y ancho de las hojas. Se midió el largo y ancho mayor de 8 plantas (hojas) de cada tratamiento, tomadas en las siguientes fechas (9/11/22, 13/12/22 y 17/01/23) y se procedió a estimar el área de la hoja aplicando la fórmula obtenida. Con estos datos se obtuvo un promedio de todas las áreas de las hojas por tratamiento y se multiplicó por el número total de hojas por planta, para obtener el área foliar por planta de cada tratamiento.

Figura 3.

Esquema representativo de la forma en que se realizaran las medidas lineales de largo y ancho de las hojas.



3.6.2. Número de tallos por planta.

Se realizó a los 104 días después de la siembra, se contó el número de tallos sobre la superficie del suelo por planta (de acuerdo al tratamiento), cuando las plantas alcanzaron aproximadamente un 90 % de floración, momento a partir del cual ya no se producen nuevos tallos.

3.6.3. Altura de planta.

La medición se realizó a los 104 días después de la siembra, cuando las plantas alcanzaron aproximadamente el 90 % de floración, momento en el cuál, se considera que la planta alcanza su máximo desarrollo y crecimiento. La medida se tomó desde la superficie del suelo hasta el ápice de la planta con una regla graduada.

3.7. Evaluaciones de cosecha

3.7.1. Número total de tubérculos.

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

3.7.2. Número de tubérculos comerciales.

Se seleccionaron los tubérculos comerciales y no comerciales según el diámetro, clasificando así: de primera (>4 cm), segunda (2- 4 cm) y tercera (< 2 cm) (Rodríguez, 2009).

3.7.3. Peso total de tubérculos.

Se pesaron todos los tubérculos al momento de la cosecha (comerciales y no comerciales). A partir de esto se obtuvo el rendimiento de tubérculos por hectárea, según la fórmula de (Hay y Walker 1989), que es:

Rendimiento tubérculos (kg ha⁻¹) = Población de plantas por hectárea x N° tubérculos por planta x peso promedio del tubérculo fresco. En nuestro caso, la población será de 27778 y 37037 plantas por hectárea.

3.7.4. Peso de tubérculos comerciales.

Los tubérculos comerciales se clasificaron de acuerdo a sus diámetros de primera (≥ 4 cm), segunda (2- 4 cm) y tercera (< 2 cm). Los tubérculos que estén dentro de los rangos de primera y segunda, serán considerados comerciales, los demás serán considerados no comerciales.

3.7.5. Materia seca de tubérculos.

Se tomaron ocho tubérculos por cada tratamiento, se les lavará, se secarán, lo cual se anotará como peso fresco. Cada tubérculo se cortó en trozos pequeños para ser colocados en bolsas de papel Kraff y posteriormente ser llevados a la estufa de 105 °C hasta que alcance peso constante.

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

3.7.6. Gravedad específica.

Se tomó ocho tubérculos al azar por tratamientos. Primero se pesó el tubérculo en el aire, luego el agua, después se pesó el tubérculo en el agua.

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

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

Donde:

W_{Cuerpo} = Peso del cuerpo

P_{Agua} = Peso del cuerpo en el agua

W_{Agua} = Peso del agua

GE = Gravedad específica

Ejemplo:

$W_{\text{Cuerpo}} = 49.06 \text{ g}$

$P_{\text{Agua}} = 549.11 \text{ g}$

$W_{\text{Agua}} = 500.08 \text{ g}$

Solución:

$$P_{\text{Agua}} - W_{\text{Agua}} = 549.11 \text{ g} - 500.08 \text{ g} = 49.03$$

Empleando la fórmula se tiene:

$$GE = \frac{49.06}{549.11 - 500.08} = 1.000612$$

3.7.7. Materia seca de follaje.

Se tomaron ocho plantas de cada tratamiento y se les colocó en bolsas de plásticos para ser llevados al laboratorio. En el laboratorio se les pesó el peso fresco y se les cortó en trozos pequeños

para ser colocados en bolsas de papel Kraff y posteriormente ser llevados a la estufa de 105 °C por 48 horas.

3.7.8. Índice de cosecha (IC).

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

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

3.8. Procesamiento y análisis de datos

Los resultados que se obtuvieron en las evaluaciones de campo y laboratorio se ordenaron, clasificaron y agruparon en una hoja de Excel. Posteriormente se realizó el análisis de varianza (ANOVA) para determinar la significancia estadística entre tratamientos, para los ANOVA con significancia estadística se analizó la prueba de rangos múltiples de Tukey, con la finalidad de determinar cuáles fueron los mejores tratamientos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Peso total de tubérculos (rendimiento $t\ ha^{-1}$)

El análisis de varianza (ANOVA) realizado para el rendimiento de tubérculos (Tabla 5), no mostró significación para las interacciones (C*A, C*D, A*D, C*A*D), dado que, para cada caso el valor de significación es mayor al 0.05. Esto indica que, el efecto de cada factor (Cultivar, Abono y Densidad) fue independiente, es decir, el efecto de los cultivares sobre el rendimiento de tubérculos fue el mismo a diferentes dosis de abono y densidades, y el efecto de la dosis de abono fue el mismo en los diferentes cultivares y densidades.

Para los tratamientos en su conjunto, se encontró significación, dado que el valor de significación (p-valor = 0.000) fue menor al 0.05, evidenciando que al menos uno de los tratamientos evaluados se diferencia al resto con respecto al rendimiento de tubérculos. El factor cultivares fue significativo, dado que el valor de significación (p-valor = 0.000) fue menor a 0.05. Esto significa que hubo diferencias entre los cultivares de papa al rendimiento de tubérculos. Por otro lado, no se detectó efecto significativo de la dosis de abono (p-valor = 0.311) ni de la densidad de siembra (p-valor = 0.167) sobre el número de tallos.

El coeficiente de variación (CV) para peso total de tubérculos (rendimientos $t\ ha^{-1}$) fue de 30.30 %, el cual indica la variabilidad del rendimiento de tubérculos dentro de cada tratamiento.

Tabla 5.

Análisis de varianza (ANOVA) para el peso total de tubérculos (rendimiento t ha⁻¹), de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, con dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Bloques	104.502	2	52.251	4.197	0.025
Tratamientos	792.976	14	56.641	4.549	0.000**
Cultivares (C)	526.169	2	263.085	21.131	0.000**
Abono (A)	13.274	1	13.274	1.066	0.311 NS
Densidad (D)	25.067	1	25.067	2.013	0.167 NS
C*A	5.688	2	2.844	0.228	0.797 NS
C*D	24.635	2	12.318	0.989	0.384 NS
A*D	2.064	1	2.064	0.166	0.687 NS
C*A*D	44.749	2	22.375	1.797	0.184 NS
Error	348.700	28	12.450		
Total	1887.823	44			

Nota. * = significativo, ** = altamente significativo NS = no significativo.

CV = 30.30 %

La prueba de Tukey para el rendimiento de tubérculos (Tabla 6), indica que el cultivar Amarilla redonda (T13) sin abonamiento alcanzó un rendimiento de 10.76 t ha⁻¹, y los tratamientos con abonamiento de 750 t ha⁻¹ y 1500 t ha⁻¹ de abono obtuvieron rendimientos superiores que fluctuaron entre 13.01 t ha⁻¹ y 19.78 t ha⁻¹. No existe diferencias significativas entre estos resultados. En el cultivar Roja-2 (T14) sin abonar registró un rendimiento de 6.18 t ha⁻¹. Al aplicar las dosis de abono, los rendimientos variaron entre 7.56 t ha⁻¹ y 8.38 t ha⁻¹, sin mostrar diferencias significativas respecto al cultivar sin abonamiento. Finalmente, en el cultivar Yuquilla amarilla (T15) sin abonamiento el rendimiento fue de 8.22 t ha⁻¹. Con abonamiento los rendimientos oscilaron entre 10.75 t ha⁻¹ y 14.91 t ha⁻¹, no existiendo diferencias significativas con el testigo. En conclusión, el rendimiento de tubérculos dependió del cultivar, siendo más consistente en Amarilla redonda, moderado en Yuquilla amarilla y menor en Roja-2 según las comparaciones realizadas.

Tabla 6.

Prueba de Tukey para el peso total de tubérculos (rendimientos $t\ ha^{-1}$) por efecto de los tratamientos.

Tratamientos	Rendimiento total de tubérculos ($t\ ha^{-1}$)	Agrupación		
T 2	19.78	A		
T 7	18.41	A	B	
T 8	18.21	A	B	
T 12	14.91	A	B	C
T 1	13.01	A	B	C
T 6	11.45	A	B	C
T 5	10.97	A	B	C
T 13	10.76	A	B	C
T 11	10.75	A	B	C
T 3	8.38	A	B	C
T 9	8.27	A	B	C
T 15	8.22	A	B	C
T 10	7.88		B	C
T 4	7.56		B	C
T 14	6.18			C

La prueba de Tukey sobre el efecto independiente de cada factor en el rendimiento de tubérculos (Tabla 7), indicó que el cultivar Amarilla redonda es la variedad de mayor rendimiento con $16.03\ t\ ha^{-1}$, seguida en menor medida por Yuquilla amarilla ($11.26\ t\ ha^{-1}$) y finalmente Roja-2 ($7.6\ t\ ha^{-1}$). Las diferencias significativas más notorias se dan entre el cultivar Amarilla redonda y la Roja-2.

Tabla 7.

Prueba de Tukey para el peso total de tubérculos (rendimiento $t\ ha^{-1}$) por planta por efecto de independiente del cultivar.

Cultivares	Peso total de tubérculos (rendimiento $t\ ha^{-1}$)	Agrupación
Amarilla redonda	16.03	A
Yuquilla amarilla	11.26	AB
Roja-2	7.65	B

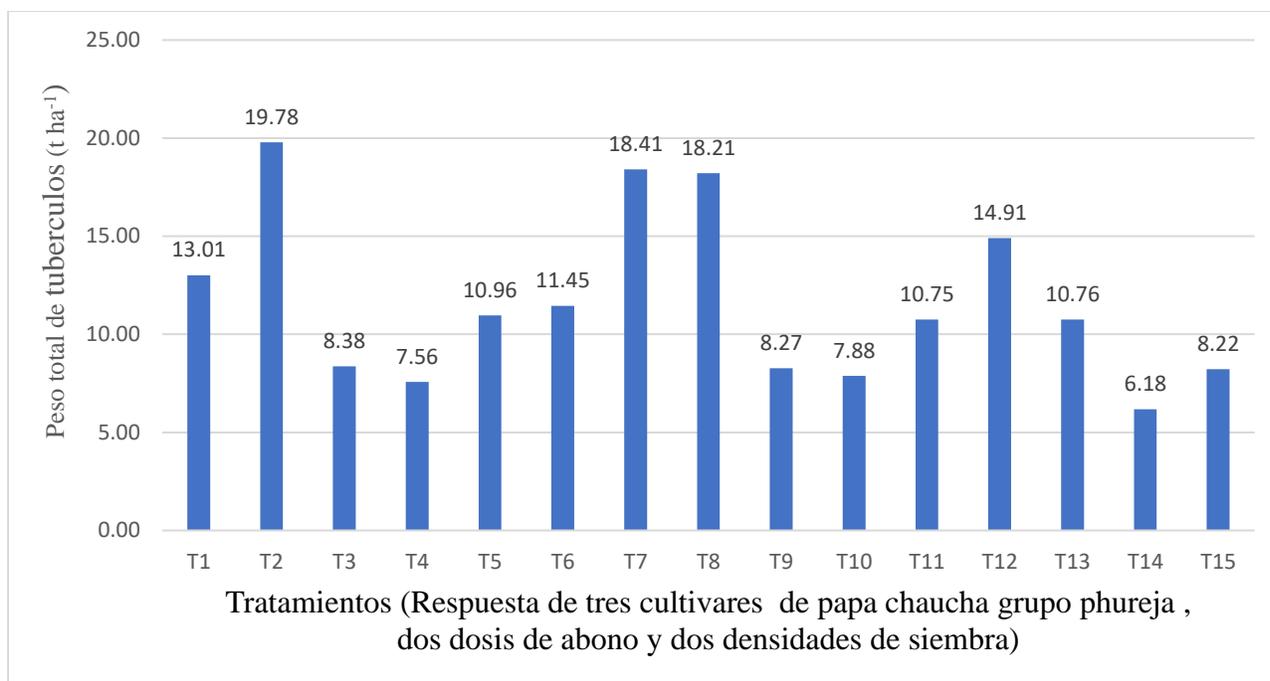
Eyzaguirre (2017) reporta en su investigación el efecto de los niveles de guano de islas y densidad de plantas en el rendimiento de papa cultivar “Mama Lucha” (*Solanum Phureja*), que el mayor rendimiento es de 15.23 t ha⁻¹ a dosis (6 t ha⁻¹ de guano de islas) el menor rendimiento alcanzo 1.85 t ha⁻¹ a dosis (0 t ha⁻¹). Por otro lado, García (2019) evaluó el efecto de la aplicación de dos fertilizantes orgánicos y uno inorgánico en el cultivo de papa Criolla reportando una producción de 21.9 t ha⁻¹.

Huamán (2023), reporto en su investigación de cuatro niveles de fertilizante y dos modalidades de aplicación en el cultivar de papa ‘amarilla redonda’ que el peso total de tubérculos varió de 383.57 g (10.65 t ha⁻¹), se obtuvo con T8 (120-60-60 de N, P₂O₅ y K₂O con aplicación al deshierbo) a 579.47 g (16.10 t ha⁻¹), lo cual se obtuvo con T5 (80-60-60 de N, P₂O₅ y K₂O con aplicación a la siembra). Por ende Díaz (2021), en su estudio a dos dosis de abono y dos cultivares de papa chaucha, observó que el mayor rendimiento fue 16.10 t ha⁻¹ (cultivar Llanqueja más 2.5 t ha⁻¹ de abono), mientras que el menor rendimiento fue 8.79 t ha⁻¹ (cultivar ‘Amarilla redonda’, 5 t ha⁻¹ de abono. Seminario et al., (2017), menciona en su investigación, que los rendimientos de tubérculos totales fueron de 8.2 t ha⁻¹ a 27.4 t ha⁻¹.

En conclusiones, los resultados obtenidos en esta investigación, se encuentran dentro del rango por los autores mencionados, en peso total de tubérculos.

Figura 4.

Peso total de tubérculos (rendimiento t ha⁻¹), de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.



4.2. Peso de tubérculos comerciales (rendimientos t ha⁻¹)

El análisis de varianza (ANOVA) realizado para el rendimiento de tubérculos comerciales (Tabla 8), no mostró significación para las interacciones (C*A, C*D, A*D, C*A*D), dado que, para cada caso el valor de significación es mayor al 0.05. Esto indica que, el efecto de cada factor (Cultivar, Abono y Densidad) fue independiente, es decir, el efecto de los cultivares sobre el rendimiento de tubérculos comerciales fue el mismo a diferentes dosis de abono y densidades, y el efecto de la dosis de abono fue el mismo en los diferentes cultivares y densidades.

Para los tratamientos en su conjunto, se encontró significación, dado que el valor de significación (p-valor = 0.001) fue menor al 0.05, evidenciando que al menos uno de los tratamientos evaluados se diferencia al con respecto al rendimiento de tubérculos comerciales. El factor cultivares fue significativo, dado que el valor de significación (p-valor = 0.000) fue menor al 0.05. Esto significa que independientemente de la dosis de abono y la densidad, existieron diferencias entre los cultivares de papa respecto al el rendimiento de tubérculos comerciales. Por

otro lado, no se detectó efecto significativo de la dosis de abono (p-valor = 0.319) ni de la densidad de siembra (p-valor = 0.542) sobre el número de tallos.

El coeficiente de variación (CV) para peso de tubérculos comerciales (rendimientos t ha⁻¹) fue de 40.32 %, el cual indica alta variabilidad del rendimiento de tubérculos comerciales dentro de cada tratamiento.

Tabla 8.

Análisis de varianza (ANOVA) para el peso de tubérculos comerciales (rendimientos t ha⁻¹), de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, con dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Bloques	82.3299	2	41.1649	3.703	0.037
Tratamientos	649.0889	14	46.3635	4.171	0.001 **
Cultivares (C)	454.5103	2	227.2551	20.443	0.000 **
Abono (A)	11.4244	1	11.4244	1.028	0.319 NS
Densidad (D)	4.2299	1	4.2299	0.381	0.542 NS
C*A	5.3185	2	2.6592	0.239	0.789 NS
C*D	19.6435	2	9.8217	0.884	0.425 NS
A*D	2.5281	1	2.5281	0.227	0.637 NS
C*A*D	35.8121	2	17.906	1.611	0.218 NS
Error	311.2559	28	11.1163		
Total	1576.1415	44			

Nota. * = significativo, ** = altamente significativo NS = no significativo.

CV = 40.32 %

La prueba de Tukey para el rendimiento de tubérculos (Tabla 9), indica que el cultivar Amarilla redonda (T13) sin abonamiento alcanzó un rendimiento de 8.24 t ha⁻¹, y con abonamiento de 750 t ha⁻¹ y 1500 t ha⁻¹ de abono obtuvieron rendimientos superiores que fluctuaron entre 9.96 t ha⁻¹ y 15.54 t ha⁻¹. No existe diferencias significativas entre estos resultados. En el cultivar Roja-2 (T14) el, sin abonar registró un rendimiento de 3.7 t ha⁻¹. Al aplicar las dosis de abono, los

rendimientos variaron entre 4.63 t ha⁻¹ y 6.15 t ha⁻¹, sin mostrar diferencias significativas respecto al cultivar sin abonamiento. Finalmente, en el cultivar Yuquilla amarilla (T15) sin abonamiento el rendimiento fue de 4.77 t ha⁻¹. Con abonamiento los rendimientos oscilaron entre 6.8 t ha⁻¹ y 9.29 t ha⁻¹, no existiendo diferencias significativas con el testigo.

Tabla 9.

Prueba de Tukey para el peso de tubérculos comerciales (rendimiento t ha⁻¹) por el efecto de los tratamientos.

Tratamientos	Peso de tubérculos comerciales (t ha⁻¹)	Agrupación		
T 2	15.54	A		
T 7	15.33	A	B	
T 8	14.44	A	B	C
T 1	9.96	A	B	C
T 12	9.29	A	B	C
T 13	8.24	A	B	C
T 5	7.36	A	B	C
T 11	6.81	A	B	C
T 6	6.8	A	B	C
T 9	6.15	A	B	C
T 3	6	A	B	C
T 10	5.02	A	B	C
T 15	4.77	A	B	C
T 4	4.63		B	C
T 14	3.7			C

La prueba de Tukey sobre el efecto independiente de cada factor en el rendimiento de tubérculos comerciales (Tabla 10), indicó que el cultivar Amarilla redonda es la variedad de mayor rendimiento con 12.70 t ha⁻¹, seguida en menor medida por Yuquilla amarilla (7.01 t ha⁻¹) y finalmente Roja-2 (5.10 t ha⁻¹). Las diferencias significativas más notorias se dan entre el cultivar Amarilla redonda y la Roja-2.

Tabla 10.

Prueba de Tukey para el peso de tubérculos comerciales (rendimiento t ha⁻¹) por el efecto de independiente del cultivar.

Cultiva vares	Peso de tubérculos comerciales (rendimientos t ha⁻¹)	Agrupación
Amarilla redonda	12.70	A
Yuquilla amarilla	7.01	AB
Roja-2	5.10	B

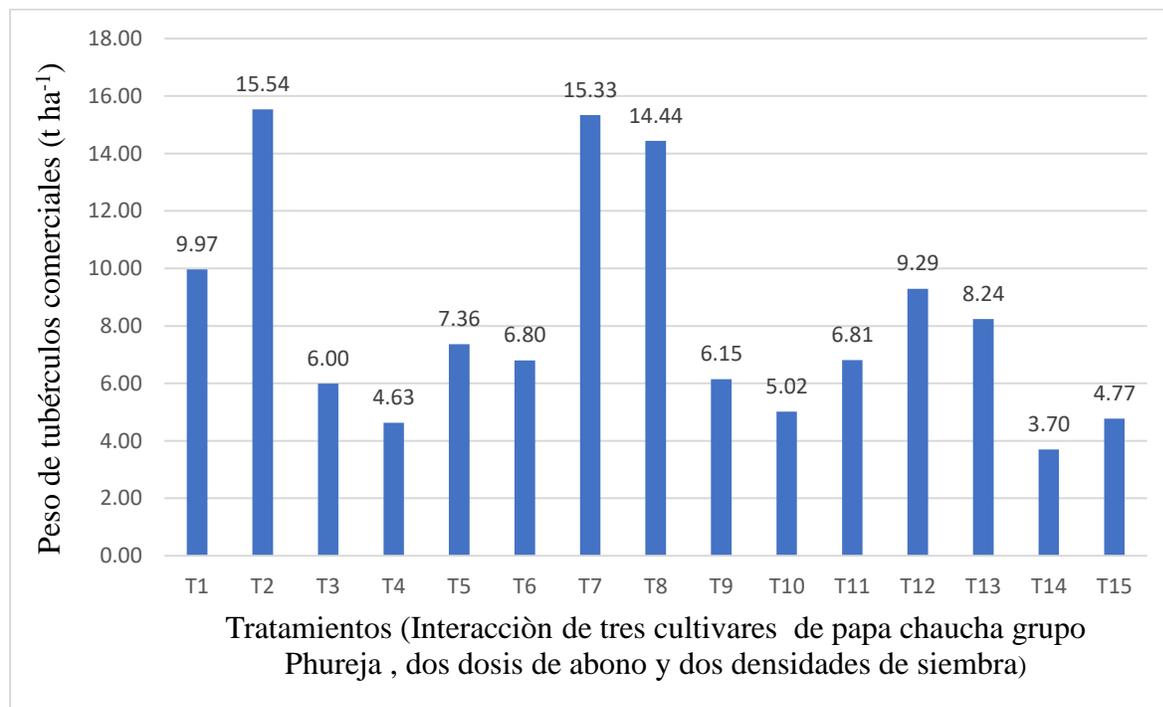
Seminario et al., (2016) reporta en su investigación que el peso de tubérculos comerciales vario de 1008.2 g como peso máximo y 354.2 g como peso mínimo (con un promedio de 727.9 g por planta). Estos valores transformados a toneladas por hectáreas equivalen a 9.84 t ha⁻¹ y 28.00 t ha⁻¹ como peso mínimo y máximo (con un promedio de 20.22 t ha⁻¹) en los cultivares Montañera 2 y Roja 2. Por otra parte, Tapia (2017) informa en su investigación de fenología y caracterización morfológica de 43 entradas de papa chaucha (grupo Phureja) que obtuvo rendimientos de 1172.5 g (Montañera 3) y 187.5 g (Cultivar pimpinela) por planta en promedio, estos datos transformados a toneladas por hectáreas equivalen a 32.57 t ha⁻¹ y 5.21 t ha⁻¹. Estos resultados encontrados en esta investigación están dentro de los datos mencionados.

Díaz (2021) encontró en su investigación el efecto de dos dosis de abono en el rendimiento de dos cultivares de papa chaucha, que vario de 8.52 t ha⁻¹ (cultivar ‘amarilla redonda’ más 5 t de abono) y 15.9 t ha⁻¹ (cultivar ‘Amarilla redonda’ más 2.5 t de abono). El rendimiento promedio de tubérculos comerciales fue de 11.6 t ha⁻¹.

En conclusiones dos datos mostrados en esta investigación, están dentro el rango, de los autores mencionados.

Figura 5.

Peso de tubérculos comerciales, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.



4.3. Número total de tubérculos

El análisis de varianza (ANOVA) realizado para el número total de tubérculos (Tabla 11), no mostró significación para las interacciones (C*A, C*D, A*D, C*A*D), dado que, para cada caso el valor de significación fue mayor al 0.05. Esto indica que, el efecto de los factores (Cultivar, Abono y Densidad) fue de manera independiente, es decir, el efecto de los cultivares para el número de tubérculos fue el mismo a diferentes dosis de abono y densidades, y el efecto de la dosis de abono fue el mismo en los diferentes cultivares y densidades.

Para los tratamientos en su conjunto, no se encontró significación (p-valor = 0.123), dado que el valor de significación fue mayor al 0.05, evidenciando que los tratamientos no se diferencian de los testigos respecto al número de tubérculos. El factor cultivar (p-valor = 0.002),

fue significativo indicado que los cultivares se diferencian respecto al número de tubérculos. Los factores Abono y Densidad no fueron significativos, indicando que los niveles de cada factor no se diferencian respecto al número de tubérculos.

El coeficiente de variación (CV) para el número de tubérculos fue de 12.23 %, e indica la variabilidad del número de tubérculos dentro de cada tratamiento. Además, indica que el diseño empleado fue adecuado y que los datos denotan confiabilidad.

Tabla 11.

Análisis de varianza (ANOVA) para el número total de tubérculos de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, con dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra (datos transformados con $Y = \sqrt{X}$, X: dato)

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Bloques	0.0712	2	0.0356	0.1065	0.899
Tratamientos	7.7782	14	0.5556	1.6620	0.123 NS
Cultivares (C)	5.059	2	2.5295	7.5666	0.002 **
Abono (A)	0.6443	1	0.6443	1.9273	0.176 NS
Densidad (D)	0.2272	1	0.2272	0.6796	0.417 NS
C*A	0.4206	2	0.2103	0.6291	0.540 NS
C*D	0.0422	2	0.0211	0.0631	0.939 NS
A*D	0.2193	1	0.2193	0.6560	0.425 NS
C*A*D	0.3285	2	0.1643	0.4915	0.617 NS
Error	9.3616	28	0.3343		
Total	24.1521	44			

Nota. * = significativo, ** = altamente significativo NS = no significativo.

CV = 12.23 %

La prueba de Tukey para evaluar el efecto independiente de cada factor sobre el número total de tubérculos (Tabla 12), muestra que el cultivar Amarilla redonda presentó el mayor promedio con 26 tubérculos, seguido por el cultivar Yuquilla amarilla con 24, únicamente diferenciándose del cultivar Roja-2 con el cual se obtuvo 19 tubérculos. El análisis por separado

de cada factor confirma que el número de tubérculos depende fundamentalmente del cultivar, mientras que ni la dosis de abono ni la densidad generaron efectos significativos sobre esta variable.

Tabla 12.

Prueba de Tukey para el número total de tubérculos por efecto de independiente del cultivar.

Cultiva vares	Número total de Tubérculos	Agrupación
Amarilla redonda	26	A
Yuquilla amarilla	24	AB
Roja-2	19	B

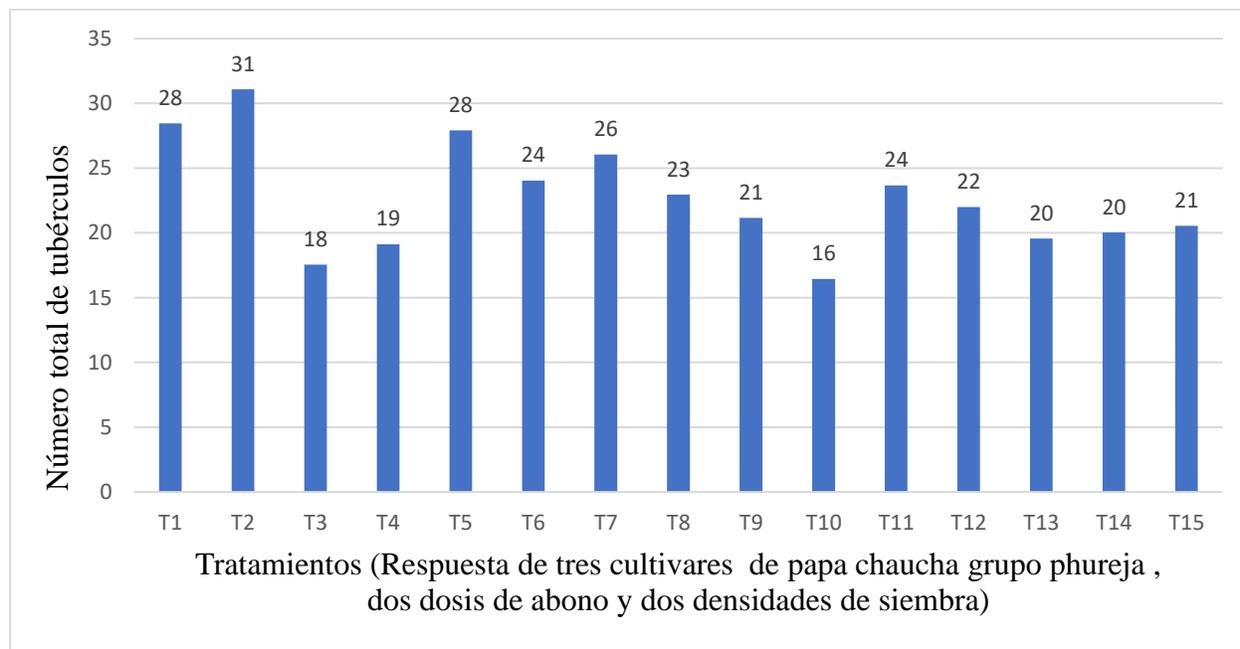
De acuerdo a los resultados (Figura 6) obtenidos para el número total de tubérculos, se observa que, el cultivar Amarilla redonda presentó los mayores valores, con un rango que fluctuó entre 20 y 31 tubérculos dependiendo de la combinación de dosis de abono y densidad de siembra. El cultivar Yuquilla amarilla exhibió un número intermedio de tubérculos, con valores comprendidos entre 21 y 28. Finalmente, el cultivar Roja-2 mostró los menores conteos, variando entre 16 y 21 tubérculos según el tratamiento.

Seminario et al., (2016) en su investigación de 12 cultivares de papa chaucha (grupo Phureja), obtuvieron un promedio de 26.1 tubérculos por planta, en el cultivar ‘Bola de potro’ fue de 8.5 tubérculos y en el cultivar ‘Blanca’ fue de 66.3 tubérculos por planta. Por su parte Castillo (2019), en el cultivar ‘Amarilla redonda’ obtuvo de 18 a 28 tubérculos por planta.

Tapia (2017) informa que obtuvo un promedio de 50 tubérculos por planta que fue en los cultivares ‘Amarilla redonda’ y ‘Llanqueja’, estos resultados mencionados son similares a los nuestros. Seminario et al., (2016) hace mención que los cultivares que registran alto número de tubérculos, tienen tendencia de producir menor número y peso de tubérculos comerciales, debido al propio carácter genético del cultivar y al mismo tiempo está influenciado por el ambiente.

Figura 6.

Número total de tubérculos, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.



4.4. Número de tubérculos comerciales

De acuerdo al análisis de varianza para el número de tubérculos comerciales (Tabla 13), indica que no se encontraron interacciones significativas entre los tres factores del experimento ($p > 0.05$). El efecto de los tratamientos en su conjunto sí fue significativo ($p = 0.009$), por lo que al menos uno de los tratamientos se diferencia de al menos uno de los tratamientos evaluados.

Para el factor cultivares y densidad, se detectó un efecto significativo, dado que para cada caso el valor de significación es menor al 0.05. Esto significa que, los niveles de cada factor significativo se diferencian respecto al número de tubérculos comerciales. Por su parte, el abono no presentó significancia estadística ($p\text{-valor} = 0.739$), por lo que este factor no influye sobre el número de tubérculos comerciales. El número de tubérculos comerciales dependió del cultivar y la densidad de siembra, mas no de la dosis de abono y de las interacciones de los factores.

El coeficiente de variación (CV) para el número de tubérculos comerciales fue de 14.22 %, e indica la variabilidad del número de tubérculos comerciales dentro de cada tratamiento. Además, indica que el diseño empleado fue adecuado y que los datos denotan confiabilidad.

Tabla 13.

Análisis de varianza (ANOVA) para el número de tubérculos comerciales, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, con dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra (datos transformados con $Y = \sqrt{X}$, X: dato).

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Bloques	0.287	2	0.143	0.960	0.395
Tratamientos	5.912	14	0.422	2.827	0.009 **
Cultivares (C)	3.578	2	1.789	11.973	0.000 **
Abono (A)	0.017	1	0.017	0.113	0.739 NS
Densidad (D)	0.832	1	0.832	5.569	0.025 *
C*A	0.305	2	0.152	1.020	0.374 NS
C*D	0.066	2	0.033	0.220	0.804 NS
A*D	0.002	1	0.002	0.012	0.913 NS
C*A*D	0.141	2	0.070	0.471	0.629 NS
Error	4.182	28	0.149		
Total	15.321	44			

Nota. * = significativo, ** = altamente significativo NS = no significativo.

CV = 14.22 %

De acuerdo a la prueba de Tukey para el número de tubérculos comerciales (Tabla 14), se observa que el cultivar Amarilla redonda (T13) sin abono presentó 8 tubérculos comerciales. Al aplicar cualquiera de las dosis de abono evaluadas, en ambas densidades, se obtuvieron medias mayores que fluctuaron entre 10 y 11 tubérculos por planta, estos valores no se diferencian del cultivar sin abono. En el cultivar Roja-2 (T 14) sin abonamiento tuvo 5 tubérculos resultado que es semejante al obtenido con el mismo cultivar con abonamiento y en cualquiera de las densidades.

Para el cultivar Yuquilla amarilla (T15), la media del testigo fue de 6 tubérculos comerciales, esta variedad bajo abonamiento obtuvo valores de entre 7 y 10 tubérculos, resultados que no distan del obtenido sin la aplicación de abono.

Tabla 14.

Prueba de Tukey para el número de tubérculos comerciales por efecto de los tratamientos

Tratamientos	Número de tubérculos comerciales	Agrupación	
T7	11	A	
T1	10	A	B
T2	10	A	B
T8	10	A	B
T5	10	A	B
T13	8	A	B
T9	8	A	B
T11	8	A	B
T6	7	A	B
T12	7	A	B
T3	6	A	B
T15	6	A	B
T10	5	A	B
T14	5	A	B
T4	5		B

Analizando el efecto independiente de cada factor sobre el número de tubérculos comerciales mediante la prueba de Tukey (Tabla 15), se pueden observar que el cultivar Amarilla redonda presentó el mayor promedio con 10 tubérculos comerciales, el cual no se diferencia del cultivar Yuquilla amarilla con 8 tubérculos comerciales, pero sí de la Roja-2 con 6 tubérculos comerciales. En relación a la densidad, hubo diferencias significativas entre la media de 27778 plantas/ha (9 tubérculos) y 37037 plantas/ha (7 tubérculos), por lo tanto, este factor si impactó en el número de tubérculos comerciales.

Tabla 15.

Prueba de Tukey para el número de tubérculos comerciales por efecto de independiente del cultivar y densidad.

Cultivares	Número de tubérculos comerciales	Agrupación
Amarilla redonda	10	A
Yuquilla amarilla	8	A B
Roja-2	6	B

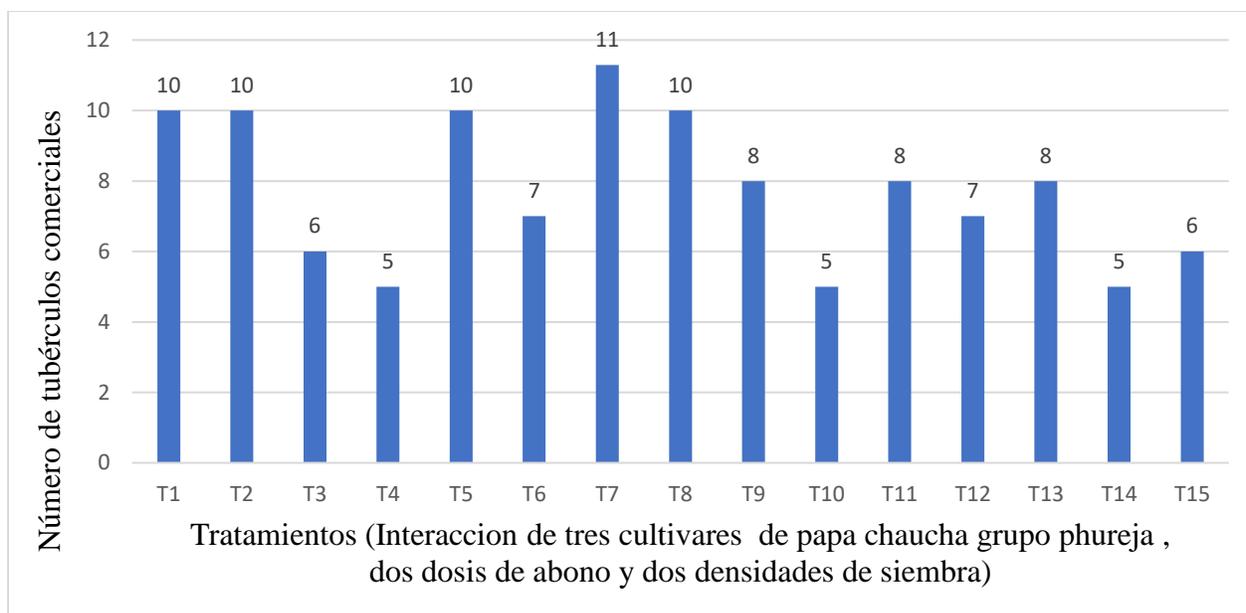
Densidad (N° de plantas/ha)	Número de tubérculos comerciales	Agrupación
27778	9	A
37037	7	B

Huamán (2023) obtuvo que el número de tubérculos comerciales vario de 12 a 20. Díaz (2021), indica que mayor número de tubérculos comerciales fue de 18, siendo superior y mínimo fue de 5 tubérculos comerciales. Castillo (2019), en su investigación que realizo, encontró de 15 a 23 número de tubérculos comerciales.

Seminario et al., (2017), menciona en su investigación, cultivar roja 2 encontró de 2.9 a 15.3, en el cultivar amarilla redonda 2.2 a 11.3. Rojas y Seminario (2014), obtuvo como resultado mínimo de 2.03 y un máximo de 4.20 tubérculos comerciales por planta. Los datos encontrados en esta investigación, se encuentran en el rango, encontrados por los autores mencionados.

Figura 7.

Número de tubérculos comerciales, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.



4.5. Número de tallos.

El análisis de varianza (ANOVA) realizado para el número de tallos (Tabla 16), no mostró significación para las interacciones (C*A, C*D, A*D, C*A*D), dado que, para cada caso el valor de significación es mayor al 0.05. Esto indica que, el efecto de cada factor (Cultivar, Abono y Densidad) fue independiente, es decir, el efecto de los cultivares sobre el número de tallos fue el mismo a diferentes dosis de abono y densidades, y el efecto de la dosis de abono fue el mismo en los diferentes cultivares y densidades.

Para los tratamientos en su conjunto, se encontró significación, dado que el valor de significación (p-valor = 0.000) fue menor al 0.05, evidenciando que al menos uno de los tratamientos evaluados se diferencia al resto tratamientos respecto al número de tallos. El factor cultivares fue significativo, dado que el valor de significación (p-valor = 0.000) fue menor al 0.05. Esto significa que independientemente de la dosis de abono y la densidad, existieron diferencias entre los cultivares de papa respecto al número de tallos. Por otro lado, no se detectó efecto

significativo de la dosis de abono (p-valor = 0.595) ni de la densidad de siembra (p-valor = 0.515) sobre el número de tallos.

El coeficiente de variación (CV) para el número de tallos fue de 8.71 %, el cual es bajo e indica la variabilidad del número de tallos dentro de cada tratamiento. Además, indica que el diseño empleado fue adecuado y que los datos denotan confiabilidad.

Tabla 16.

Análisis de varianza (ANOVA) para el número de tallos por planta, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, con dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra (datos transformados con $Y = \sqrt{X}$, X: dato.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Bloques	1.197	2	0.599	8.681	0.001
Tratamientos	9.244	14	0.66	9.565	0.000 **
Cultivares (C)	6.560	2	3.280	47.536	0.000 **
Abono (A)	0.020	1	0.020	0.290	0.595 NS
Densidad (D)	0.030	1	0.030	0.435	0.515 NS
C*A	0.310	2	0.160	2.319	0.117 NS
C*D	0.260	2	0.130	1.884	0.171 NS
A*D	0.002	1	0.002	0.032	0.860 NS
C*A*D	0.180	2	0.090	1.304	0.287 NS
Error	1.939	28	0.069		
Total	19.742	44			

Nota. * = significativo, ** = altamente significativo NS = no significativo.

CV = 8.71 %

De acuerdo a la prueba de Tukey (Tabla 17), se observa que los tratamientos que involucra al cultivar Yuquilla amarilla presentaron los valores más altos de número de tallos, pero no se diferenciaron de la misma variedad sin abonamiento. En particular, el mayor número de tallos fue de 14 y correspondió a Yuquilla amarilla con la dosis 750 t ha⁻¹ de abono y a densidad de 27778 plantas/ha, con la misma variedad sin abonamiento se obtuvo 12 tallos por planta. Para los

tratamientos que incluyeron a la variedad Roja-2, el número de tallos oscilo entre 8 y 11, y no se diferenciaron del mismo cultivar sin abonamiento, es decir, que la respuesta de este cultivar no está condicionada por el abonamiento. El cultivar Amarilla redonda presentó los valores más bajos de número de tallos, sus medias fluctuaron entre 5 y 7 tallos, sin una clara tendencia entre dosis de abono y densidad de siembra, ya que, con el mismo cultivar sin abonamiento se obtuvo resultados semejantes a los tratamientos que recibieron abonamiento.

Tabla 17.

Prueba de Tukey para el número de tallos por planta por efecto de los tratamientos.

Tratamientos	Número de tallos	Agrupación					
T5	14	A					
T12	13	A	B				
T6	13	A	B	C			
T15	12	A	B	C	D		
T11	11	A	B	C	D		
T10	11	A	B	C	D	E	
T4	10	A	B	C	D	E	F
T9	10		B	C	D	E	F
T14	9			C	D	E	F
T3	8			C	D	E	F
T2	7				D	E	F
T1	7					E	F
T7	6					E	F
T13	6						F
T 8	5						F

Los resultados de la prueba de Tukey para el número de tallos (Tabla 18), considerando el efecto independiente de cada factor, muestra que, en los cultivares con la Yuquilla amarilla se obtuvo 13 tallos por planta, este resultado supera estadísticamente al obtenido con Roja-2 y Amarilla redonda, cuyos resultados fueron 10 y 6 tallos por planta, respectivamente.

En conclusión, el análisis por separado de cada factor corrobora que el número de tallos dependió principalmente del cultivar, mientras que la dosis de abono y la densidad de siembra no tuvieron un efecto estadísticamente significativo.

Tabla 18.

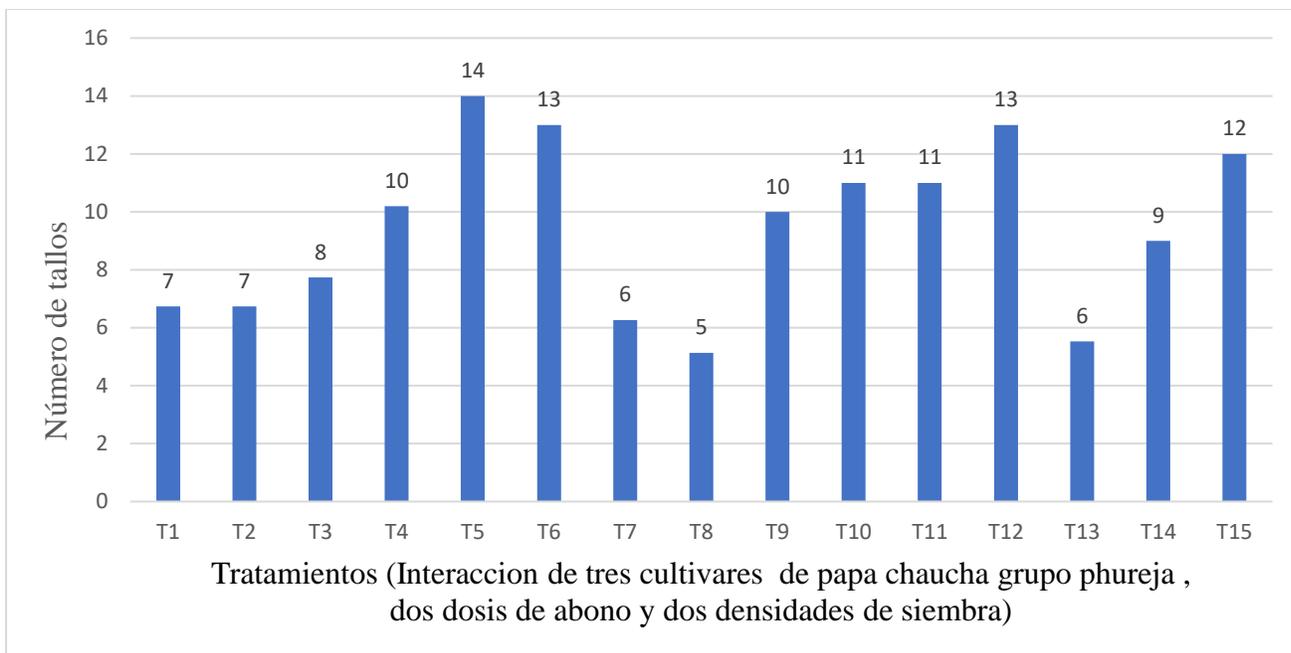
Prueba de Tukey para el número de tallos por planta por efecto de independiente del cultivar.

Cultiva vares	Número de tallos	Agrupación
Yuquilla amarilla	13	A
Roja-2	10	B
Amarilla redonda	6	C

Los resultados son semejantes a los encontrados por Díaz (2021) en su investigación quien encontró de 4 a 5 tallos/planta. Por otro parte Huamán (2023) que encontró de 3 a 4 tallos/planta. Castillo (2019) quien obtuvo resultados que variaron de 2.8 a 3.9 tallos/planta. Tapia (2017) en su investigación obtuvo 4 tallos/planta y Seminario et al. (2017) quienes obtuvieron un promedio de 3 tallos/planta para el cultivar chaucha 'amarilla redonda'. Estos resultados encontrados en esta investigación, no se asemejan a los autores mencionados, esto debido a las características fisiológicas de los cultivares, la dosis de abono y la densidad de siembra empleada.

Figura 8.

Número de tallos, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.



4.6. Altura de plantas

El análisis de varianza (ANOVA) realizado para la altura de planta (Tabla 19), no mostró significación para las interacciones (C*A, C*D, A*D, C*A*D), dado que, para cada caso el valor de significación fue mayor al 0.05. Esto indica que, el efecto de los factores (Cultivar, Abono y Densidad) fue de manera independiente, es decir, el efecto de los cultivares para la altura de planta fue el mismo a diferentes dosis de abono y densidades, y el efecto de la dosis de abono fue el mismo en los diferentes cultivares y densidades.

Para los tratamientos en su conjunto, se encontró significación, dado que el valor de significación (p-valor = 0.0228) fue menor al 0.05, evidenciando que al menos uno de los tratamientos se diferencia de al menos uno de los testigos respecto a la altura de planta. El factor cultivar (p-valor = 0.0325), Abono (p-valor = 0.0146) y Densidad (p-valor = 0.0078) fueron significativos, indicando que los niveles de cada factor se diferencian respecto a la altura de planta.

El coeficiente de variación (CV) para la altura de planta fue de 9.17 %, e indica la variabilidad del de altura de planta dentro de cada tratamiento. Además, indica que el diseño empleado fue adecuado y que los datos denotan confiabilidad.

Tabla 19.

Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, con dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Bloques	435.504	2	217.752	14.958	0.0000
Tratamientos	492.196	14	35.157	2.415	0.0228 *
Cultivares (C)	113.086	2	56.543	3.884	0.0325 *
Abono (A)	98.671	1	98.671	6.778	0.0146 *
Densidad (D)	119.538	1	119.538	8.212	0.0078 **
C*A	28.181	2	14.090	0.968	0.3922 NS
C*D	16.378	2	8.189	0.563	0.5761 NS
A*D	0.035	1	0.035	0.002	0.9614 NS
C*A*D	20.022	2	10.011	0.688	0.5110 NS
Error	407.601	28	14.557		
Total	1731.211	44			

Nota. * = significativo, ** = altamente significativo NS = no significativo.

CV = 9.17 %

De acuerdo a la prueba de Tukey (Tabla 20), se observa que el tratamiento que involucra al cultivar Amarilla redonda (T7) con 1500 t ha⁻¹ de abono y a densidad de 27778 plantas/ha obtuvo la mayor altura de planta, cuyo resultado fue de 47.83 cm diferenciándose únicamente de la altura obtenido con Yuquilla amarilla (T15) sin abonamiento cuya altura fue de 37.06 cm. En contraste con los resultados obtenidos con Amarilla redonda (T13) y Roja-2 (T14) sin abonamiento, cuyas alturas de planta promedio fue de 40.39 y 39.43 cm, respectivamente, no se diferenciaron no se diferenció. En general, los resultados obtenidos son variables y no siguen una tendencia clara.

Tabla 20.*Prueba de Tukey para la altura de planta por efecto de los tratamientos*

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Agrupación	
T 7	47.83	A	
T 11	46.61	A	B
T 1	46.09	A	B
T 10	43.17	A	B
T 9	42.89	A	B
T 2	42.62	A	B
T 8	42.5	A	B
T 5	40.69	A	B
T 12	40.53	A	B
T 3	40.43	A	B
T 13	40.39	A	B
T 14	39.43	A	B
T 6	37.19		B
T 15	37.06		B
T 4	36.65		B

De acuerdo al análisis de Tukey para evaluar el efecto independiente de cada factor sobre la altura de planta (Tabla 21), se observa que el cultivar Amarilla redonda presentó la mayor altura con 44.76 cm, siendo este resultado significativamente diferente y mayor a los obtenidos con Yuquilla amarilla y Roja-2, con las cuales se obtuvo 41.26 y 40.79 cm, respectivamente. Respecto a la dosis de abono, se encontraron diferencias estadísticas entre 750 t ha⁻¹ (40.61 cm) y 1500 t ha⁻¹ (43.92 cm). En cuanto a densidad, hubo diferencia significativa entre 27778 plantas/ha (42.80 cm) y 37037 plantas/ha (44.10 cm). Por lo que, a diferencia del área foliar, para la altura de planta se detectaron efectos significativos tanto del cultivar como de la dosis de abono y la densidad de siembra mediante la comparación de medias.

Tabla 21.

Prueba de Tukey para la altura de planta por efecto de independiente del cultivar, abono y densidad.

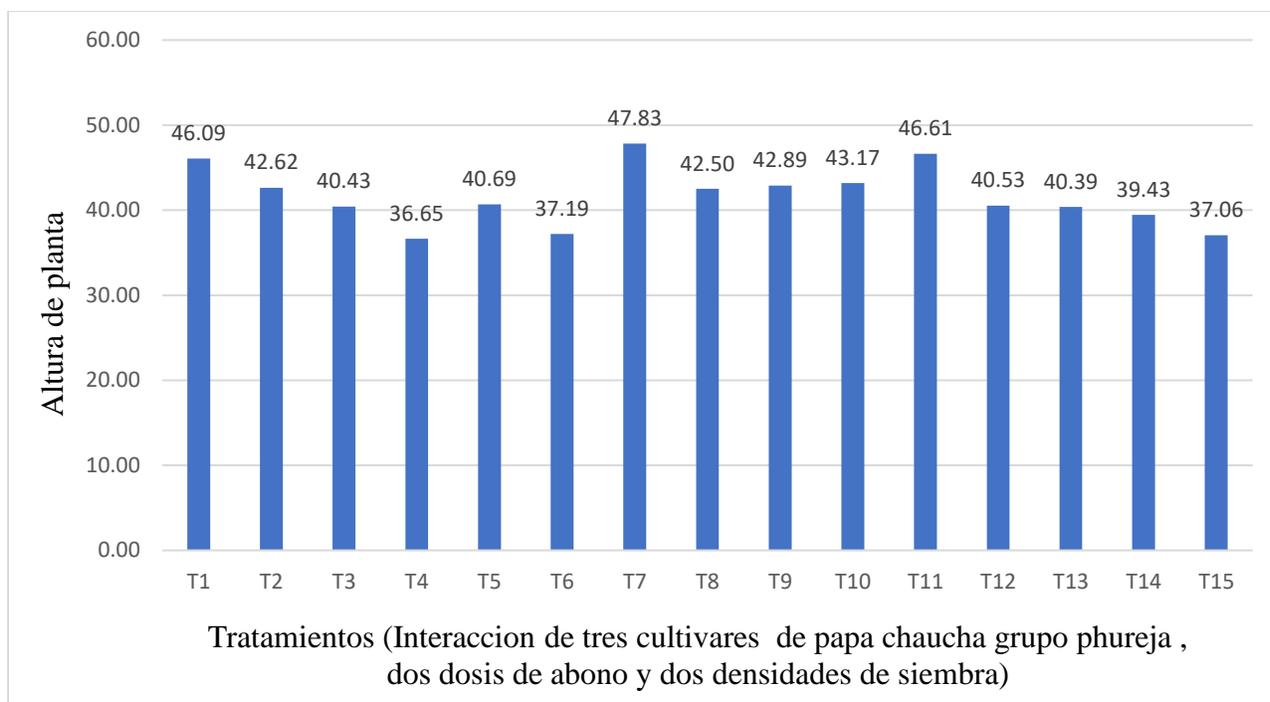
Cultiva vares	Altura de planta (cm)	Agrupación
Amarilla redonda	44.76	A
Yuquilla amarilla	41.26	B
Roja-2	40.79	B
Abono (t ha⁻¹)	Altura de planta (cm)	Agrupación
750	40.61	A
1500	43.92	B
Densidad (N° de plantas/ha)	Altura de planta (cm)	Agrupación
37037	44.10	A
27778	42.80	B

Los resultados de la presente investigación, están en los rangos encontrados por (Huamán 2023), varió de 68 a 90 cm en el cultivar amarilla redonda. Díaz (2021) dio como resultado de 47.33 cm en el cultivar (amarilla redonda). Por ende, (Castillo, 2019), en su trabajo de investigación, vario de 61.9 cm y 76.1 cm.

Seminario et al., (2017), obtuvo alturas de plantas, que van desde 20.3 cm a 75.9 cm en el grupo Phureja. Tapia (2017) en su investigación, encontró, que en los cultivares amarilla redonda, roja 2 y yuquilla fueron de 49.1 cm, 49.2 cm y 65.2 cm.

Figura 9.

Altura de plantas, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.



4.7. Materia seca de follaje

El análisis de varianza (ANOVA) para la materia seca del follaje (Tabla 22) mostró que la interacción triple entre Cultivares, Abono y Densidad (C*A*D) no fue significativa, dado que el valor de significación (p-valor= 0.2955) fue mayor al 0.05, es decir, que los tres factores no afectó a la materia seca del follaje. Del mismo modo, las interacciones entre Cultivares y Abono (C*A), Cultivares y Densidad (C*D) y para Abono y Densidad (A*D), lo que indica que los factores no afectaron a la materia seca del follaje.

Para el caso del factor cultivar (p-valor=0.5201), abono (p-valor= 0.8198) y densidad de siembra (p-valor= 0.970), no se encontró diferencias significativas, lo que indica que los niveles establecidos de cada factor no se diferenciaron respecto a la materia seca del follaje. Para los tratamientos en su conjunto (p-valor= 0.0110) se encontró significación, esto indica que uno o más de los tratamientos se diferencian de al menos uno de los testigos respecto al contenido de materia seca.

El coeficiente de variación (CV) para el número de tallos fue de 9.42 %, el cual indica baja variabilidad del rendimiento de materia seca del follaje dentro de cada tratamiento.

Tabla 22.

Análisis de varianza (ANOVA) para la materia seca del follaje, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, con dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Bloques	0.0065700	2	0.0032850	1.92830	0.1642
Tratamientos	0.0655500	14	0.0046821	2.74843	0.0110 *
Cultivares (C)	0.0022800	2	0.0011400	0.66918	0.5201 NS
Abono (A)	0.0000900	1	0.0000900	0.05283	0.8199 NS
Densidad (D)	0.0000023	1	0.0000023	0.00135	0.9710 NS
C*A	0.0023900	2	0.0011950	0.70147	0.5044 NS
C*D	0.0043700	2	0.0021850	1.28260	0.2931 NS
A*D	0.0156700	1	0.0156700	9.19832	0.520 NS
C*A*D	0.0043400	2	0.0021700	1.27379	0.2955 NS
Error	0.0477000	28	0.0017036		
Total	0.1489623	44			

Nota. * = significativo, ** = altamente significativo NS = no significativo.

CV = 9.42

La prueba de Tukey muestra patrones significativos en la materia seca del follaje para diferentes combinaciones de cultivares, dosis de abono y densidades de siembra (Tabla 23). Notablemente, el cultivar Roja-2, cuando se le aplicó 750 t ha⁻¹ de abono a una densidad de 27778 plantas/ha, exhibió 22.85 % de materia seca, una cifra significativamente distinta en comparación con el mismo cultivar sin abonamiento, que alcanzó solo un 14.63 %. De manera similar, el cultivar Yuquilla amarilla, cuando se le suministró abono en una dosis de 1500 t ha⁻¹ y se sembró a una densidad de 37037 plantas/ha, registró un porcentaje de materia seca del 21.7 %, siendo este resultado significativamente diferente del cultivo sin abono, donde la materia seca alcanzó solo el 13.62 %. Asimismo, Amarilla redonda, al recibir 1500 t ha⁻¹ de abono y sembrarse a una densidad

de 27778 plantas/ha, presentó un porcentaje de materia seca del 21.52 %. Estos resultados también difieren significativamente de los obtenidos sin abonamiento, donde el valor fue de 13.53 %.

Tabla 23.

Prueba de Tukey para la materia seca del follaje por el efecto de los tratamientos

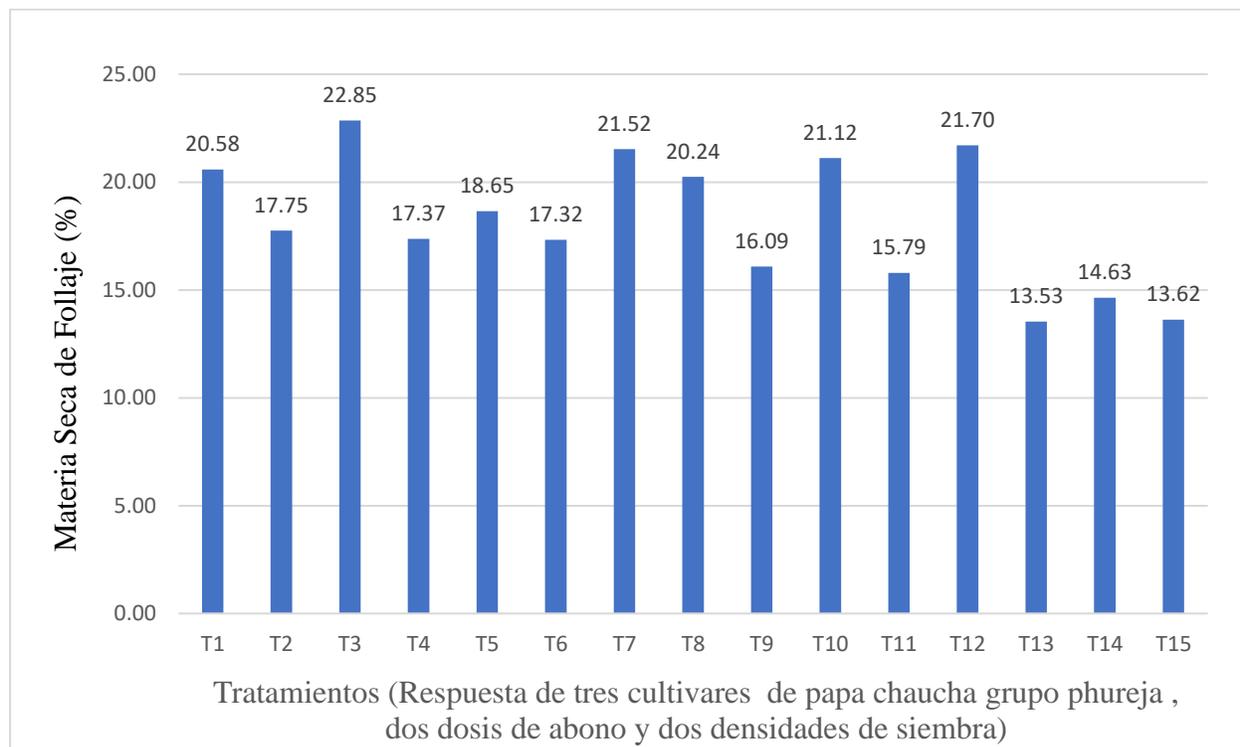
Tratamientos	Materia seca de follaje (%)	Agrupación
T 3	22.85	A
T 12	21.7	A B
T 7	21.52	A B
T 10	21.12	A B
T 1	20.58	A B C
T 8	20.24	A B C
T 5	18.65	A B C D
T 2	17.75	A B C D
T 4	17.37	A B C D
T 6	17.32	A B C D
T 9	16.09	B C D
T 11	15.79	B C D
T 14	14.63	C D
T 15	13.62	D
T 13	13.53	D

Huamán (2023), encontró, que vario de 8.53 % (T7) a 26.99 % (T2), del porcentaje de materia seca de follaje. Por su parte Castillo (2019), en su investigación encontró que el porcentaje de materia seca de follaje fue 13.8 % a 29.4 %. Seminario et al., (2017), en sus estudios realizados, encontró un porcentaje de 10 % a 29 % de materia seca de follaje.

Los resultados encontrados en esta investigación, se asemejan, a los resultados encontrados por los autores antes mencionados.

Figura 10.

Materia seca de follaje, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.



4.8. Materia seca de tubérculos

El análisis de varianza (ANOVA) para la materia seca de tubérculos (Tabla 24) mostró que la interacción triple entre Cultivares, Abono y Densidad (C*A*D) no fue significativa, dado que el valor de significación (p-valor= 0.9883) fue mayor al 0.05, es decir, que la asociación de los tres factores no afectó a la materia seca de los tubérculos. Del mismo modo, las interacciones entre Cultivares y Abono (C*A), Cultivares y Densidad (C*D) Abono y Densidad (A*D), lo que indica que la asociación doble de los factores no afectó a la materia seca de los tubérculos. No se encontró significación para los tratamientos, indicando que los cultivares a los que se les aplicó abono, no se diferenciaron de los que no se les aplicó abono.

Para el caso de los efectos independientes, solamente se encontró significación para el cultivar (p-valor = 0.0031), indicando que, respecto al porcentaje de materia seca en los tubérculos, los dos cultivares se diferencian. Par el factor abono (p-valor= 0.5423) y densidad de siembra (p-valor= 0.2592), no se encontró diferencias significativas, lo que indica que los niveles establecidos de cada factor no se diferenciaron respecto a la materia seca de los tubérculos.

El coeficiente de variación (CV) para el número de tallos fue de 12.33 %, el cual indica baja variabilidad del rendimiento de materia seca de los tubérculos dentro de cada tratamiento.

Tabla 24.

Análisis de varianza (ANOVA) para la materia seca de tubérculos, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, con dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Bloques	0.01555	2	0.00777	1.837	0.1780
Tratamientos	0.10945	14	0.00782	1.849	0.0810 NS
Cultivares (C)	0.06067	2	0.03034	7.173	0.0031 **
Abono (A)	0.00161	1	0.00161	0.381	0.5423 NS
Densidad (D)	0.00561	1	0.00561	1.326	0.2592 NS
C*A	0.00799	2	0.00399	0.943	0.4014 NS
C*D	0.00059	2	0.0003	0.071	0.9317 NS
A*D	0.00032	1	0.00032	0.076	0.7853 NS
C*A*D	0.00011	2	0.00005	0.012	0.9883 NS
Error	0.11836	28	0.00423		
Total	0.32026	44			

Nota. * = significativo, ** = altamente significativo NS = no significativo.

CV = 12.33 %

Los resultados de la materia seca de los tubérculos proporcionan una visión detallada de cómo diferentes combinaciones de variedades, dosis de abono y densidades de siembra afectan el rendimiento. A continuación, se contrastan los distintos tratamientos frente a las cultivares que no recibieron abonamiento (Amarilla redonda, Roja-2 y Yuquilla amarilla).

La prueba de Tukey para la materia seca de tubérculos (Tabla 25) muestra que, al considerar las variedades de papa chaucha, se observa que Amarilla redonda lidera con un porcentaje de materia seca de tubérculos de 31.62 %. Esta diferencia es estadísticamente significativa en comparación con Yuquilla amarilla (24.53 %) y Roja-2 (23.17 %). Esto sugiere que, en términos de materia seca de tubérculos, Amarilla redonda presenta un rendimiento superior en comparación con los otros cultivares evaluados.

Tabla 25.

Prueba de Tukey para materia seca de tubérculos por el efecto de independiente del cultivar.

Cultivares	Materia seca de tubérculos	Agrupación
Amarilla redonda	31.62	A
Yuquilla amarilla	24.53	B
Roja-2	23.17	B

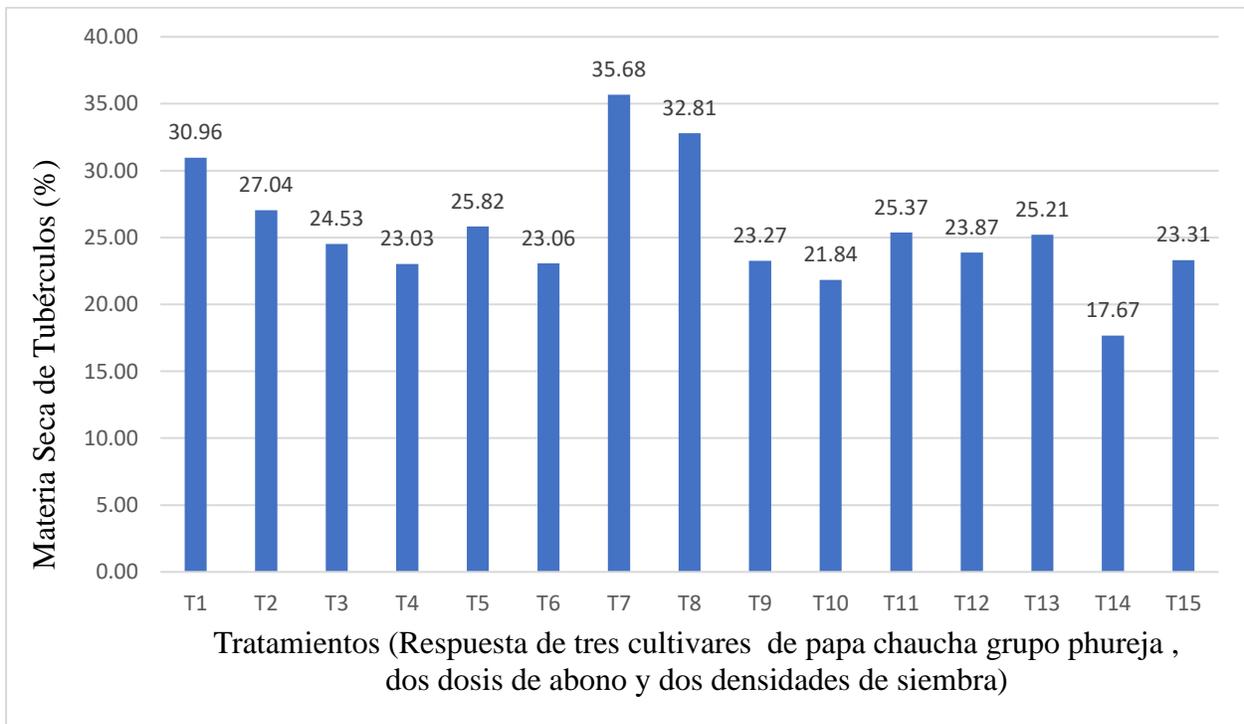
En la (Figura 11) los resultados de la materia seca de tubérculos. Con el cultivar Amarilla redonda, los tratamientos con abono de 1500 t ha⁻¹ y densidades de siembra de 27778 y 37037 plantas/ha muestran valores de materia seca de tubérculos de 35.68 % y 32.81 %, respectivamente. Estos resultados son mayores que el mismo cultivar sin abonamiento, cuyo valor fue de 25.21 %. Para Yuquilla amarilla, se observó que bajo abono y densidad de 27778 plantas/ha muestran valores alrededor del 25.82 %, mientras que el tratamiento sin abonamiento tiene un rendimiento más bajo, con un 23.31 %. Para Roja-2, se observa que el rendimiento de materia seca de los tubérculos varía entre los tratamientos. Aquel con abonamiento y densidad de 27778 plantas/ha obtuvo 23.27 %, mientras que sin abonamiento se obtuvo el valor más bajo 17.67 %.

Huamán (2023), en su investigación encontró que vario de 19.83 % y 23.47 % de porcentaje de materia seca de tubérculos. Díaz (2021), menciona en su investigación, que encontró diferencias mininas que van, desde 22.97 % a 29.93 % de materia seca de tubérculos.

Seminario et al., (2017), reportó en su estudio realizado de 18 % a 25 % con un promedio de 22 % de materia seca de tubérculos. Tapia (2017), encontró en su trabajo de investigación de 19 % (cultivar montañera) y 28 % (cultivar montañera 3). Dichos resultados no se asemejan a los valores obtenidos en la presente investigación, esto debe ser objeto es estudio, para los siguientes estudios.

Figura 11.

Materia seca de tubérculos, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.



4.9. Gravedad específica

El análisis de varianza (ANOVA) realizado para la gravedad específica (Tabla 26), no mostró significación para las interacciones (C*A, C*D, A*D, C*A*D), dado que, para cada caso el valor de significación fue mayor al 0.05. Esto indica que, el efecto de los factores (Cultivar, Abono y Densidad) fue de manera independiente, es decir, el efecto de los cultivares para la gravedad específica fue el mismo a diferentes dosis de abono y densidades, y el efecto de la dosis de abono fue el mismo en los diferentes cultivares y densidades. Para los tratamientos en su conjunto, no se encontró significación (p-valor = 0.3284) fue mayor al 0.05, evidenciando que los tratamientos no se diferencian de los testigos respecto a la gravedad específica. En el caso del factor cultivar (p-valor=0.0779), abono (p-valor= 0.5392) y densidad de siembra (p-valor= 0.5392), no se encontró diferencias significativas, lo que indica que los niveles establecidos de cada factor no se diferenciaron respecto a la gravedad específica.

El coeficiente de variación (CV) para el número de tallos fue de 0.13 %, el cual es bajo e indica la variabilidad de la gravedad específica dentro de cada tratamiento. Además, indica que el diseño empleado fue adecuado y que los datos denotan confiabilidad.

Tabla 26.

Análisis de varianza (ANOVA) para la gravedad específica, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, con dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Bloques	0.00001000	2	0.00000500	2.800	0.0779
Tratamientos	0.00003000	14	0.00000214	1.200	0.3284 NS
Cultivares (C)	0.00001000	2	0.00000500	2.800	0.0779 NS
Abono (A)	0.00000069	1	0.00000069	0.386	0.5392 NS
Densidad (D)	0.00000069	1	0.00000069	0.386	0.5392 NS
C*A	0.00000420	2	0.00000210	1.176	0.3233 NS
C*D	0.00000160	2	0.00000080	0.448	0.6434 NS

A*D	0.00000069	1	0.00000069	0.386	0.5392 NS
C*A*D	0.00000290	2	0.00000145	0.812	0.4542 NS
Error	0.00005000	28	0.00000179		
Total	0.00011077	44			

Nota. * = significativo, ** = altamente significativo NS = no significativo.

CV = 0.13 %

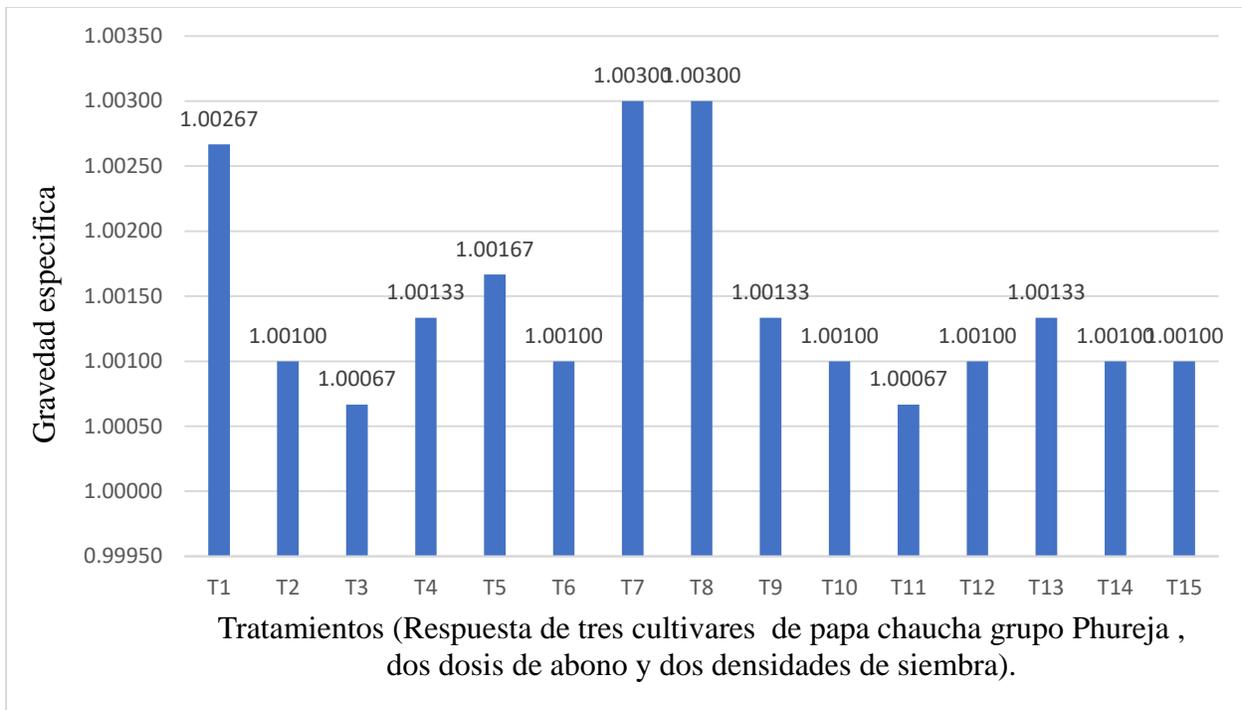
Analizando los resultados de gravedad específica (Figura 12), se observa que, el cultivar Amarilla redonda sin abono tuvo una gravedad de 1.00133, y con abono la gravedad específica oscilo entre 1.001 y 1.003. Para el cultivar Roja-2, sin abono presentó una gravedad de 1.001, y con la aplicación de abono se obtuvieron valores que oscilaron entre 1.00067 y 1.00133. En Yuquilla amarilla, sin abono se registró una gravedad de 1.001 y con abono los valores oscilaron entre 1.00067 y 1.00167. En general, no se observa una tendencia clara en los resultados del índice de cosecha, los valores fueron muy similares entre sí con ligeras fluctuaciones entre tratamientos.

Por su parte, Huamán (2023) obtuvo resultados que varían de 1.0000 (testigo) a 1.0008 (T6) en la gravedad específica. Castillo (2019), dio como resultados que variaron de 0.997 a 1.001 en la gravedad específica.

Seminario et al., (2017), menciona en su investigación, sobre la cosecha de 17 cultivares de chaucha grupo Phureja, que los resultados varios de 1.01 a 1.06, en la gravedad específica. Los resultados en esta investigación, están dentro del rango de investigación citada por el autor.

Figura 12.

Gravedad específica, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.



4.10. Índice de cosecha

El análisis de varianza (ANOVA) realizado para el índice de cosecha (Tabla 27), no mostró significación para las interacciones (C*A, C*D, A*D, C*A*D), dado que, para cada caso el valor de significación fue mayor al 0.05. Esto indica que, el efecto de los factores (Cultivar, Abono y Densidad) fue de manera independiente, es decir, el efecto de los cultivares para el índice de cosecha fue el mismo a diferentes dosis de abono y densidades, y el efecto de la dosis de abono fue el mismo en los diferentes cultivares y densidades.

Para los tratamientos en su conjunto, no se encontró significación (p-valor = 0.3491) fue mayor al 0.05, evidenciando que los tratamientos no se diferencian de los testigos respecto al índice de cosecha. Para el caso del factor cultivar (p-valor=0.1105), abono (p-valor= 0.9318) y densidad de siembra (p-valor= 0.2868), no se encontró diferencias significativas, lo que indica que los niveles establecidos de cada factor no se diferenciaron respecto al índice de cosecha.

El coeficiente de variación (CV) para el índice de cosecha fue de 6.15 %, e indica la variabilidad del índice de cosecha dentro de cada tratamiento. Además, indica que el diseño empleado fue adecuado y que los datos denotan confiabilidad.

Tabla 27.

Análisis de varianza (ANOVA) para el índice de cosecha, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, con dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Bloques	0.34994	2	0.17497	0.814	0.453
Tratamientos	3.51712	14	0.25122	1.169	0.349 NS
Cultivares (C)	1.02527	2	0.51263	2.386	0.110 NS
Abono (A)	0.0016	1	0.0016	0.007	0.932 NS
Densidad (D)	0.25334	1	0.25334	1.179	0.287 NS
C*A	0.0798	2	0.0399	0.186	0.832 NS
C*D	0.23936	2	0.11968	0.557	0.579 NS
A*D	0.46694	1	0.46694	2.173	0.152 NS
C*A*D	0.37069	2	0.18534	0.863	0.433 NS
Error	6.01666	28	0.21488		
Total	12.32072	44			

Nota. * = significativo, ** = altamente significativo NS = no significativo.

CV = 6.15 %

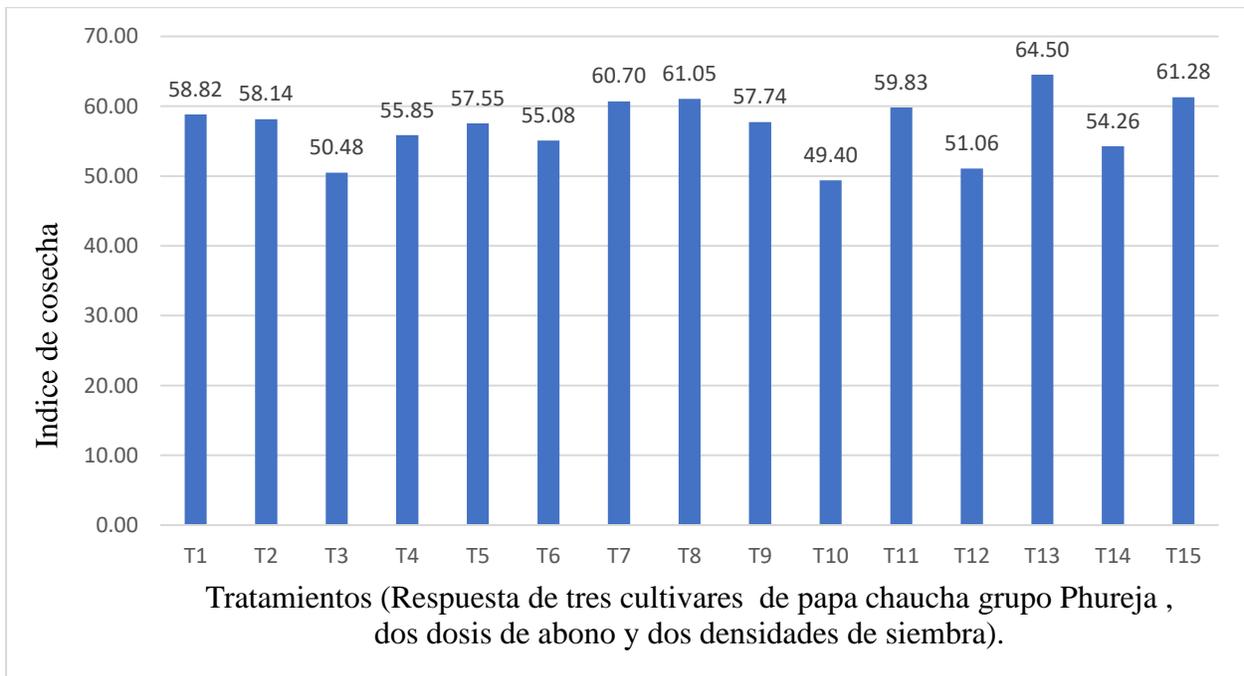
Según los resultados del índice de cosecha (Figura 13), al contrastar los tratamientos abonados frente a los testigos sin abonamiento para cada cultivar, no se aprecia un efecto consistente del abonamiento sobre esta variable. Para el cultivar Amarilla redonda, el cultivar sin abonamiento presentó un índice de 64.5 %, y los que recibieron abono obtuvieron valores menores que fluctuaron entre 58.14 % y 61.05 %, indicando una ligera reducción del índice al abonar. En el cultivar Roja-2, sin abonamiento registró un índice de 54.26 %, y con aplicación alcanzaron valores entre 49.4 % y 57.74 %, la mayoría numéricamente superiores al testigo, pero sin un patrón claro definido. Finalmente, en Yuquilla amarilla sin abonamiento tuvo un índice de 61.28 %, y con abonamiento se obtuvieron índices entre 51.06 % y 59.83 %. El abonamiento y la densidad no

generó una respuesta consistente en el índice de cosecha al contrastar con los testigos sin abonar para los diferentes cultivares. Las variaciones fueron dependientes del caso, sin mostrar un efecto claro atribuible al abono y a la densidad.

Por su parte, Huamán (2023) encontró en su investigación que el índice de cosecha varió de 43.41 % (testigo) y 71.78 (T7). Castillo (2019), reporto en su investigación que el índice de cosecha % vario de 45.9 % (T12) a 63.9 % (T2). Mientras que, Seminario et al., (2017), menciona en su investigación que 53% (Limeña huachuma) y 77 % (Montañera 2). Los resultados encontrados en esta investigación, se asemejan a los autores mencionados.

Figura 13.

Índice de cosecha, de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.



4.11. Área foliar

El análisis de varianza (ANOVA) realizado para el área foliar (Tabla 28), no mostró significación para las interacciones (C*A, C*D, A*D, C*A*D), dado que, para cada caso el valor de significación fue mayor al 0.05. Esto indica que, el efecto de los factores (Cultivar, Abono y Densidad) fue de manera independiente, es decir, el efecto de los cultivares sobre el área foliar fue el mismo a diferentes dosis de abono y densidades, y el efecto de la dosis de abono fue el mismo en los diferentes cultivares y densidades.

Para los tratamientos en su conjunto, se encontró significación, dado que el valor de significación (p-valor = 0.000) fue menor al 0.05, evidenciando que al menos uno de los tratamientos se diferencia de al menos uno de los testigos respecto al área foliar. El factor cultivares fue significativo (p-valor = 0.000), esto significa que independientemente de la dosis de abono y la densidad, existieron diferencias entre los cultivares de papa respecto al área foliar. Por otro lado, no se detectó efecto significativo de la dosis de abono (p-valor = 0.5943) ni de la densidad de siembra (p-valor = 0.5577) sobre el área foliar.

El coeficiente de variación (CV) para el área foliar fue de 16.19 %, e indica la variabilidad del área foliar dentro de cada tratamiento. Además, indica que el diseño empleado fue adecuado y que los datos denotan confiabilidad.

Tabla 28.

Análisis de varianza (ANOVA) para el área foliar de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, con dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F Calculado	p-valor
Bloques	10282798.159	2	5141399.080	11.807	0.0002
Tratamientos	99028744.217	14	7073481.730	16.244	0.0000 **

Cultivares (C)	80896257.804	2	40448128.902	92.888	0.0000 **
Abono (A)	126426.469	1	126426.469	0.290	0.5943 NS
Densidad (D)	153276.165	1	153276.165	0.352	0.5577 NS
C*A	1142201.104	2	571100.552	1.312	0.2855 NS
C*D	20681.257	2	10340.628	0.024	0.9766 NS
A*D	1148737.377	1	1148737.377	2.638	0.1155 NS
C*A*D	27266.775	2	13633.388	0.031	0.9692 NS
Error	12192656.403	28	435452.014		
Total	205019045.731	44			

Nota. * = significativo, ** = altamente significativo NS = no significativo.

CV = 16.19 %

De acuerdo a la prueba de Tukey (Tabla 30), se observa que los tratamientos que involucra al cultivar Amarilla redonda presentaron los valores más altos en el área foliar, diferenciándose de la misma variedad sin abonamiento. En particular, la mayor área foliar fue de 6518.91 cm² y 6196.09 cm², los cuales correspondieron al cultivar Amarilla redonda con la dosis 750 y 1500 t/ha de abono y a densidad de 37037 y 27778 plantas/ha, respectivamente. Estos resultados son estadísticamente iguales y a la vez superiores a los obtenidos con amarilla redonda, Yuquilla amarilla y Roja-2 sin abonamiento. El cultivar Roja-2 presentó los valores más bajos en el área foliar, sus medias fluctuaron entre 2237.63 y 2807.55 cm², sin una clara tendencia entre dosis de abono y densidad de siembra, ya que, con el mismo cultivar sin abonamiento se obtuvo resultados semejantes a los tratamientos que recibieron abonamiento.

Tabla 30.

Prueba de Tukey para el área foliar por efecto de los tratamientos

Tratamientos	Área Follar (cm ²)	Agrupación
T2	6518.91	A
T7	6196.09	A
T1	5974.38	A B
T8	5927.54	A B

T11	4814.21	A	B	C
T12	4602.17	A	B	C
T6	4264.06	A	B	C
T5	3915.22	A	B	C
T15	3526.76		B	C
T13	3181.32			C
T4	2807.55			C
T9	2544.29			C
T10	2344.59			C
T14	2287.9			C
T3	2237.63			C

De acuerdo al análisis de Tukey para evaluar el efecto independiente de cada factor sobre el área foliar (Tabla 31), se observa que el cultivar Amarilla redonda presentó la mayor área foliar con 5559 cm², siendo este resultado significativamente diferente y mayor a los obtenidos con Yuquilla amarilla y Roja-2, con las cuales se obtuvo 4224 y 2444 cm², respectivamente.

Tabla 31.

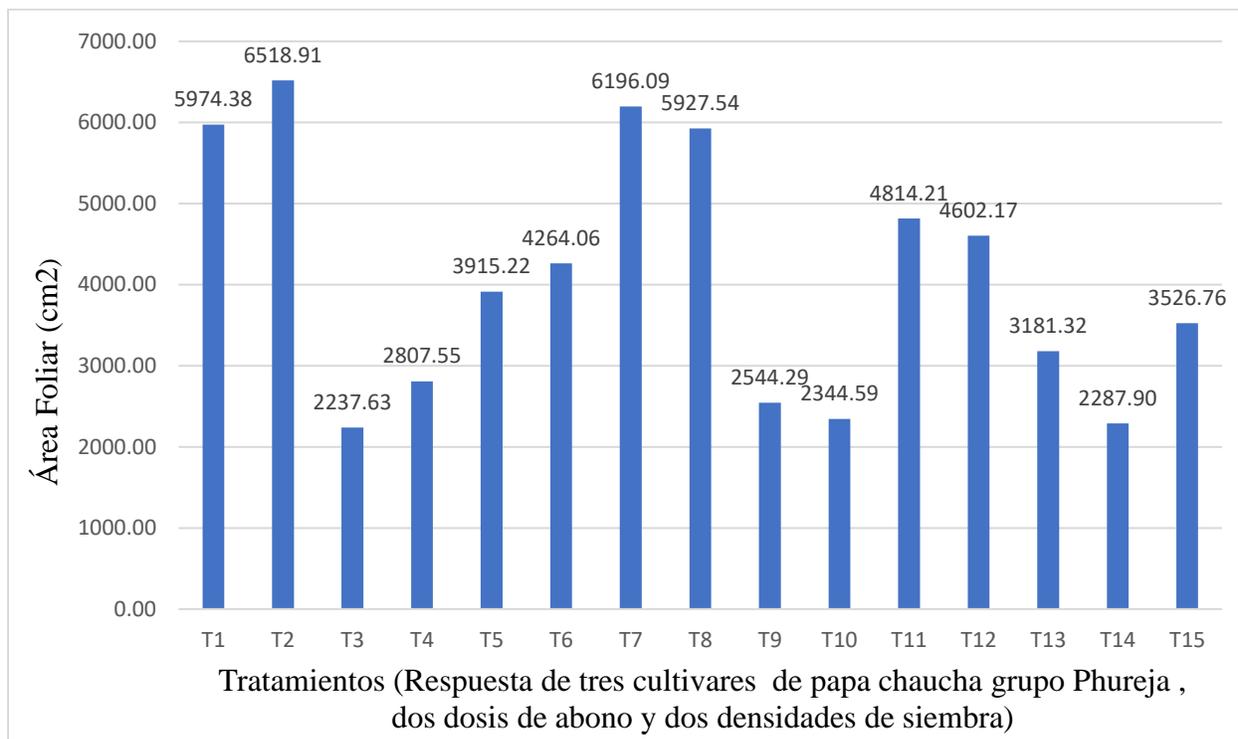
Prueba de Tukey para el área foliar por efecto de independiente del cultivar.

Cultiva vares	Área Follar (cm²)	Agrupación
Amarilla redonda	5559.65	A
Yuquilla amarilla	4224.48	B
Roja-2	2444.39	B

La Figura 8, muestra que el tratamiento (T2) obtuvo mayor área foliar con un promedio de 6518.91cm², debido a que el este cultivar se desarrolló mejor en el medio en donde se sembró, mientras que; la menor área foliar se registró en el tratamiento (T3) con un promedio de 2237.63cm²

Figura 14.

Área foliar (AF), de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.



a. Valores de largo, ancho y área medida (real) de las láminas de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja

En la (tabla 32) se muestra que el mayor promedio del largo y ancho de las hojas. Los promedios encontrados en el largo y ancho de las hojas fueron de 12.42 cm y 7.56 cm, respectivamente. El rango fue de 9.93. cm a 15.23 cm para el largo y de 6.07 cm a 9.67 cm para el ancho.

Tabla 32.

Valores de largo (L), ancho (W) y área real de las láminas foliares de tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja.

Cultivar	Largo (cm)				Ancho (cm)				Área lámina (cm ²)			
	Min.	Max.	Prom.	DS	Min.	Max.	Prom.	DS	Min.	Max.	Prom.	DS
Amarilla redonda	10.1	14.5	12.48	1.24	6.88	11.44	8.37	1.04	60.33	112.67	84.63	16.33
Roja 2	10.1	14.1	12.02	1.05	6.64	8.78	7.59	0.57	29.69	51.88	38.7	5.19
Yuquilla amarilla	9.6	17.1	12.76	2.07	4.7	8.8	6.71	1.05	27.96	65.56	47.222	9.87
Prom.	9.93	15.23	12.42	1.45	6.07	9.67	7.56	0.89	39.33	76.70	56.85	10.46

b. Ecuaciones y Áreas reales de las hojas.

En todos los casos, el área estimada con las ecuaciones seleccionadas por su mayor exactitud, las regresiones para las medidas lineales de las hojas y el área real de los tres cultivares, mostro una alta relación, donde intervino el L x W, ya que el r², llega casi al (1), donde (x) es la multiplicación de (L x W). En la tabla (tabla 33), se muestra la mejor ecuación de los tres cultivares.

Tabla 33.

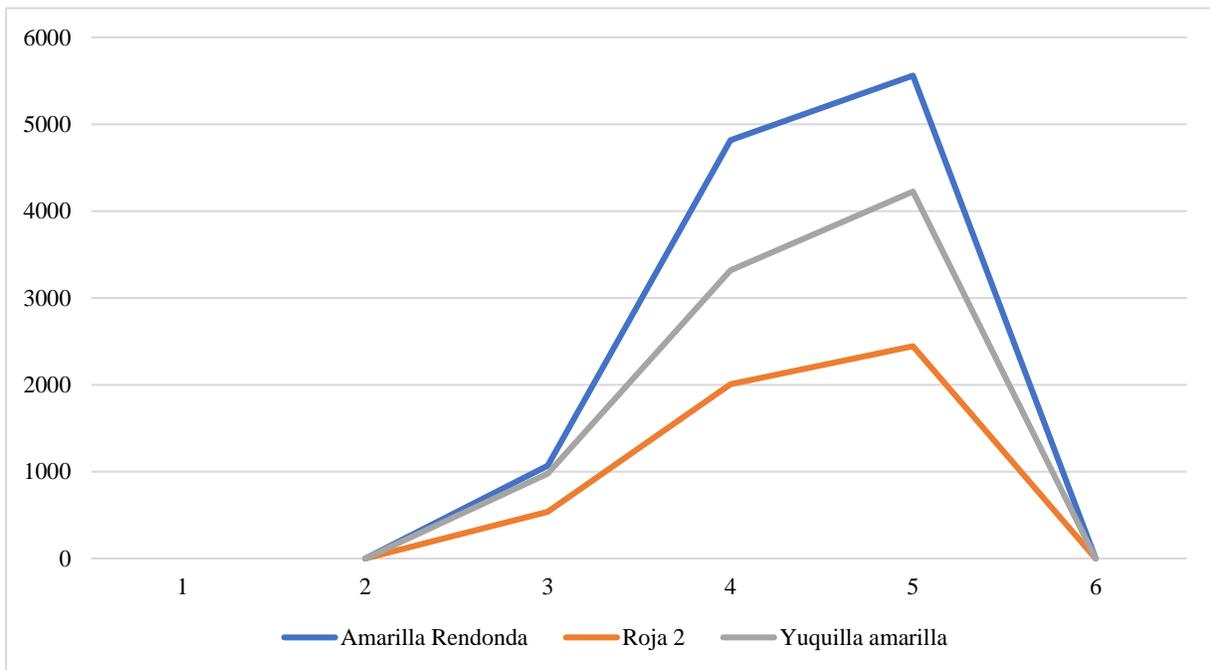
Ecuaciones de regresión con el largo y ancho de las hojas y área real, de los tres cultivares

Cultivares	Ecuaciones	r ²	Área real	DS	Área estimada		
					cm ²	%	DS
Amarilla redonda	$y = 0.881(L \times W) - 7.8841$	$R^2 = 0.9091$	84.36	16.33	84.35	100.00	15.57
Roja 2	$y = 0.3936(L \times W) + 2.6649$	$R^2 = 0.9181$	38.7	5.19	38.71	100.02	4.98
Yuquilla Amarilla	$y = 0.3667(L \times W) + 15.284$	$R^2 = 0.8515$	47.222	9.87	47.23	100.02	9.11

El propósito de evaluar el área foliar, fue determinar el comportamiento de los tres cultivares de papa del grupo Phureja en relación a la cantidad de superficie fotosintética de la planta que influye en el rendimiento de la producción. Por tanto, según la figura 15, el cultivar que sobresalió fue el cultivar chaucha amarilla redonda, seguido del cultivar chaucha yuquilla amarilla, quedando con menor área foliar el cultivar chaucha roja-2.

Figura 15.

Comportamiento del área foliar (AF) en las etapas fenológicas de los tres cultivares de papa chaucha grupo Phureja, a dos dosis de abono (guano de isla) y dos densidades de siembra.



CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

No hubo significación estadística entre las interacciones de los factores (C*A, C*D, A*D, C*A*D), en el peso total y peso de tubérculos comerciales (rendimientos $t\ ha^{-1}$), número total de tubérculos, número de tubérculos comerciales, número de tallos, altura de planta, materia seca del follaje, materia seca de tubérculos, gravedad específica, índice de cosecha, área foliar.

El peso total de tubérculos varió de $6.18\ t\ ha^{-1}$ a $19.78\ t\ ha^{-1}$, encontrándose los mejores resultados en el cultivar amarilla redonda en el tratamiento T2 ($19.78\ t\ ha^{-1}$), seguido del cultivar yuquilla amarilla T 12 ($14.91\ t\ ha^{-1}$) y por último en el cultivar roja-2 T3 ($8.38\ t\ ha^{-1}$). En el peso de tubérculos comerciales, los mejores resultados se encontraron en el T2 $15.54\ t\ ha^{-1}$ (cultivar amarilla redonda), tratamientos T 12 ($9.29\ t\ ha^{-1}$) (cultivar yuquilla amarilla) y en el tratamiento T9 ($6.15\ t\ ha^{-1}$) (cultivar roja-2).

Se encontró significación estadística en el factor cultivar, ya que se utilizaron tres cultivares, el cultivar Amarilla redonda es la variedad de mayor rendimiento con $16.03\ t\ ha^{-1}$, seguida en menor medida por Yuquilla amarilla ($11.26\ t\ ha^{-1}$) y finalmente Roja-2 ($7.6\ t\ ha^{-1}$).

5.2. Recomendaciones

Realizar otros estudios en diferentes zonas geográficas de los tres cultivares utilizados para determinar el rendimiento y eficiencia productiva, con diferentes densidades y dosis de abono (Guano de isla).

CAPITULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvarado, J., y Ramírez, M. (2016). *Respuesta de la papa criolla (Solanum Phureja) a diferentes aplicaciones de fertilización orgánico mineral en Bogotá, Cundinamarca. Tesis Ing. Agrónomo. Bogotá, Colombia. UDCA. 67p.*
- Benavides, C., Marcillo, C., Gómez, L., y Romero, J. (2022). Physiological and yield response to fertilization of short-cycle *Solanum tuberosum* cultivars in three high-Andean environments. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 75(3), 10009-10021. <https://doi.org/10.15446/RFNAM.V75N3.99191>
- Berlijn. (1990). *Laboreo del Suelo. Serie Material educativo. México.*
- Bonilla, M., Cardozo, F., y Morales, A. (2009). *Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la papa en Colombia, con énfasis en papa criolla. Giro Editores Ltda. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/12813>.*
- Castillo, A. (2019). *Respuesta del cultivar de papa (Solanum tuberosum L. Grupo Phureja) amarilla redonda, al abonamiento orgánico y foliar.*
- Centro Internacional de la Papa (CIP). (2021). *Los andes y los alimentos del futuro. 5 0 futuros alimentos andinos. Bibliografía. Lima. Perú. <https://hdl.handle.net/10568/116283>*
- Cutipa, Z. (2007). *Efecto de excreta de lombriz y biol vs fertilizantes químicos sobre rendimiento y calidad de tubérculos de papa nativa (Solanum tuberosum spp andigena). Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Agroecología.*

- Díaz, E. (2021). *Efecto de dos dosis de abono en el rendimiento de dos cultivares de papa (Solanum tuberosum, grupo Phureja)*.
- Egúsquiza, R. (2014). *La papa en el Perú. Segunda edición. Oficina Académica de Extensión y Proyección Social - UNALM, Editor. P. 1- 200. 110-139.*
- Estrada, N. (2000). *La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa. CIP - IPGRI - PRACPA - IBTA - PROINPA - COSUDE - CID. Editorial del Centro de información para el desarrollo. La Paz, BO. 372p.*
- Eyzaguirre, O. (2017). *Niveles de guano de islas y densidad de plantas en el rendimiento de papa variedad "mama lucha" (Solanum Phureja L.)*.
- Gómez, A. (2019). *Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica, sobre la productividad en el cultivo de papa criolla (Solanum Phureja)*.
- Guillen, A., y Gómez, C. (2016). *Evaluación de la producción agronómica de la Papa criolla (Solanum Phureja Juz. et Buk.) orgánica*.
- Huamán, A. (2023). *Efecto de cuatro niveles de fertilización y dos modalidades de aplicación en el cultivar de papa «amarilla redonda» (grupo Phureja)*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Huamán, Z., & Spooner, D. (2002). Reclassification of landrace populations of cultivated potatoes (Solanum sect. Petota). *American Journal of Botany*, 89(6), 947-965.
<https://doi.org/10.3732/AJB.89.6.947>

- Jerez, E., Martín, R., y Díaz, Y. (2014). *Comunicación corta. Estimación de la superficie foliar en dos variedades de papa (Solanum tuberosum L.) por métodos no destructivos. Revista Cultivos Tropicales. Vol. 35 (1), p. 57 – 61.*
- LUJAN LAURO. (1970). *Sprout Control of Diploid Potatoes (Solanum Phureja Juz et Buk) with Maleic Hydrazide. Trabajo de Grado Doctor en Filosofía. Universidad de Cornell. USA. 124 p.*
- Ministerio de agricultura y riego [MINAGRI]. (2022). *Evaluación del avance de siembras. [boletín°4]. Dirección de Estudios de Económicos.*
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3120393/Bolet%C3%ADn%20mensual:%20Evaluaci%C3%B3n%20del%20avance%20de%20siembras,%20abril%202022.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MINAGRI]. (2021). *Marco Orientador de Cultivos. Campaña Agrícola 2021-2022.* <https://bit.ly/3qadTO9>
- Muñoz, L., & Lucero, A. (2008). *Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de papa criolla Solanum phureja. Agronomía Colombiana. Bogotá. 340-346.*
- Ochoa, C. (2001). *Las papas de Sudamerica: Bolivia. CIP - COSUDE - CID - IFEA. Bolivia. 536p.*
- Oleas, E. (2015). *Efecto de la aplicación de tres niveles de nitrógeno usando tres fuentes orgánicas en el rendimiento del cultivo de papa (Solanum phureja) cv. Yema de huevo. De* <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3956>.
- Piñeros, C. (2009). *Recopilación de la investigación del sistema productivo papa criolla [Folleto].* <https://docplayer.es/4184168-Recopilacion-de-la-investigacion-del-sistema-productivo-papa-criolla.html>.

Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural [AGRO RURAL]. (2022). *Ministerio de agricultura agro rural sub dirección de insumos y abonos. Tema del guano de isla. Propiedades y uso.* <https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/dab/material/DIPTICO.pdf>

Rivera, D. (2005). *Aplicación de un modelo matemático para evaluar la pérdida de suelo (tn/ha/año) en una zona de ladera bajo cultivo de papa (Solanum phureja) en la Sabana de Bogotá. Trabajo de Grado Magíster en Ciencias Agrarias. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.*

Rodríguez, L. (2009). Teorías sobre la clasificación taxonómica de las papas cultivadas (*Solanum L. sect. Petota Dumort.*). Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 27(3), 305-312. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652009000300003&lng=en&nrm=iso&tlng=es

Rojas, L., & Seminario, J. (2014). Productividad de diez cultivares promisorios de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, Grupo Phureja) de la región Cajamarca. *Scientia Agropecuaria*, 165-175. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2014.04.01>

Roncal, M. (2004). *Principios de fitopatología andina. Primera edición. Oficina General de Investigación - UNC, Editor. P.1-422.*

Seminario, J. (2008). *Origen y taxonomía de la papa: Controversias no resueltas* (Vol. 4, Número 1).

Seminario, J., Seminario, A., Domínguez, A., & Escalante, B. (2017). Harvest performance of seventeen potato cultivar (*Solanum tuberosum L.*) from the Phureja group. *Scientia Agropecuaria*, 8(3), 181-191. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.03.01>

- Seminario, J., Seminario, A., & Palacios, A. (2016). Potencial productivo de 12 cultivares de papa chaucha (*Solanum tuberosum* L. Grupo Phureja) de la región Cajamarca Yielding potential of 12 chaucha potato cultivars (*Solanum tuberosum* L. group Phureja) of the Cajamarca's region 1 2 3. En *Fiat Lux* (Vol. 12, Número 2).
- Seminario, J., Villanueva, R., & Valdez, M. (2018). Rendimiento de cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) amarillos precoces del Grupo Phureja. *Agronomía Mesoamericana*, 29(3), 639. <https://doi.org/10.15517/ma.v29i3.32623>
- Tapia, H. (2017). *Fenología y caracterización morfológica de 43 entradas de papa chaucha (Solanum tuberosum L. Grupo Phureja) de la región Cajamarca. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cajamarca. 95.*
- Thompson, K. (1998). *Tecnología Post - cosecha de frutas y hortalizas. Convenio Sena-Reino Unido. 262 p.*
- Vega, C. (2015). *Evaluación de la producción de papa criolla Solanum Phureja clon paisa en contenedores de polietileno de alta densidad bajo el marco de agricultura urbana. Revista Luna Azul, 40. 35-46.*
- Villa, L., Sánchez, M., Valbuena, R., & Escobar, R. (2007). *Evaluación preliminar de técnicas de crioconservación en una accesión de Solanum Phureja. 8(2), 50-59.* <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449945023007>

CAPITULO VII
ANEXOS

Figura 16.

Diagrama de dispersión y línea de regresión para la relación área real y el producto de Lx W, cultivar amarilla redonda.

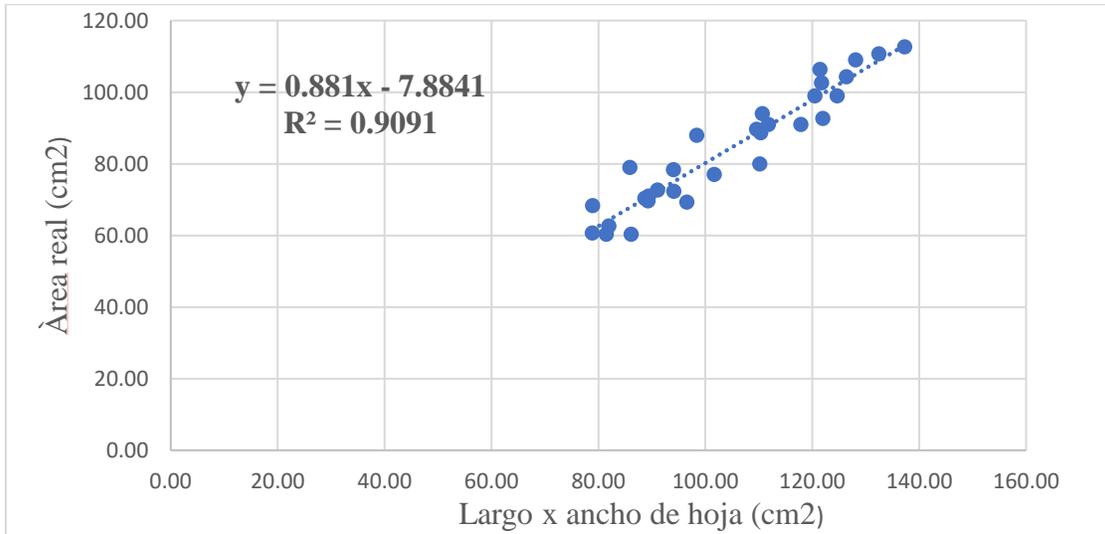


Figura 17.

Diagrama de dispersión y línea de regresión para la relación área real y el producto de Lx W, cultivar roja 2.

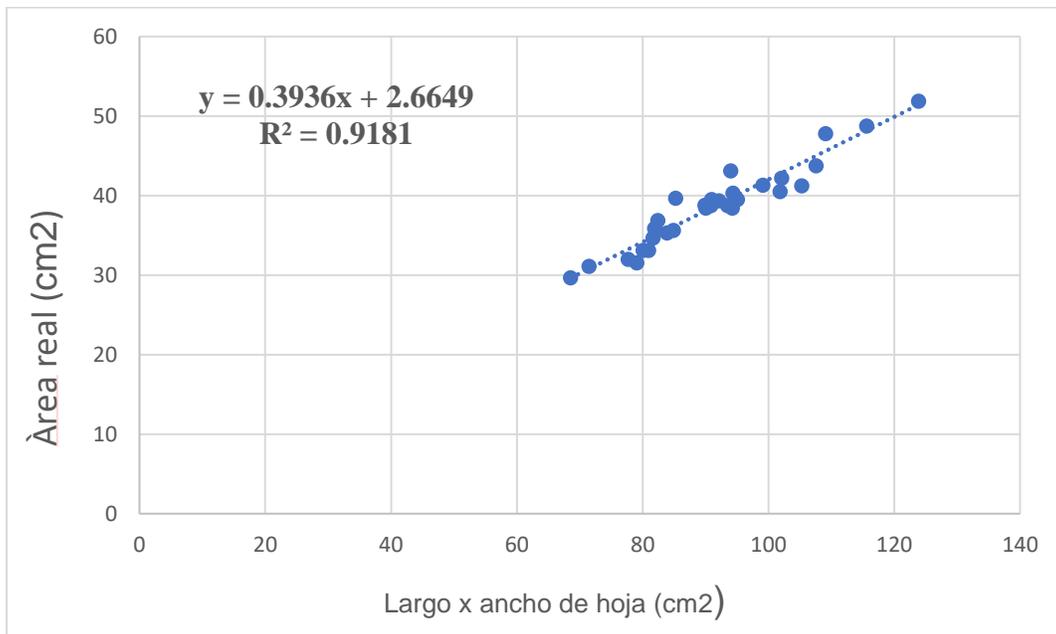


Figura 18.

Diagrama de dispersión y línea de regresión para la relación área real y el producto de Lx W, cultivar yuquilla amarilla.

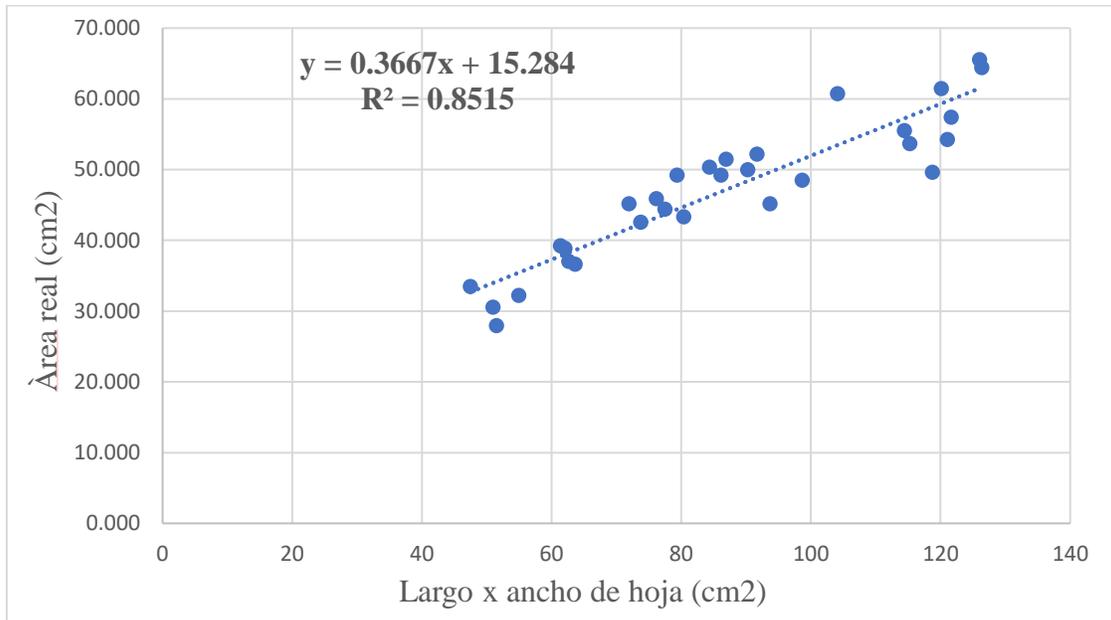


Figura 19.

Preparación y siembra de los tres cultivares de papa grupo Phureja



Figura 20.

Deshierbo de los tres cultivares de papa del grupo Phureja



Figura 21.

Riego de los tres cultivares de papa del grupo Phureja



Figura 22.

Aporque de los tres cultivares de papa del grupo Phureja



Figura 23.

Medida de la altura y números de tallos de los tres cultivares de papa del grupo Phureja



Figura 24.

Cosecha de los tres cultivares de papa del grupo Phureja



Figura 25.

Peso de las hojas de los tres cultivares de papa del grupo Phureja



Figura 26.

Peso de los tres cultivares de papa del grupo Phureja para la gravedad específica



Figura 27.

Muestras de tubérculos y follaje para la materia seca de los tres cultivares de papa del grupo Phureja



Figura 28

Resultados del análisis de suelo utilizado en la investigación



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



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : CARLOS VÁSQUEZ AZAÑERO

Departamento : CAJAMARCA

Distrito : CAJAMARCA

Referencia : H.R. 79311-043C-23

Bolt.: 5678

Provincia : CAJAMARCA

Predio : SILVO AGROPECUARIO - UNC

Fecha : 18/04/2023

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
2536		6.85	0.62	0.00	2.30	15.6	169	43	21	36	Fr.Ar.	15.20	12.84	1.78	0.38	0.01	0.00	15.00	15.00	99

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



Constantino Calderón Mendoza
 Jefe del Laboratorio