

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE VEINTE CLONES DE PAPA
(*Solanum tuberosum* L.) EN LA LOCALIDAD DE SANTA ROSA DE
CHAQUIL (LA ENCAÑADA, CAJAMARCA)**

T E S I S

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por la Bachiller:

AUREA JANETH VALENCIA RUMAY

Asesores:

Dr. Víctor Vásquez Arce

M. Sc. Héctor A. Cabrera Hoyos

CAJAMARCA – PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Norte de la Universidad Peruana
Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Cajamarca, a los **doce** días del mes de **agosto** del Año dos mil diecinueve, se reunieron en el ambiente **2A-201** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los integrantes del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 254 -2018-FCA-UNC, Fecha 13 de junio del 2018, con el objeto de Evaluar la sustentación del Trabajo de Tesis titulado: **“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE VEINTE CLONES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN LA LOCALIDAD DE SANTA ROSA DE CHAQUIL (LA ENCAÑADA, CAJAMARCA)”** de la Bachiller: **VALENCIA RUMAY, AUREA JANETH** en Cajamarca, para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las **dieciséis** horas y **veinte** minutos y de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el acto. Después de la exposición del trabajo de Tesis, la formulación de preguntas y de la deliberación del Jurado, el Presidente anunció la **aprobación** por **unanimidad** con el calificativo de catorce (14)

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

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

Cajamarca, 12 de **agosto** de 2019.

Dr. Segundo Berardo Escalante Zumaeta
PRESIDENTE

Dr. Juan Francisco Seminario Cunya
SECRETARIO

Ing. M. Sc. Jesús/Hipólito De la Cruz Rojas
VOCAL

Dr. Víctor Vásquez Arce
ASESOR

Ing. M. Sc. Héctor Antonio Cabrera Hoyos
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, Por darme la Oportunidad de llegar a este momento más importante de mi vida, y por cuidar de mi familia.

A mi madre, Marina Rumay la persona más importante en mi vida, en honor a su sacrificio diario al brindarme todo su amor, educación y bienestar. Por sus consejos en cada momento, por su guía y comprensión constante.

A mis hermanos Yolanda y César por estar siempre a mi lado apoyándome en los buenos y malos momentos.

A mi querida sobrina Saira por ser parte de mi vida, mi alegría y ser la fuente de inspiración.

AGRADECIMIENTO

Presento el más profundo agradecimiento al Dr. Víctor Vásquez Arce por su incondicional apoyo y colaboración antes, durante y después de la investigación, eternamente gracias por sus conocimientos y por su valiosa aportación a la realización de este trabajo.

AL Dr. Héctor A. Cabrera Hoyos líder del Programa Nacional Para la Innovación Agraria de Raíces y Tuberosas del INIA, por haber dado la apertura y oportunidad de realizar esta investigación, por el apoyo en el presente trabajo.

Al Ing. Rosmeri Pando Gómez y al técnico Reynerio Edgar Abanto Machuca por su desinteresada enseñanza, amistad y colaboración en el desarrollo de la tesis, gracias por la oportunidad y por compartir sus conocimientos.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ciencias Agrícolas, en especial a la escuela académico profesional de Agronómica y sus docentes, por brindarme todo el conocimiento y la formación adquirida para lograr culminar mis estudios superiores.

A mis compañeros y amigos de la Facultad de Ciencias Agrarias por compartir tantos momentos de alegría y preocupaciones durante el transcurso de la carrera.

ÍNDICE

Contenido	Página
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE	v
RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix

CAPÍTULO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo de la Investigación	2
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Antecedentes de la Investigación	3
2.2. Bases teóricas	5
2.2.1. Generalidades.....	5
2.2.2. Biodiversidad de la Papa	5
2.2.3. Importancia de la Papa	6
2.2.4. Producción de papa en el Perú.....	6
2.3. Rendimiento en el cultivo de papa	8
2.4. Componentes del Rendimiento.....	9
2.5. Factores que influyen en el Rendimiento.....	12
2.5.1. Temperatura	12
2.5.2. Humedad	12
2.5.3. Suelo.....	13
2.5.4. Fotoperiodo.....	13
2.5.5. Densidad.....	14
III. MATERIALES Y METODOS.....	15
3.1. Ubicación geográfica del trabajo de Investigación	15
3.2. Materiales.....	16
3.2.1. Material biológico	16
3.2.2. Insumos	18

3.2.3.	Material de campo	18
3.2.4.	Equipo de gabinete	19
3.3.	Análisis físico químico del suelo	19
3.4.	Metodología	19
3.4.1.	Diseño experimental	19
3.4.2.	Conducción del experimento.....	21
3.4.2.1.	Preparación del terreno	21
3.4.2.2.	Selección de la semillas	21
3.4.2.3.	Siembra	21
3.4.2.4.	Fertilización y abonamiento.....	21
3.4.2.5.	Deshierbo	22
3.4.2.6.	Aporque.....	22
3.4.2.7.	Control fitosanitario	22
3.4.2.8.	Cosecha	23
3.4.3.	Evaluaciones realizadas en campo.....	23
3.4.3.1.	Porcentajes de emergencia.....	23
3.4.3.2.	Altura de planta	23
3.4.3.3.	Número de tubérculos totales.....	23
3.4.3.4.	Número de tubérculos comerciales	24
3.4.3.5.	Rendimiento total	24
3.4.3.6.	Rendimiento de tubérculos comerciales.....	25
3.5.	Procesamiento de datos	25
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	26
4.1.	Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento total de tubérculos (t ha⁻¹)	26
4.2.	Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento de tubérculos comerciales (t ha⁻¹)	28
4.3.	Análisis de varianza (ANOVA) para el número total de tubérculos	32
4.4.	Análisis de varianza (ANOVA) para el numero de tubérculos Comerciales	31
4.5.	Análisis de regresión lineal simple.....	33

4.5.1. Regresión número de tubérculos totales vs rendimiento (t ha ⁻¹)	35
4.5.2. Regresión número de tubérculos comerciales vs rendimiento (t ha ⁻¹)	36
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
5.1. Conclusiones	37
5.2. Recomendaciones	37
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	38
ANEXOS	45

RESUMEN

En el Distrito de la Encañada, provincia de Cajamarca, Departamento del mismo nombre a 2862 msnm, se realizó un estudio en el cual se comparó veinte clones de papa (*Solanum tuberosum* L.), cuyo objetivo principal es evaluar el rendimiento en las condiciones agroecológicas en la localidad de Santa Rosa de Chaquil. Los clones procedieron del Centro Internacional de la Papa (CIP). Las variables fueron: Rendimiento de tubérculo total, rendimiento comercial, número de total de tubérculo y número de tubérculos comerciales. La siembra se realizó en el mes de diciembre de diciembre 2016, cosechándose el mes de abril de 2017. Se usó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones, parcela de un surco parcela⁻¹ de 3.0 m x 1.0 m con 20 plantas. Se realizaron los análisis de varianza, correlación y las pruebas de significación de los promedios de Duncan ($\alpha=0.05$). Los resultados muestran significación estadística para la fuente de variación clon. Según la Prueba de Duncan destacaron en rendimiento los clones 308436.84 (C₈) y 308436.173 (C₆) con rendimientos de 17.9 tha⁻¹ y 16.3 tha⁻¹. Los mismos clones sobresalieron en cuanto al número de tubérculos planta⁻¹ con 4.5 y 3.9 tubérculos planta⁻¹. Se encontró correlaciones positivas para número de tubérculos totales y número de tubérculos comerciales con el rendimiento, siendo altamente significativas.

Palabras claves: clones, tubérculos, rendimiento.

ABSTRACT

In the Encañada District, province of Cajamarca, Department of the same name at 2862 meters above sea level, a study was conducted in which twenty potato clones (*Solanum tuberosum* L.) were compared, whose main objective is to evaluate the performance in agroecological conditions in the town of Santa Rosa de Chaquil. The clones came from the International Potato Center (CIP). The variables were: Total tuber yield, commercial yield, total tuber number and number of commercial tubers. The sowing was carried out in the month of December of December 2016, harvesting the month of April 2017. The Design of Random Complete Blocks (DBCA) was used with three repetitions, plot of a groove plot⁻¹ of 3.0 mx 1.0 m with 20 plants. The analysis of variance, correlation and significance tests of Duncan averages ($\alpha = 0.05$) were performed. The results show statistical significance for the source of clone variation. According to the Duncan Test, clones 308436.84 (C₈) and 308436.173 (C₆) stood out in yields with yields of 17.9 tha⁻¹ and 16.3 tha⁻¹. The same clones stood out in terms of the number of plant⁻¹ tubers with 4.5 and 3.9 plant⁻¹ tubers. Positive correlations were found for number of total tubers and number of commercial tubers with yield, being highly significant.

Keywords: clones, tubers, yield.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los principales cultivos de mayor importancia económica y social en el Perú y se constituye como el alimento básico de la población nacional. Se produce en 19 de los 24 departamentos a nivel nacional y los mayores rendimientos se obtienen entre los 2900 y 3300 msnm, con temperaturas que fluctúan entre los 9 y 11 °C (INIA 2017).

La producción de papa en el Perú alcanzó 291,738 toneladas, en febrero de 2017, cifra superior en 9.2 % al compararla con similar mes de 2017. Entre los departamentos que presentaron mayor producción figuraron Junín (69.2 %), Ayacucho (40.3 %) y Huánuco (20.6 %) que concentraron el 37.9 % del total nacional. También, se incrementó en Ica (15.1 %), Amazonas (65.7 %), Piura (15.5 %), Cajamarca (2.0 %) y Huancavelica (0.6%). Por el contrario, disminuyó en Lima (-80.3 %), Tacna (-30.0 %), Puno (-28.1 %), Moquegua (-22.7 %), Pasco (-19.0 %), La Libertad (-6.6%), Arequipa (-4.2%), Cusco (-3.6%), Apurímac (-3.0%) y Áncash (-0.4%) (INEI 2018).

En la región Cajamarca se sembraron aproximadamente 28 627 hectáreas de papa, con un rendimiento promedio de 11.6 tha^{-1} , lográndose una producción estimada de 333 350.83 t. El cultivo de papa en la región Cajamarca es el sustento de 35 mil 738 familias, ubicadas generalmente en las zonas alto andinas, y según datos del MINAGRI (2018) genera 110 jornales por hectárea. Siendo las provincias de Cutervo, Chota, Cajamarca y Celendín las que concentran el 72.50% de la producción total de la región Cajamarca.

Sin embargo, a pesar que Cajamarca es una de las principales regiones productoras de papa en Perú el rendimiento es el no esperado, se encuentra bajo constantes amenazas de los fenómenos climáticos, agentes fitopatogénicos, los cuales son responsables en gran proporción de las variaciones de los rendimientos y altos costos de producción, es por ello, que conscientes de la importancia del cultivo de la papa en la región de Cajamarca,

el Centro Internacional de la Papa (CIP) realiza estrategias para mitigar dichas amenazas, como el mejoramiento genético, para obtener nuevas variedades que sean resistentes y tolerantes a los diferentes factores bióticos y abióticos, así mismo, surge la necesidad de evaluar el comportamiento agronómico de los nuevos genotipos que posea un mayor potencial de rendimiento en el ambiente de estudio, con la finalidad de obtener nuevas variedades con adaptación a diferentes localidades y rendimientos estables en el tiempo (CIP 2014).

Con el propósito de aportar conocimientos sobre el rendimiento de nuevos clones de papa para los productores de la región de Cajamarca, se diseñó el trabajo de investigación considerando 20 clones dentro de ellos dos variedades locales como testigos: amarilis y Yungay, provenientes del Centro Internacional de la Papa (CIP), estos clones fueron sometidos a condiciones agroecológicas del distrito la encañada, departamento y provincia de Cajamarca.

1.1. Objetivo de la investigación

- Evaluar el rendimiento de veinte clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la localidad de Santa Rosa de Chaquil (La Encañada, Cajamarca)

CAPÍTULO II

RESVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación.

El rendimiento es una variable cuantitativa la cual se ve influenciada por el genotipo, el medio ambiente, y la interacción genotipo x ambiente. Por lo que se buscan variedades mejoradas de alto rendimiento, resistencia al tizón tardío (*Phytophthora infestans*), así como la calidad del tubérculo en cuanto a forma, color de piel y de pulpa (Jeréz 2015).

El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) del Perú ha liberado variedades como INIA 310 – Chucmarina e INIA 315 - Antañita que destacan por sus rendimientos alcanzados entre 35 a 40 t ha⁻¹ y 25 a 30 t ha⁻¹ respectivamente, y que pertenecen a la población de mejoramiento B3C1 del CIP. De igual manera ha liberado variedades como INIA 311 - Pally Poncho con un rendimiento entre 25 a 30 t ha⁻¹, INIA 312 - Puca Lliclla con un rendimiento entre 18 a 24 t ha⁻¹ e INIA 317 – Altiplano con un rendimiento entre 20 a 30 t ha⁻¹; que pertenecen a una población mejorada de variedades nativas de *S. tuberosum spp. andigena*, seleccionadas por su alto nivel de resistencia horizontal, alto rendimiento y sobretodo que mantienen la forma de la variedad nativa como la diversidad de colores de piel, contenido de materia seca, etc. (INIA 2012).

Vásquez (1976) sostiene que en un estudio realizado en las diferentes localidades de Cajabamba- Cajamarca, donde se llevó a cabo un comparativo de híbridos y variedades, determinando que las variedades Mariva da un rendimiento de 29 tha⁻¹, en un periodo de 145 días (semitardía) y plantas con una altura de 60cm.

Castillo *et al.* (2000) evaluaron 55 genotipos de papa para seleccionar progenitores en base a su rendimiento por planta y viabilidad de polen. Reportaron genotipos tales como CIP114, CIP23 y CIP110 con rendimientos de

0.874 kg planta⁻¹, 1,023 kg planta⁻¹ y 0.905 kg planta⁻¹, lo que equivale a 29.13 tha⁻¹, 34.1 tha⁻¹ y 30.1 tha⁻¹ respectivamente.

Gonzales *et al.* (2003) con la finalidad de determinar la estabilidad genotípica en el cultivo de la papa, se tomaron datos provenientes de experimentos de campo de 12 clones y tres variedades controles (Desirée, Baraka y Red Pontiac). Los resultados muestran que los clones 5-460-87, 5-84-87, 5-34087 y 5-1-87 obtuvieron rendimiento de 42.3 tha⁻¹, 34.9 tha⁻¹, 29.6 tha⁻¹ y 34.3 tha⁻¹ respectivamente que superaron a las variedades control Desirée, Baraka y R. Pontiac cuyo rendimientos fueron 13.3 tha⁻¹, 19.9 tha⁻¹ y 21.9 tha⁻¹ respectivamente.

Tirado (2005) al realizar un comparativo de 18 ecotipos de papa en Cutervo – Cajamarca encontró que el ecotipo Cu-31 O procedente de Cutervo obtuvo un rendimiento de 1 131 g planta⁻¹, 1 125 g planta⁻¹ de peso comercial, tuvo 45 tubérculos y 22 de ellos fueron comerciales, El ecotipo Hu 1 02 procedente de Hualgayoc rindió 1100 g planta⁻¹, 1 000 g planta⁻¹ de peso comercial, con 18 tubérculos comerciales.

Núñez (2016) indica que la variedad Única es utilizada además del consumo fresco, también presenta atributos para el procesado de papas peladas y cortadas en tiras, y que bajo condiciones de sierra los rendimientos de tubérculo comercial alcanza hasta 39.7 tha⁻¹.

Según MINAGRI (2017) el rendimiento de papa a nivel nacional es de 14.5 tha⁻¹

Colunche (2014) en un trabajo sobre parámetros de estabilidad de seis genotipos en ocho ambientes, encontró que sobresalieron dos genotipos, el genotipo CAJ010.4 con 34.65 tha⁻¹ y el genotipo CAJ004.4 con 30.80 tha⁻¹ respectivamente.

Alcalde (2019) en un ensayo con 19 genotipos de papa procedentes de Chugmar-Tacabamba, encontró genotipos sobresalientes tales como, Genotipo 308488.198 con 36 tha⁻¹; Genotipo 308486.355 con 35.83 tha⁻¹; 308487.157 con 29.83 tha⁻¹ respectivamente.

Cabrera (2019) al evaluar ocho genotipos en diversos ambientes encontró que en promedio de rendimiento sobresalieron el genotipo 399062.115, Genotipo 393377.159 y el genotipo 396012.115 cuyos rendimientos fueron 26.51 tha^{-1} , 25.83 tha^{-1} y 23.02 tha^{-1} respectivamente.

2.2. Bases teóricas.

2.2.1. Generalidades sobre el cultivo de papa.

La papa, es sin duda uno de los cultivos más importantes del país en términos de área sembrada 323,415 ha/año, número de productores que dependen de ella (600,000) aporte a la economía nacional (11% del PBI agrícola). Como centro de origen de la papa, el Perú mantiene una cultura de diversidad; por ello, en la sierra, hoy en día es común encontrar una agricultura mixta con variedades nativas y mejoradas (INIA 2012).

Según el CIP (2008) la papa es un alimento versátil que presenta una amplia gama de especies, en el que resaltan 10 especies de *Solanum*, entre las cuales la más difundida es la *Solanum tuberosum*. Este cultivo es adaptable a condiciones de clima frío y templado. Sin embargo si el clima se modifica drásticamente, la zona donde crecen las papas nativas podría reducirse hasta un 70%.

2.2.2. Biodiversidad de la papa.

Como centro de origen de la papa, el Perú mantiene una cultura de diversidad; por ello en la sierra, hoy en día es común encontrar una agricultura mixta con variedades nativas y mejoradas (INIA 2012).

El Perú tiene una riqueza genética muy grande en el cultivo de papa, el cual es uno de los cultivos más importantes del Perú; y la Región Cajamarca es una de las zonas importantes de variabilidad genética en papas nativas, se cultivan en el 20% del área destinada a la siembra de papa y se estima en unas 380 la cantidad de cultivares. Los cultivares nativos de papa, se caracterizan por su alta calidad culinaria (Cabrera y Pando 2011).

2.2.3. Importancia de la papa.

La papa es el artículo prioritario en la dieta y parte de la cultura alimentaria del 80 % de los peruanos. Este cultivo existe en más de 100 países del mundo siendo América del Norte y Europa que son los que alcanzan mayor producción, sin embargo en las últimas décadas Así, África y América Latina han registrado un crecimiento sorprendente (FAO, 2014). La papa es el tercer cultivo más importante en relación al consumo humano, después del arroz y el trigo. Es así que más de mil millones de personas en el mundo comen papa, la producción global supera los 300 millones de toneladas (CIP 2011).

En la última década, las tasas de crecimiento de la papa se han acelerado lo que resulta, un aumento de la importancia relativa en la alimentación mundial, demuestra que la papa mantendrá o aumentará su importancia económica relativa en la canasta familiar de los países en desarrollo en los próximos 20 años (Scott *et al.* 2000).

2.2.4. Producción de papa en el Perú.

La producción de papa en el país pasó de 1 364,3 a 4 527,6 t entre 1950 y 2016, mostrando una tasa de crecimiento anual promedio de 1,8%. Sin embargo, en las dos últimas décadas (de 1997 al 2016), la producción de este tubérculo creció más rápidamente, a una tasa de 3,4% anual, llegándose a obtener en el año 2015, una producción histórica récord de 4 715,9 t, como resultado de la expansión de la superficie cosechada, que creció a una tasa anual promedio de 1,2% y, principalmente, de una mejora de los rendimientos por ha, que creció a una tasa anual promedio de 2,2% (MINAGRI 2016).

Por zonas de producción, el 47,1% de la producción nacional corresponde al conjunto de regiones de la Zona Sierra Sur del país (Puno, Apurímac, Cusco, Arequipa, Ayacucho, Moquegua y Tacna), el 28,5% al conjunto de regiones de la Zona Sierra Centro (Huánuco, Junín, Huancavelica y Pasco), el 20,3% al grupo de regiones la Zona Sierra Norte (La Libertad, Cajamarca, Ancash, Amazonas, Piura y Lambayeque); y, el 4,1% restante, a la producción de las regiones de la Zona Centro Costa (Lima e Ica).

En Arequipa se obtiene un rendimiento promedio de 33,5 tha^{-1} y en Ica 32,2 tha^{-1} , en las regiones de Piura y Lambayeque, estos apenas llegan a 9,5 tha^{-1} y 6,6 tha^{-1} , respectivamente. Estas diferencias están relacionadas directamente con manejo del cultivo en áreas bajo riego o bajo secano; así, se tiene que en Arequipa, Ica y Lima, que muestran los más altos rendimientos del país, casi toda la producción proviene de áreas bajo riego; mientras que, en las regiones de Huánuco, Junín, Ayacucho, Apurímac y Huancavelica, con rendimientos más bajos, la producción proviene en su mayor parte de áreas bajo secano y en una pequeña proporción de áreas bajo riego. En los casos de Piura y Lambayeque, que registran los rendimientos más bajos del país, toda la producción proviene exclusivamente de áreas bajo secano. Cabe destacar, sin embargo, que en 10 de las 19 regiones productoras de papa, se obtiene rendimientos por encima del promedio nacional, que fue de 14,5 tha^{-1} , y que la producción de papa ha venido creciendo, principalmente, en base a la mejora de rendimientos, que de una expansión de las áreas cosechadas (MINAGRI 2017).

Tabla 1. Papa por región según variables productivas

Región	Producción (miles t)		Rendimiento (tha-1)	
	2016	2017	2016	2017
Amazonas	15.8	12.7	15.2	14.7
Ancash	60.5	45.6	10.5	10.4
Apurímac	251.5	255.9	16.8	18.5
Arequipa	37.0	41.2	30.0	33.3
Ayacucho	246.5	250.6	14.6	13.4
Cajamarca	99.7	74.2	12.6	12.4
Cusco	293.4	339.1	11.8	12.5
Huancavelica	145.8	123.8	10.3	10.6
Huánuco	149.7	191.3	10.9	12.5
Ica	0.3	0.2	8.2	12.4
Junín	249.7	225.1	16.4	15.7
La libertad	194.2	188.8	19.6	19.4
Lambayeque	0.2	0.9	7.5	7.9
Lima	5.6	4.7	7.5	7.9
Moquegua	2.7	3.5	12.2	12.1
Pasco	87.3	119.9	15.8	18.2
Piura	2.4	2.6	9.9	10.5
Puno	568.8	623.4	11.2	12.2
Tacna	0.3	2.5	15.3	20.4
PROMEDIO	126.9	131.9	13.5	14.5

Fuente: MINAGRI – OEEE 2017

2.3. Rendimiento en el cultivo de papa.

El rendimiento final de un cultivo de papa depende de la tasa de crecimiento promedio y del largo del período de crecimiento de los tubérculos. La proporción más importante del crecimiento de estos se da en la etapa 3 (crecimiento del follaje hasta el fin del crecimiento del cultivo), en la que prácticamente todos los asimilados disponibles son utilizados para el crecimiento de los tubérculos. La tasa de crecimiento de los tubérculos en esta etapa depende entonces solo de la capacidad de fuente del cultivo, o sea de la radiación solar interceptada y de

la eficiencia con que el área foliar transforme la radiación en azúcares simples. La disponibilidad de agua, nutrientes, radiación y CO₂, y la edad del follaje determina la eficiencia de uso de la luz. El IAF (índice del área foliar) determina la cantidad de radiación interceptada por el cultivo (Dogliotti 2011).

La duración de la tercera etapa depende directamente de la duración de la cobertura del suelo por un follaje activo, o sea, de la duración del área foliar (DAF). La DAF está afectada por factores del ambiente como la intensidad de radiación, la temperatura y la disponibilidad de agua y nutrientes, pero en condiciones ambientales óptimas lo que determina la DAF en la etapa 3 es la cantidad de biomasa acumulada en el follaje en las etapas anteriores. Cuanto mayor sea esa cantidad de biomasa y el IAF al que se llega al final de la etapa 2 (inicio de la tuberización hasta el fin del crecimiento del follaje), mayor va a ser la cantidad de radiación interceptada en la etapa 3, bajo condiciones ambientales adecuadas al crecimiento, y por lo tanto mayor el potencial de rendimiento del cultivo (Kooman *et al.* 1996).

La diferenciación de ramas y hojas en la planta de papa ocurre en la etapa 1 (de la siembra hasta el inicio de la tuberización), antes de la iniciación de la tuberización. Por lo tanto, la duración de la etapa 1 es un factor determinante del número de niveles de ramificación y por lo tanto del número de hojas formadas por planta (Kooman *et al.* 1996).

2.4. Componentes del rendimiento en papa.

Rousselle (1996) señala que el rendimiento resulta de la duración del engrosamiento de los tubérculos y del engrosamiento diario que depende de la medida en que el volumen del follaje y la alimentación hídrica estén en su punto óptimo, de la intensidad luminosa y de la temperatura. Rendimientos máximos implican un nivel alto de producción diaria durante un periodo prolongado, plantar la variedad adecuada, usar semillas sanas en buenas condiciones fisiológicas (periodo de reposo, ruptura del periodo de reposo, brotación múltiple y brotación filiforme) y poner especial atención a la humedad del suelo, fertilización y control de plagas (CIP 2013).

Durante el periodo de crecimiento de los cultivos, se puede observar varias etapas ontogénicas importantes en la determinación del rendimiento. En estas etapas ocurre la formación de los órganos responsables de la fotosíntesis y de la absorción de nutrientes y agua; la formación de los órganos potenciales de cosecha, el cuajado (consolidado) de los órganos de cosecha, llenado de los órganos de cosecha y la pérdida de la funcionalidad de hojas y raíces (Rojas y Seminario 2014).

Éstas etapas dan información de la necesidad de la cuantificación de los órganos implicados en el rendimiento de la parte cosechable. Esta cuantificación involucra: el número de tallos, la altura de tallos, el número total de tubérculos, el número de tubérculos comerciales, según Rojas y Seminario (2014), el peso de tubérculos comerciales, la materia seca, etc.

Para Hay y Walker (1989) los componentes de rendimiento de papa quedan definidos por: densidad de siembra (expresada en número de plantas por unidad de área); número de tuberculos planta⁻¹ y el peso del tubérculo, dando importancia al número y distribución de tamaño de los tuberculos de una variedad.

Estrada (2000) manifiesta que los componentes de rendimiento por planta son el número y tamaño de los tubérculos: El número de tubérculos están genéticamente controlados- y depende del número de tallos por planta. Cada tallo de *Solanum tuberosum* produce de 2.5 a 4.5 tubérculos con un promedio de 6cm. *Solanum andigena* produce casi el doble de tubérculos pero su tamaño promedio es de 4cm.

Morales *et al.* (2015) en un trabajo cuyo objetivo fue evaluar algunos componentes del crecimiento y el rendimiento en plantas de papa (*Solanum tuberosum* L.) sometidas a tres campañas encontraron que en promedio el número de tubérculos comerciales oscilo entre 6 a 8 tubérculos planta⁻¹ y un rendimiento de 18 a 23 t ha⁻¹.

Torres *et al.* (2012) evaluaron el rendimiento de la variedad de papa Cal White en base al número de tallos y número de tubérculos comerciales, encontraron

que el número de tubérculos planta⁻¹ estaba en función del número de tallos. Tal es así que con un tallo planta⁻¹ se obtuvo 3 tubérculos planta⁻¹, y con 4 tallos planta⁻¹ se obtuvo un promedio de 9 tubérculos planta⁻¹ respectivamente, a la vez obtuvo 28 t ha⁻¹ en campo.

Sarquis y López (1999) estudiaron el rendimiento y sus componentes de rendimiento de papa de 26 clones, encontraron que el número de tubérculos comerciales por planta variaron de entre 7.1 tubérculos planta⁻¹ hasta 15.3 tubérculos planta⁻¹ con un registro de rendimiento de 1.7 kg m⁻², indicando que esto depende de la variedad y del tamaño del tubérculo.

López *et al.* (2013). Realizaron un estudio comparativo de las variedades, Serranita, Chucmarina, Pallay poncho y Puca lliclla, en el anexo Chaquicocha, Distrito de Tayabamba, Provincia Pataz, Región La Libertad. El objetivo fue el rendimiento y sus componentes de rendimiento. Encontraron que hubo variación estadística para el rendimiento, número de tubérculos comerciales entre las variedades en estudio. Para el número de tubérculos comerciales por planta sobresalió la variedad Pallay poncho con 15 tubérculos planta⁻¹, el segundo lugar lo ocuparon la variedad serranita y Puca lliclla con un promedio de 10 tubérculos planta⁻¹, ocupando el último lugar la variedad Chucmarina que obtuvo 4 tubérculos planta⁻¹.

Rojas y Seminario (2014) en un estudio de diez cultivares promisorios de papa chaucha encontraron que el número de tubérculos comerciales (NTC) varió de 2 tubérculos planta⁻¹ en la variedad Huagalina a 4,2 tubérculos planta⁻¹ en la variedad Chimbina colorada. Los cultivares mostraron pesos promedio de tubérculos comerciales (PTC/NTC) superiores a los 40 g, con diámetros superiores a 3 cm. Así mismo encontraron un rendimiento que varió de 5 t ha⁻¹ (Huagalina) a 11.5 t ha⁻¹ (Amarilla mahuay) con una media de 8.6 t ha⁻¹.

Tirado (2014) evaluó el rendimiento de clones avanzados de papa (*Solanum tuberosum* L.) con pulpa pigmentada en la región Cajamarca. Los resultados indicaron que en el presente experimento se encontró cuatro clones cuyos rendimientos oscilan entre 31.3 t ha⁻¹ a 35 t ha⁻¹.

2.5. Factores que influyen en el rendimiento.

2.5.1. Temperatura.

La papa es considerada una planta termoperiódica, es decir, necesita una variación de las temperaturas entre el día y la noche. Dicha variación debe ser entre 10 a 25 °C en el aire. La temperatura del suelo adecuada para el desarrollo de tubérculos debe ser de 7 a 16 °C durante la noche y de 16 a 22 °C en el día. Cuando la oscilación de estas temperaturas es menor a las especificadas anteriormente, se ve afectado el crecimiento y tuberización de la papa (Sánchez 2003).

Temperaturas óptimas están en el rango entre 18 y 25 °C. A mayor temperatura (hasta 27-28 °C), mayor es la tasa de crecimiento potencial del follaje y por lo tanto mayor es su capacidad de consumir asimilados disponibles. Como antes del inicio de la tuberización (y aún luego de iniciada hasta que no hay varios tubérculos creciendo activamente en la planta), la principal fosa es el follaje, las condiciones que favorezcan el crecimiento de este van a retrasar el inicio de la tuberización. Esto se debe a que las condiciones que favorezcan un rápido crecimiento del follaje hacen que este consuma todos los asimilados disponibles (Kooman y Haverkort 1994).

2.5.2. Humedad.

Según Muñoz (1984), un cultivo de papa localizado a 3000 msnm necesita entre 600 y 700 mm de precipitación distribuida en forma más o menos uniforme a lo largo del ciclo vegetativo. Dentro de las etapas fisiológicas de la planta, la más crítica, durante la cual no debe faltar agua, corresponde al periodo de tuberización y floración. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que, al igual que la temperatura, los excesos de humedad favorecen la diseminación de bacterias y hongos. La necesidad de precipitación es mayor al inicio de la tuberización hasta aproximadamente 20 días antes de la cosecha; sin embargo en nuestra región la precipitación anual oscila entre 700 a 800 mm (Rojas 1979).

2.5.3. Suelo.

Los suelos ideales para el cultivo de papa son los francos y franco arenosos, fértiles, sueltos, profundos, drenados, ricos en materia orgánica y con un pH de 4.5 - 7.5. Suelos arcillosos está bien si esta sueltos y no se debe aplicar mucha agua a la última etapa (Andrade 2010).

2.5.4. Fotoperiodo.

Poehlman y Allen (2003) indican que el rendimiento de tubérculos está determinado por el número de estos órganos que se producen por planta y por el peso de cada uno. El número de tubérculos por planta va de tres a diez. Al seleccionar un mejor rendimiento de tubérculos, es necesario considerar la respuesta de plantas al fotoperiodo. El crecimiento vegetativo es favorecido por los días largos y la temperatura moderada, el crecimiento de los estolones es favorecida por los días largos y calurosos, en tanto el rendimiento es favorecido por los días largos que estimula el crecimiento vegetativo seguido de días cortos que activan la tuberización. La cantidad de follaje influye sobre el rendimiento. La reacción del fotoperiodo es heredable e interviene un gran número de genes.

La papa es una planta de día corto. En su lugar de origen, el acortamiento de los días es la señal que anuncia la llegada del período frío, inadecuado para el crecimiento. Ante este estímulo la planta inicia la formación de sus órganos de almacenamiento y resistencia (los tubérculos). A través de la domesticación y la adaptación a condiciones de climas muy diversos, el hombre fue desarrollando numerosas variedades de papa con diferencias grandes en cuanto a la respuesta al fotoperiodo. Desde variedades casi insensibles a este estímulo hasta variedades muy exigentes en fotoperiodo para la tuberización (Dogliotti 2011).

El acortamiento de los días o fotoperiodo corto es un factor que estimula o acelera la entrada en tuberización de la mayoría de las variedades, pero no determina este proceso. Es decir, que en condiciones de día largo o fotoperiodos crecientes muchas variedades también iniciarán la tuberización, se puede decir que la respuesta de este cultivo al fotoperiodo es una respuesta cuantitativa. La percepción del fotoperiodo por parte de la planta ocurre en la hoja y de alguna

manera esta señal debe ser transmitida a los estolones debajo del suelo, donde ocurrirá la formación de los tubérculos (Quispe *et al.* 1997).

2.5.5. Densidad.

La densidad de siembra está referida a la cantidad de plantas instaladas en campo por unidad de área. La densidad de plantación incide directamente en el número de tubérculos que se va a producir por unidad de superficie. Por lo tanto, en medida que se incrementa la densidad de plantación se incrementa la producción de tallos por hectárea y en consecuencia se incrementa el número de tubérculos por hectárea (Masarirambi *et al.* 2012).

Rousselle (1996) indica que la elección de la densidad de plantación no tiene forzosamente repercusión sobre el rendimiento global de un cultivo, aunque es un medio para influir en algunos parámetros precedentes. Por otra parte, a igualdad de condiciones las plantas cultivadas con una gran densidad producen un número menor de tubérculos y tienen un rendimiento individual menor que las cultivadas con una densidad más débil. Ello es debido probablemente a una mayor competencia por la luz.

Por otra parte Sandaña (2015) indica que al incidir en el número de tubérculos, la densidad de plantación, incide en el rendimiento final del cultivo y en la distribución de calibres de papa.

Con una alta cantidad de tallos por unidad de superficie, provocada por una alta densidad de plantación y/o por tubérculos semilla en un estado más avanzado de brotación (brotación múltiple), se logra cubrir el suelo por el follaje más rápidamente que con una baja densidad o semilla en estado de brotación apical. La competencia por luz entre tallos a alta densidad hace que la ramificación y aparición de hojas cese antes, y esto afecta en cierta medida el inicio de la tuberización, adelantándolo (Dogliotti 2011).

El CIP (2013) recomienda un distanciamiento entre surcos es de 1m. tanto si se quiere producir papa para consumo como si se quiere producir papa semilla; y entre plantas 0.30 m cuando se quiere producir papa para consumo y 0.25 m cuando se quiere producir papa para semilla.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación.

El presente trabajo de investigación se realizó en la localidad de Santa Rosa de Chaquil, distrito de La Encañada (provincia y departamento de Cajamarca). Ubicada en las coordenadas geográficas 7°8'14" latitud Sur, 78°22'3" latitud Oeste, a una altitud de 2862 msnm. Presenta las siguientes características meteorológicas: Temperatura media promedio anual de 16.58 °C, Humedad Relativa de 67 % y Precipitación promedio anual de 88.66 mm.

Tabla 2. Datos meteorológicos registrados durante el proceso de investigación: de noviembre de 2016 a abril del 2017. Estación meteorológica La Encañada.

Meses	Temperatura			Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)
	Máxima (°C)	Mínima (°C)	Media (°C)		
Noviembre (2016)	22.3	3.4	12.85	30	67
Diciembre (2016)	19.3	7.9	13.6	112.5	65
Enero (2017)	18.9	8.2	13.55	103.1	64
Febrero (2017)	19.4	7.8	13.6	100	70
Marzo (2017)	18.6	8.5	13.55	158.1	72
Abril (2017)	19.2	8.1	13.65	93	65
Mayo (2017)	19	6.6	12.8	80.6	63
Junio (2017)	19.4	4.4	11.9	32	70
Total				709.3	
Promedio	19.51	6.86	16.58	88.66	67

Fuente: SENAMHI (2017)

3.2. Materiales.

3.2.1. Material biológico.

- Se utilizó veinte clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) provenientes del Centro Internacional de la Papa (CIP), seleccionadas dentro del germoplasma que mantiene el INIA (Tabla 3).

Tabla 3. Clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) utilizados en el experimento, identificados a través de un código proporcionado por el CIP.

N°	CLON	PEDIGREE
T1	308427.194	395017,229 X 395011,2
T2	308431.273	395096,2 X 395011,2
T3	308433.101	395109,29 X 395011,2
T4	308433.160	395109,29 X 395011,2
T5	308433.351	395109,29 X 395011,2
T6	308436.173	395111,13 X 395011,2
T7	308436.245	395111,13 X 395011,2
T8	308436.84	395111,13 X 395011,2
T9	308441.227	395114,5 X 396240,2
T10	308447.74	396004,337 X 395011,2
T11	308476.16	395077,12 X 395011,2
T12	308478.123	395096,2 X 396264,14
T13	308478.59	395096,2 X 396264,14
T14	308480.292	395109,29 X 395017,242
T15	308480.298	395109,29 X 395017,242
T16	308481.314	395109,34 X 395017,229
T17	308486.187	395112,32 X 396012,288
T18	308486.221	395112, 32 X 396012,288
T19	Yungay	
T20	INIA 302 - Amarilis	(Monserrate x Atzimba) x Bulk Precoz

Fuente: Centro Internacional de la Papa (CIP) 2017.

Tabla 4: características morfológicas de los clones en estudio

CLON	COLOR PIEL	COLOR DE PULPA	FORMA TUBÉRCULO	OJOS
308427.194	Rosado	Crema	Oblongo	Superficiales
308431.273	Crema/rosado	Crema	Elíptica	Superficiales
308433.101	Crema/rosado	Crema	Ovalado	Superficiales
308433.160	Rojo	Crema	Ovalado	Superficiales
308433.351	Crema	Crema	Elíptico	Superficiales
308436.173	Crema	Crema	Elíptico	Superficiales
308436.245	Crema	Crema	Ovalado	Superficiales
308436.84	Rojo	Crema	Ovalado	Superficiales
308441.227	Crema/rosado	Crema	Elíptico	Superficiales
308447.74	Rojo	Crema	Oblongo	Superficiales
308476.16	Rojo	Crema	Ovalado	Superficiales
308478.123	Crema/rosado	Crema	Oblongo	Superficiales
308478.59	Crema	Crema	Ovalado	Superficiales
308480.292	Crema	Crema	Elíptico	Superficiales
308480.298	Crema	Crema	Ovalado	Superficiales
308481.314	Crema/rosado	Crema	Ovalado	Superficiales
308486.187	Crema	Crema	Ovalado	Superficiales
308486.221	Rosado/crema	Crema	Oblongo	Superficiales
Yungay	Amarillo con ojos de color rojizo	amarillenta	Oval chato	Superficiales
INIA 302- amarilis	crema	amarillenta	Oval chato	Superficiales

Fuente: (INIA 2016). Estación Experimental Baños del Inca

3.2.2. Insumos.

➤ Fertilizantes

- Gallinaza
- Urea (46 % N)
- Superfosfato triple de calico (46 % P_2O_5)
- Cloruro de potasio (60 % K_2O)

➤ Insecticidas

- Furadan 4f

➤ Fungicida

- Ridomil 68WG
- Mancozeb 80W

➤ Adherente

- Pegasol

3.2.3. Material de campo.

- Wincha
- Rafia
- Estacas
- Mochila aspersora
- Palana
- Lampa
- Cartulina
- Plumón indelible
- Balanza
- Regla graduada
- Bolsas de papel
- Libreta de campo
- Lapiceros
- Cámara fotográfica

3.2.4. Equipo de gabinete.

- Equipo de cómputo.
- Calculadora.

3.3. Análisis físico químico del suelo.

Antes de realizar la siembra se realizó el análisis físico químico del suelo, lo cual consistió en recolectar 10 submuestras del área en estudio (300 m²), luego se mezcló todas las submuestras en un recipiente y se seleccionó una muestra de 1Kg de suelo, el cual fue analizado en laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA (Estación Experimental Baños del Inca). Los resultados del análisis fueron los que se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Análisis de suelo de la parcela en estudio.

Código de laboratorio	P ppm	K ppm	pH	M.O %	Al meq/100g	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
SU1086-EEBI-16	30.52	220.0	4.8	2.10	0.38	--	--	--	--

Fuente: INIA - Estación Experimental Baños de Inca (2016).

Según la tabla 5, es un suelo con pH de reacción ácida, presenta un nivel medio en materia orgánica y un nivel alto en fósforo y potasio. Recomendaciones del laboratorio de INIA, equivalente a 160 kg de N ha⁻¹, 100 Kg de P₂O₅ ha⁻¹ y 110 Kg de K₂O ha⁻¹.

3.4. Metodología.

El experimento se realizó entre los meses de noviembre del 2016 y junio del 2017. Se utilizaron veinte clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) los que fueron cedidos por el centro internacional de papa (CIP).

3.4.1. Diseño experimental.

Por las características del estudio se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones.

Cada clon (tratamiento) tuvo tres repeticiones; cada repetición estuvo formada por 20 surcos de 10 plantas cada uno. El distanciamiento fue de 1.00 m entre surcos y 0.30 m entre plantas (equivalente a una densidad de siembra de: 33 333 plantas ha⁻¹) Para la evaluación se tomó el surco completo (10 plantas para muestra).

Las dimensiones del campo experimental son: Área total del campo experimental es de 286 m² (22 m x 13 m), área experimental 180 m² (20 m x 9 m) y área de la unidad experimental 3 m² (3m x 1m), como se muestra en la Figura 1.

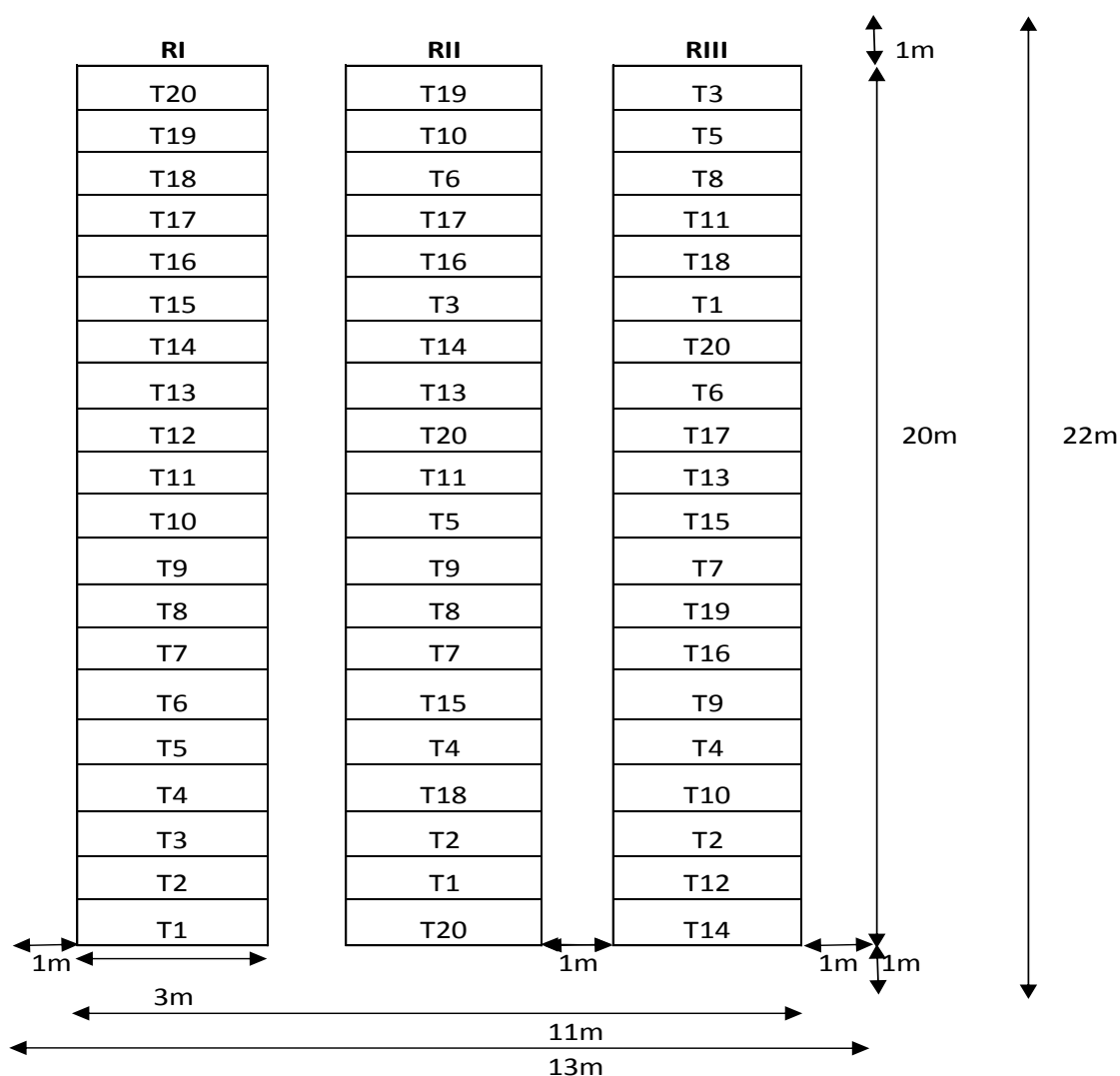


Figura 1. Croquis del campo experimental.

3.4.2. Conducción del experimento.

3.4.2.1. Preparación del terreno.

La preparación del terreno se realizó 30 días antes de la siembra y se hizo con el uso de tractor. Primero se realizó la aradura, luego se pasó mullidora, para posteriormente nivelar el terreno cuya área de 286m², con tres bloques de 60m² cada uno. Para evitar inundaciones o encharcamiento, se trazaron los surcos. Se hizo el surcado en número de 20 surcos por bloque, con los diferentes distanciamientos establecidos para el experimento (1m de distancia entre surcos).

3.4.2.2. Selección de la semilla.

El tubérculo-semilla fue proporcionado por el departamento de mejoramiento y genética del Centro Internacional de la Papa, material debidamente seleccionado (con brotamiento múltiple) y etiquetado con sus claves correspondientes. Se seleccionaron 30 tubérculos semilla por clon.

3.4.2.3. Siembra.

Se realizó el 09 de diciembre del 2016, de forma manual, se instaló los clones según el diseño experimental; sembrando un tubérculo por golpe a una distancia de 1.00 m entre surco y 0.30 m entre plantas. La densidad de siembra fue de 30 tubérculos por parcela.

3.4.2.4. Fertilización y abonamiento del terreno.

De acuerdo a la naturaleza del suelo y en función del análisis del suelo nos da una recomendación 160 Kg de N ha⁻¹, 100 Kg de P₂O₅ ha⁻¹ y 110 Kg de K₂O ha⁻¹. Con fines de investigación se optó por utilizar una fuente nitrogenada de origen mineral (Urea 46% de N), y una fuente orgánica (gallinaza 2 t ha⁻¹) para que aparte de proveer nitrógeno, estaría cumpliendo un rol de enmienda para las propiedades físico químico del suelo.

Otras fuentes de fertilidad fueron Superfosfato Triple de Calcio (46% de K₂O) y Cloruro de Potasio (60 % de P₂O₅).

Para el cálculo de las cantidades se consideró un área experimental de 180 m². Se determinó las siguientes cantidades requeridas: 5 kg de Urea, 4 kg de superfosfato triple de calcio, 3 kg de cloruro de potasio y 36 kg de gallinaza.

Los fertilizantes fueron incorporados al momento de la siembra, el 50% del nitrógeno más toda la dosis de fósforo y Potasio, y 30 días después se aplicó la segunda dosis nitrogenada.

3.4.2.5. Deshierbo.

El primer deshierbo se realizó manualmente 30 días después de la siembra, para dicha actividad se empleó 2 jornales. El control de malezas posterior se realizó conforme aparecían las hierbas.

3.4.2.6. Aporque.

El aporque se efectuó en forma manual a los 57 días de la siembra, empleándose 2 jornales. En ésta actividad se brindó a la planta un soporte mecánico más estable, con la acumulación de tierra favoreciendo una mejor estolonización y posterior tuberización

3.4.2.7. Control fitosanitario.

Se realizaron dos aplicaciones preventivas, la primera se realizó 28 días después de la siembra, el segundo 50 días después de la siembra.

Para prevenir y/o controlar las infecciones foliares por “rancha” (*Phytophthora infestans*); se utilizaron fungicidas químicos comerciales, Manzeb y Ridomil 68WG. Para prevenir y/o erradicar de la presencia de pulgilla (*Epitrix sp.*) se usó del insecticida Furadan 4f.

En el primer control se efectuó una aplicación de Ridomil 68 WG con una dosis de 2g por litro de agua y Furadan 4f con una dosis de 2ml por litro de agua, con la ayuda de una mochila de 20 litros.

En el segundo control fitosanitario se usaron los productos Mancozeb con una dosis de 2g por litro de agua, furadan 4f 2ml litro-1 de agua, ambos productos fueron aplicados con la ayuda de un adherente (pegasol 0,05ml por litro de agua).

3.4.2.8. Cosecha.

Esta labor se realizó a los 132 días después de la siembra. Esta actividad se efectuó manualmente con picos y lampas, cuando el cultivo alcanzó un grado de madurez en función a la firmeza del peridermo del tubérculo y el follaje se había marchitado.

Se cosechó planta por planta tratando de no dañar los tubérculos ni mezclar los tratamientos, después se realizó las evaluaciones respectivas a la cosecha.

3.4.3. Evaluaciones realizadas en campo:

3.4.3.1. Porcentaje de emergencia.

Se contabilizó el número de plantas emergidas por unidad experimental a los 20 días después de la siembra, en relación al número de plantas sembradas y se expresó estos valores en porcentaje.

3.4.3.2. Altura de planta.

Esta actividad se realizó a los 100 días después de la siembra, cuando las plantas alcanzaron un 50 % de floración, momento en el cuál, se considera que la planta alcanza su máximo desarrollo y crecimiento. Se midió desde la base (nivel del suelo), hasta el ápice de la planta con ayuda de una regla graduada. Los datos obtenidos se expresaron en cm.

3.4.3.3. Número de tubérculos totales.

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

3.4.3.4. Número de tubérculos comerciales.

Se realizó en base a la selección participativa de los productores. Se seleccionó los tubérculos que presentaron mayor porcentaje de resistencia (libre de enfermedades y plagas), mejores características agronómicas; por otro lado, se descartaron los susceptibles y de malas características. El criterio de selección fue tamaño y peso: extra, primero, segunda, tercera y cuarta. Considerándose como tubérculos comerciales a los tubérculos con peso igual o superior a 40g.

Peña (2009) clasifica los tubérculos de papa en base a su calidad en extra, primera, segunda, tercera y cuarta como se muestra a continuación:

Extra: Mas de 121g.	Extra: mayores de 130 mm de largo
Primera: De 80 a 120g.	Primera: 111 a 130 mm de largo
Segunda: De 40 a 79g.	Segunda: 91 a 110 mm de largo
Tercera: De 20 a 39g.	Tercera: 71 a 90 mm de largo
Cuarta: Menos de 20g.	Cuarta: menores de 70 mm de largo

3.4.3.5. Rendimiento total.

Se registró el peso total de los tubérculos cosechados de cada surco (clon), es decir sumando los rendimientos de las tres repeticiones. Finalmente se registró el rendimiento total de cada clon expresado en kg parcela⁻¹ y luego se expresó en t ha⁻¹.

El rendimiento se obtuvo mediante la ecuación de Hay y Walker (1989) que considera tres componentes básicos del rendimiento.

$$\text{Rendimiento (kg ha}^{-1}\text{)} = \text{Densidad (33 333 plantas)} \times \text{N}^{\circ} \text{ tubérculos por planta} \\ \times \text{peso promedio del tubérculo fresco (kg).}$$

Finalmente, el rendimiento se expresó en toneladas por hectárea (t ha⁻¹).

3.4.3.6. Rendimiento de tubérculos comerciales.

Se seleccionaron los tubérculos con buenas características sanitarias aptas para el mercado. El criterio de selección fue tamaño extra, primero, segundo y tercera. Luego su peso se registró en kg, luego estos resultados se expresaron en $t\ ha^{-1}$.

3.5. Procesamiento y análisis de datos.

Los datos obtenidos en las diferentes evaluaciones de campo fueron ordenados, clasificados y agrupados en una hoja de Excel, de acuerdo a las exigencias del análisis de varianza (ANOVA). En primer lugar, se realizó el ANOVA para determinar si existen diferencias estadísticas. En los casos en donde se encontró significación, se realizó la prueba de rango múltiple Duncan al 5 % de probabilidad.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento total (t ha⁻¹).

Se procedió a realizar el análisis de varianza en el cual se encontró significación estadística al 1% de probabilidades para la variable clones (Tabla 6), lo cual indica que existen diferencias reales entre los promedios de los clones de papa. El coeficiente de variación de 29.62% es un valor aceptable para las condiciones bajo lo cual se condujo el experimento.

Tabla 6. Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento total de tubérculos (t ha⁻¹).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F _{Tabular}		Pr > F
					0.05	0.01	
Bloques	2	108.23	54.113	2.41	3.25	5.21	0.1036
Clones	19	1691.91	89.048	3.96 **	1.85	2.40	0.0001
Error	38	853.98	22.473				
Total	59	2654.12					

R² = 0.6782 CV = 29.62 %

El valor del coeficiente de determinación alcanzó 0.6782, indicándonos que el 67.82% de la respuesta se debe al efecto de los clones de papa y que el 32.18% se deben a factores no controlables.

Debido a que hay diferencias entre los promedios de los clones de papa (Tabla 7), se procedió a realiza la prueba de comparación de promedios de Duncan ($\alpha=0.05$).

Se aprecia que no hay significación estadística entre los seis primeros clones (INIA 302-Amarilis, 308436.173, 308481.314, 308478.59, 308436.245, 308436.84) cuyo rendimientos oscilan entre 20.33 tha⁻¹ hasta 23.77 tha⁻¹. Estos clones superan a los rendimientos promedios de la región 12.4 tha⁻¹ y del país 14.5 tha⁻¹ (MINAGRI 2017) respectivamente.

Se encontró un segundo grupo de clones de papa cuyos rendimientos varían entre 16.33 tha^{-1} a 19.8 tha^{-1} respectivamente. Estos clones también se consideran ser superiores a los rendimientos promedios de la zona.

Tirado (2014) encontró clones que presentaron rendimientos que superan a los nuestros; como CIP302289.32 (35 t ha^{-1}), CIP302288.39 (34.7 t ha^{-1}) CIP302281.39 (31.5 t ha^{-1}) y 302288.35 (31.3 t ha^{-1}) siendo la Liberteña con 6.36 t ha^{-1} , quien registró el menor rendimiento.

Villanueva (2017) evaluó el rendimiento de 15 cultivares de papa chaucha (*Solanum tuberosum* L; grupo phureja) de la región Cajamarca. Los cultivares que obtuvieron mayor rendimientos fueron: Blanca amarilla (27.8 t ha^{-1}), Limeña huachuma (27.4 t ha^{-1}), Llanqueja (24.9 t ha^{-1}), Amarilla redonda (23.3 t ha^{-1}) y Piña amarilla (21.8 t ha^{-1}). Este antecedente corrobora nuestros resultados, dado que, el rendimiento más alto es de 27.8 t ha^{-1} y el nuestro es 23.77 tha^{-1} (308436.84).

Por otro lado, Tapia (2017) al evaluar la fenología y caracterización morfológica de 43 entradas de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo phureja) de la región Cajamarca, encontró los mejores rendimientos con los cultivares Montañera (41.5 t ha^{-1}), Limeña huachuma (38.19 t ha^{-1}), y Roja 2 (36.8 t ha^{-1}). El cultivar Pimpinela produjo el rendimiento más bajo 6.3 t ha^{-1} . Este antecedente dista de nuestros resultados.

Tabla 7. Prueba de significación de Duncan al 5 % de probabilidad para el rendimiento total de 20 clones de tubérculos (t ha⁻¹).

Orden de Merito	Clon	Código	Rendimiento total	Significación al 5 %
1	C8	308436.84	23.78	a
2	C7	308436.245	23.33	a
3	C13	308478.59	22.78	a b
4	C16	308481.314	21.44	a b
5	C6	308436.173	20.33	a b c d
6	C20	INIA 302-Amarilis	20.33	a b c d
7	C15	308480.298	19.89	b c d
8	C18	308486.221	19.11	b c d e
9	C5	308433.351	17.11	b c d e
10	C11	308476.16	16.56	b c d e
11	C17	308486.187	16.33	b c d e f
12	C10	308447.74	16.33	b c d e f g
13	C3	308433.101	14.00	c d e f g h
14	C19	Yungay	12.78	d e f g h
15	C1	308427.194	12.11	d e f g h
16	C4	308433.160	11.44	d e f g h
17	C14	308480.292	10.44	e f g h
18	C2	308431.273	8.67	g h
19	C12	308478.123	7.33	g h
20	C9	308441.227	6.00	h

4.2. Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento de tubérculos comerciales (t ha⁻¹).

El análisis de varianza de la Tabla 8 muestra que hay diferencias altamente significativas para la fuente de variación clones de papa, lo cual sugiere que hay diferencias entre los promedios de rendimiento de los clones de papa en estudio. El coeficiente de variación obtenido es del 24.71%, un valor aceptable para las condiciones de campo. El valor del coeficiente de determinación R² es de 0.715594, el cual indica que el 71.55% de los resultados se debe al efecto de los clones en estudio y que el 28.45 % se debe a factores de error de muestreo.

La significancia de la fuente clon, nos conduce a verificar que algunos clones sobresalen respecto a su promedio. Para ello se ha realizado la prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha=0.05$) (tabla 9).

Tabla 8. Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento de tubérculos comerciales ($t\ ha^{-1}$).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F _{Tabular}		Pr > F
					0.05	0.01	
Bloques	2	2.849	1.425	0.18	3.25	5.21	0.1036
Clones	19	744.842	39.202	5.01 **	1.85	2.40	0.0001
Error	38	297.162	7.820				
Total	59	1044.854					
R² = 0.7155		CV = 24.71 %					

La prueba de Duncan (tabla 9) indica que hay cuatro clones de papa que no difieren estadísticamente (308476.16, 308478.59, 308436.173, 308436.84) cuyos rendimientos oscilan entre $15.5\ tha^{-1}$ hasta $17.9\ tha^{-1}$ respectivamente. Estos rendimientos superan a los rendimientos obtenidos en la región de Cajamarca, cuyo valor es $12.4\ tha^{-1}$ así como al rendimiento promedio nacional, que es $14.5\ tha^{-1}$ (MINAGRI 2017). Se encontró otro grupo de clones de papa cuyos rendimientos de tubérculos comerciales están comprendidos entre $12.233\ tha^{-1}$ hasta $13.690\ tha^{-1}$ respectivamente, y que no difieren estadísticamente entre los promedios. Estos clones muestran rendimientos que están por debajo del rendimiento del país, pero superan al rendimiento de la región Cajamarca (MINAGI, 2017). Los clones restantes alcanzaron rendimientos que oscilan entre $5.00\ tha^{-1}$ hasta $11.9\ tha^{-1}$ respectivamente.

Tabla 9. Prueba de significación de Duncan al 5 % de probabilidad para el rendimiento de tubérculos comerciales de 20 clones.

Orden de Merito	Clon	Código	Rendimiento (tha ⁻¹)	Significación al 5 %
1	C8	308436.84	17.9	a
2	C6	308436.173	16.3	a
3	C13	308478.59	15.8	a b
4	C11	308476.16	15.5	a b
5	C18	308486.221	13.7	b c
6	C20	INIA 302-Amarilis	13.3	b c
7	C10	308447.74	12.7	b c d
8	C15	308480.298	12.2	b c d e
9	C5	308433.351	11.9	c d e
10	C7	308436.245	11.8	c d e
11	C1	308427.194	11.6	c d e
12	C16	308481.314	11.4	c d e
13	C2	308431.273	10.2	d e f
14	C3	308433.101	10.0	d e f
15	C17	308486.187	9.6	d e f
16	C4	308433.160	8.3	d e f
17	C14	308480.292	7.2	e f
18	C12	308478.123	6.0	f
19	C9	308441.227	5.9	f
20	C19	Yungay	5.0	f

Los rendimientos promedios que obtuvieron los clones C8 (308436.84), C6 (308436.173), C13 (308478.59) y C11 (308476.16) son inferiores a los obtenidos por Castillo *et al.* (2000), Cabrera (2019), Colunche (2014), Alcalde (2019), Gonzales *et al.* (2000), Nuñez (2016), quienes en experimentos comparativo de genotipos de papa y en estudios de estabilidad con papas tetraploides ($2n=4x=48$) cuyos rendimientos obtenidos variaron entre 26.5 tha⁻¹ hasta 42.3 tha⁻¹ respectivamente. Esto se debe a la variación ambiental, tales como tipo de suelo, temperatura, humedad relativa, pH, precipitación entre otros que causa la llamada interacción genotipo x medio ambiente (IGE) como lo reportan (Vásquez 2014, Colunche 2014, Cabrera 2019).

4.3. Análisis de varianza (ANOVA) para el número total de tubérculos.

El análisis de varianza de la Tabla 10 muestra que hay diferencias altamente significativas para la fuente de variación clones de papa, lo cual sugiere que hay diferencias entre los promedios del número de tubérculos de los clones de papa en estudio. El coeficiente de variación obtenido es del 14.69%, un valor aceptable para las condiciones de campo. El valor del coeficiente de determinación R^2 es de 0.68, el cual indica que el 68 % de los resultados se debe al efecto de los clones en estudio y que el 32 % se debe a factores de error de muestreo.

La significancia de la fuente clon, nos conduce a verificar que algunos clones sobresalen respecto a su promedio. Para ello se ha realizado la prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha=0.05$) (tabla 11).

Tabla 10. Análisis de varianza (ANOVA) para el número total de tubérculos.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular		p-valor
					5 %	1 %	
Bloques	2	0.49	0.24	0.2	3.25	5.21	0.8189
Clon	19	99.66	5.25	4.31**	1.85	2.40	0.0001
Error	38	46.28	1.22				
Total	59	146.43					

$R^2 = 0.68$ **CV = 14.69 %**

La prueba de Duncan indica que hay 11 clones de papa que no difieren estadísticamente (308427.194, 308486.221, INIA 302-Amarilis, Yungay, 308478.59, 308476.16, 308486.187, 308481.314, 308436.173, 308436.84, 308436.245), cuyos promedios en el número de tubérculos totales oscilan entre 53 hasta 103 tubérculos por clon, equivalente a 5.3 hasta 10.3 tubérculos planta⁻¹. Se encontró otro grupo de clones de papa cuyo número de tubérculos están comprendidos entre 34 hasta 52 respectivamente, equivalente a 3.4 hasta 5.2 tubérculos por planta, y que no difieren estadísticamente entre los promedios.

Al respecto, los resultados difieren con lo hallado por Tirado (2014) que al evaluar 30 clones avanzados de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Cajamarca, determinó que el clon CIP302286.13 con 39.9 tubérculos planta⁻¹ y CIP302288.35 con 39.8 tubérculos planta⁻¹; superaron a los demás clones. Finalmente, Liberteña, con promedios de 16.9 fueron la que obtuvo el resultado más bajo del número totales

de tubérculos planta⁻¹; superaron a los demás clones. Finalmente, los clones CIP384866.5-Amarilis INIA, CIP302306.18 y Liberteña, con promedios de 21, 20 y 17 respectivamente, fueron los que obtuvieron los resultados más bajos del número total de tubérculos/planta. Estos clones superan numéricamente a los clones en estudio.

La variabilidad del número de tubérculos planta⁻¹ según Pozo (2001) indica que se deben al genotipo de cada clon. Sands *et al.* (1979) mencionaron que la planta podrá formar tantos tubérculos como la genética de la planta pueda expresar bajo condiciones específicas de manejo.

Tabla 11. Prueba de significación de Duncan al 5 % de probabilidad para el número total de tubérculos de 20 clones.

Orden de Merito	Clon	Código	Tubérculos totales	Tubérculos Planta ⁻¹	Significación al 5 %
1	C7	308436.245	103	10.3	a
2	C8	308436.84	90	9.0	a b
3	C6	308436.173	84	8.4	a b c
4	C16	308481.314	83	8.3	a b c d
5	C17	308486.187	73	7.3	a b c d
6	C11	308476.16	66	6.6	a b c d e
7	C13	308478.59	66	6.6	a b c d e
8	C19	Yungay	62	6.2	a b c d e
9	C20	INIA 302-Amarilis	59	5.9	a b c d e
10	C18	308486.221	56	5.6	a b c d e
11	C1	308427.194	53	5.3	a b c d e
12	C15	308480.298	53	5.3	b c d e
13	C14	308480.292	52	5.2	b c d e
14	C10	308447.74	50	5.0	b c d e
15	C4	308433.160	48	4.8	b c d e
16	C3	308433.101	45	4.5	b c d e
17	C5	308433.351	43	4.3	b c d e
18	C2	308431.273	40	4.0	c d e
19	C12	308478.123	34	3.4	c d e
20	C9	308441.227	22	2.2	e

4.4.

4.5. Análisis de varianza (ANOVA) para el número de tubérculos comerciales.

El análisis de varianza de la Tabla 12 muestra que hay diferencias significativas para la fuente de variación clones de papa, lo cual sugiere que hay diferencias entre los promedios del número de tubérculos comerciales de los clones de papa en estudio. El coeficiente de variación obtenido es del 19.56 %, un valor aceptable para las condiciones de campo. El valor del coeficiente de determinación R^2 es de 0.53, el cual indica que el 53 % de los resultados se debe al efecto de los clones en estudio y que el 47 % se debe a factores de error de muestreo.

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

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F tabular		p-valor
					5 %	1 %	
Bloques	2	3.09	1.55	1.69	3.25	5.21	0.1986
Clon	19	36.56	1.92	2.1*	1.85	2.40	0.0255
Error	38	34.83	0.92				
Total	59	74.48					
$R^2 = 0.53$		CV = 19.56 %					

La significancia de la fuente clon, nos conduce a verificar que algunos clones sobresalen respecto a su promedio. Para ello se ha realizado la prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha=0.05$) (tabla 13).

La prueba de Duncan indica que hay 6 clones de papa que no difieren estadísticamente (308478.59, 308481.314, 308476.16, 308436.245, 308436.84, 308436.173), cuyos promedios en el número de tubérculos comerciales oscilan entre 28 hasta 45 tubérculos por clon, equivalente a 2.8 hasta 4.5 tubérculos planta⁻¹. Se encontró otro grupo de clones de papa cuyo número de tubérculos están comprendidos entre 21 hasta 27 respectivamente, equivalente a 2.1 hasta 2.7 tubérculos planta⁻¹, y que no difieren estadísticamente entre los promedios.

Tirado (2014) encontró un grupo de clones de papa, entre los cuales el clon CIP302288.39 tubo 22 tubérculos planta⁻¹ y clon CIP302288.35 con 21.7 tubérculos planta⁻¹, asimismo el clon que registró el valor más bajo fue Libertaña con 3 tubérculos planta⁻¹. Estos resultados no concuerdan con los obtenidos en el presente trabajo, dado que el máximo número de tubérculos comerciales que se encontró fue 4.5 tubérculos planta⁻¹ y el menor número de tubérculos comerciales fue 1.0 tubérculos planta⁻¹.

Tabla 13. Prueba de significación de Duncan al 5 % de probabilidad para el número total de tubérculos comerciales de 20 clones papa.

Orden de Merito	Clon	Código	Tubérculos comerciales	Tuberculos Planta ⁻¹	Significación al 5 %
1	C6	308436.173	45	4.5	a
2	C8	308436.84	39	3.9	a b
3	C7	308436.245	34	3.4	a b c
4	C11	308476.16	30	3.0	a b c
5	C16	308481.314	30	3.0	a b c
6	C13	308478.59	28	2.8	a b c d
7	C20	INIA 302-Amarilis	27	2.7	b c d
8	C5	308433.351	26	2.6	b c d
9	C15	308480.298	25	2.5	b c d
10	C18	308486.221	25	2.5	b c d
11	C17	308486.187	23	2.3	b c d
12	C3	308433.101	23	2.3	b c d
13	C14	308480.292	22	2.2	b c d
14	C1	308427.194	22	2.2	b c d
15	C19	Yungay	21	2.1	b c d
16	C4	308433.160	19	1.9	c d
17	C2	308431.273	18	1.8	c d
18	C10	308447.74	18	1.8	c d
19	C12	308478.123	17	1.7	c d
20	C9	308441.227	10	1.0	c d

Estos resultados no son concordantes con los obtenidos por Morales *et al.* (2015), Sarquis *et al.* (1999) y López *et al.* (2013) quienes mediante la evaluación de clones en diversos ambientes obtuvieron de 6 tubérculo planta⁻¹ a 8 tubérculos planta⁻¹, 7.1 tubérculos planta a 15.3 tubérculos planta⁻¹ y de 10 tubérculos planta⁻¹ a 15.0 tubérculos planta⁻¹ respectivamente. Sin embargo los

resultados del presente experimento fueron superiores a los obtenidos por Torres (2012) quien obtuvo promedios de 3 a 4 tubérculos planta⁻¹. Estos resultados son concordantes con los obtenidos por Rojas *et al.* (2014) quien encontró NTC que varió de 2 (Huagalina) a 4,2 (Chimbina colorada).

4.5. Análisis de regresión lineal simple.

4.5.1. Regresión Número de tubérculos totales vs Rendimiento t ha⁻¹.

Al emplear en el análisis de regresión como variable independiente el número de tubérculos totales con el rendimiento variable dependiente, se obtuvo un valor del coeficiente de regresión de $b_1 = 3.4042$ el cual indica que por cada unidad de incremento en el número de los tubérculos totales el rendimiento se incrementa en 3.4 t. (figura 2). Se encontró una correlación positiva y significativa $r = 0.826^{**}$ y un coeficiente de determinación $r^2 = 0.6828$, el cual indica que el 68.28% del rendimiento se debe al número de tubérculos totales y que el 31.72% se deben a causas desconocidas.

Este resultado está de acuerdo con los reportes de Rojas *et al.* (2014) quienes encontraron regresión y correlación positiva para estas variables.

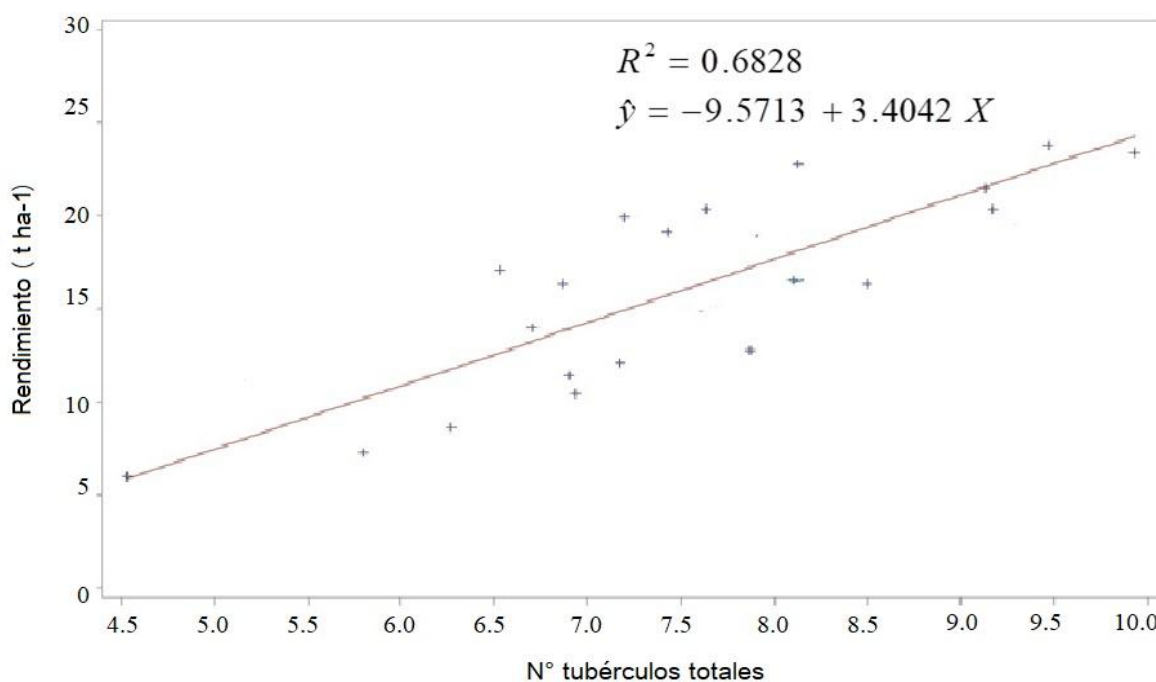


Figura 2. Línea de regresión lineal de rendimiento total con tubérculos totales.

4.5.2. Regresión Número de tubérculos comerciales vs Rendimiento t ha⁻¹

Se ha encontrado una correlación positiva y significativa $r = 0.80^{**}$, indica que hay una relación estrecha entre el rendimiento y el número de tubérculos comerciales; es un resultado que concuerda con el reporte de Peña y Martínez (2000) y Pérez-López *et al.* (2007) quienes tuvieron un valores de $r = 0.82$ y $r = 0.40$.

El coeficiente de regresión $b_1 = 3.6451$ indica que por cada tubérculo comercial que se incrementa el rendimiento aumenta en 3.6451 t ha^{-1} respectivamente (figura 3). El coeficiente de determinación $R^2 = 0.6399$, explica que el 63.99% del rendimiento se debe al número de tubérculos comerciales y el 36.01% se debe a factores aleatorios.

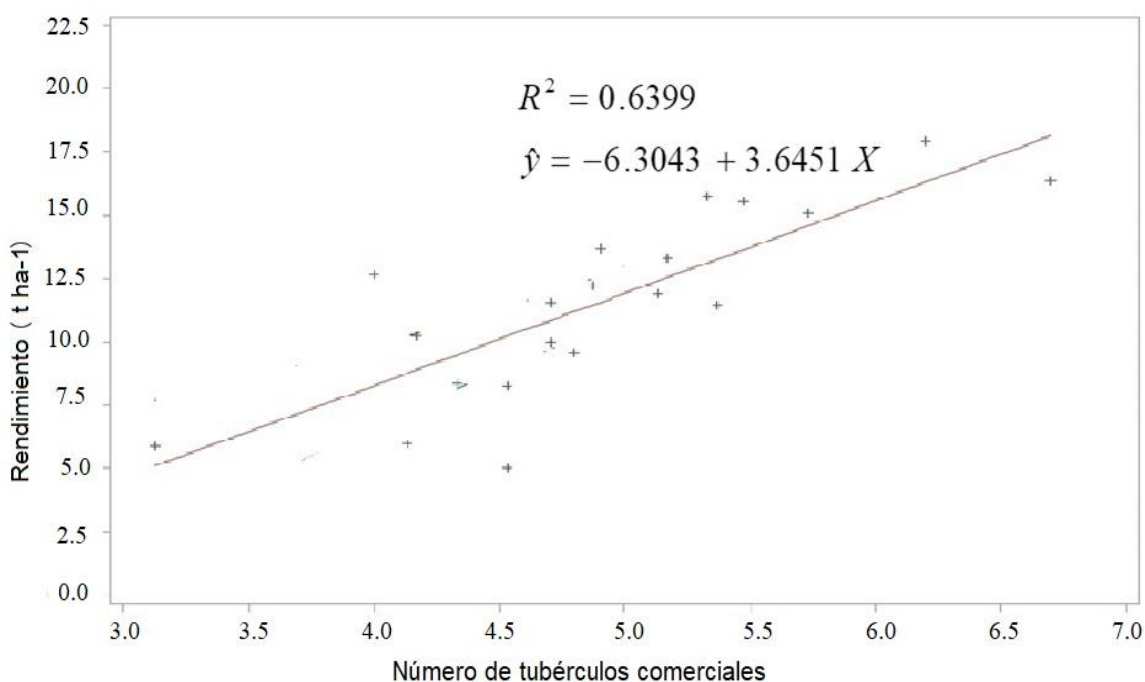


Figura 3. Línea de regresión lineal de rendimiento comercial con tubérculos comerciales.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Los clones C₈ (308436.84) y C₇ (308436.245), destacaron por sus rendimientos totales de 23.78 t ha⁻¹ y 23.33 tha⁻¹ respectivamente, siendo superiores a las variedades testigo INIA 302-Amarilis y Yungay que obtuvieron un rendimientos de 20.33 t ha⁻¹ y 12.78 t ha⁻¹ .
- Con respecto a al rendimiento de tubérculos comerciales destacaron los clones C₈ (308436.84) con 17.9 tha⁻¹ y C₆ (308436.173) con 16.3 tha⁻¹ .
- El clon que destacó por el número de tubérculos comerciales planta⁻¹ (NTC) fue el clon C₆ (308436.173) cuyo valor fue, 4.5 tubérculos planta⁻¹.
- Se encontró correlación positiva y significativa entre rendimiento y NTT y NTC.

5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios con los clones C₈ (308436.84) con 17.9 tha⁻¹, C₆ (308436.173) con 16.3 tha⁻¹, C₁₃ (308478.59) con 15.8 tha⁻¹ y C₁₁ (308476.16) con 15.5 tha⁻¹. En experimentos en diferentes localidades y años a fin de encontrar el clon de mayor estabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcalde, R. 2019. Comparativo de rendimiento de 19 genotipos de papa en la localidad de Chucmar (Tacabamba, Chota). Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cajamarca. 83p.
- Andre, CM; Ghislain, M; Bertin, P; Pufir, M; Herrera, MR; Hoffmann, L; Hausman, JF; Larondelle, Y; Evers, D. 2007. Andean potato cultivars (*Solanum tuberosum* L.) as source of antioxidant and mineral micronutrient. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 55:36-378.
- Andrade, L. 2002. La papa en el Ecuador In: El cultivo de la papa. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Centro Internacional de la Papa (CIP). 1 ed. Quito, 21 p
- Andrade, H. 2010. Generación de Variedades de Papa con Resistencia Duradera para Tizón Tardío. CIP Circular (Perú).
- Cabrera, H. 2019. Parámetros de estabilidad genético del rendimiento de ocho genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.), evaluados en seis localidades de la sierra norte del Perú. Tesis para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias. Universidad Nacional de Cajamarca.
- _____; Pando, R. 2011. Catálogo de variedades mejoradas y nativas de papa en la Región Cajamarca. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Cajamarca, Perú. p. 33 y 47.
- Castillo, J; Estévez, A; Gonzáles M; Moré O; Ortiz E; Ortiz U. 2000. Selección de progenitores para el mejoramiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Cultivos Tropicales*, Vol, Un, 2, pp.49-54.
- CIP (Centro Internacional de la Papa). 2008. Catálogo de nuevas variedades de papa (fecha de consulta 20 diciembre de 2018). Disponible en <https://es.slideshare.net/jouletrabajos/catalogo-de-nuevas-variedades-de-papa>.

- CIP (Centro Internacional de la Papa). 2011. Banco de germoplasma del CIP futuro de la papa y camote. Hogar del banco genético in vitro más grande del mundo. Lima, Perú.
- CIP (Centro Internacional de la Papa). 2013. Manejo del tubérculo semilla. Quito, Perú
- CIP (Centro Internacional de la Papa). 2014. "biodiversidad y papa nutritiva mejora a través de Perú, Nepal y Buthan". Estación Experimental Agraria INIA, Proyecto de Investigación. Perú. 54 p.
- Colunche N. 2014. Parámetros de estabilidad del rendimiento de seis genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.) en ocho ambientes ce la Encañada-Cajamarca. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cajamarca. 77p.
- Egúsqüiza, R. 2000. "La papa", Producción, Centro Nacional de Capacitación e Investigación para la Reforma Agraria. Lima-Perú. 186-189p.
- Estrada, N. 2000. La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa. PROINPA-CID-CIP. La paz, Bolivia. 372 p.
- FAO .2014. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Avanzando hacia sistemas alimentarios sostenibles y resilientes para garantizar la Seguridad alimenticia. Peru. 37 p.
- Gutiérrez-Gutiérrez, A; Muñoz J. 2009. Interacción genotipo por ambiente de siete variedades de papa en la zona papera de Chiriquí, Panamá. Revista Latinoamericana de la Papa 15(1): 12-19.
- Gutiérrez, R. 2008. Papas nativas desafiando al cambio climático. Soluciones Prácticas-ITDG. Biblioteca Nacional del Perú. Ed. Primera. Lima, Perú. 82 p.

- González, E; Estévez, A; Castillo, J; Salomón, J; Vela, M; Ortiz, U; Ortiz, E. 2003. Análisis de la estabilidad genotípica en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L) mediante las representaciones Biplots. Cultivos Tropicales. Vol 24. N° 1. P. 81-84.
- Hay, RKM; Walker, AJ. 1989. An introduction to the physiology of crop yield. Longman Scientific & Technical. 291 p.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) 2018. Perú: Panorama Económico Departamental. mayo 2018.28 p
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). 2012. Catálogo de nuevas variedades de papa. Perú. 10 pág.
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). 2017. Tecnología en papa (en línea). Lima, Perú. Consultado 30 julio 2019. Disponible en <http://www.inia.gob.pe/tecnologias/cultivos/132-cat-tecnologias/cultivos/394-tecnologia-en-papa>.
- Kroschel, J; Cañedo, V; Alcázar, J; Miethbauer, T. 2012. Manejo de Plagas de la Papa en la Región Andina del Perú, Guía de Capacitación, Centro Internacional de la Papa, Lima - Perú, Segunda Edición 87 pp.
- López C., Egúsqiza R., Villagómez V. 1980. Cultivo de la papa. CENCIRA. Lima, Perú. 196 p.
- Lopez, E; Zavaleta, C. 2013. Rendimiento comparativo de cuatro variedades nuevas de *Solanum tuberosum*, L. "papa" en el anexo Chaquicocha, Distrito Tayabamba, Patatez – La Libertad. Universidad Nacional de Trujillo.
- López, L; Vázquez, J; Sahagún, A; Rivera, P. 2007. Variabilidad y caracterización de diez variedades de papa en tres localidades del estado de México. Revista Chapingo Serie Horticultura. Universidad Autónoma Chapingo México.

- Martín R., Jeréz E. 2015. Evaluación del rendimiento en papa (*Solanum tuberosum*, L.) a partir del comportamiento de las temperaturas. *Cultivos Tropicales* 36(1): 89-93.
- Masarirambi, M; Mandisodza, F; Mashingaidze, A; Bhebhe, E. 2012. Influence of plant population and seed tuber size on growth and yield components of potato (*Solanum tuberosum*). *International Journal of Agriculture and Biology*. 14: p. 545–549.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2014. La Papa: de los Andes para el Mundo. Boletín del Estudio de Rentabilidad. Dirección General de Información Agraria. Dirección de Análisis y Difusión. Lima, Perú.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2016. Boletín Estadístico de Producción Agrícola, Pecuaria y avícola. Lima, Perú. 82 pág.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2017 . Papa, Principales aspectos agronómicos. 41 pág.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2018. Encuesta Nacional de Intenciones de Siembra. Campaña Agrícola agosto 2018 - julio 2019. Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas. Lima – Perú. 31 p.
- Morales, GF. 2015. Revista Latinoamericana de la Papa “Sociedades precolombinas asociadas a la domesticación y cultivo de la papa (*S. tuberosum*) en Sudamérica”. Especialista en sistemas agrícolas, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, 9 p.
- Muñoz, f. 1984. “Manual de cultivo de papa”. Manual no 5. enero 1984. Quito Ecuador pág. 45.
- Núñez, VP. 2016. “Fuentes y dosis de fertilización potásica en el crecimiento, tuberización y calidad de fritura de la papa (*Solanum tuberosum* L.) Variedad Única”. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

- Ochoa, CM. 2001. Las papas de Sud América. Centro Internacional de la Papa. La Paz, Bolivia
- Oogliotti, S. 2011. Bases Fisiológicas del Crecimiento y Desarrollo de los Principales Cultivos Hortícolas, Tomate (*Lycopersicon esculentum*), Papa (*Solanum tuberosum*) y Cebolla (*Allium cepa*) Facultad de Agronomía - Universidad de la República.
- Oyarzun, P. 2002. Biodiversidad de recursos genéticos. Una panorámica del desarrollo actual. (Fecha de consulta 29 de julio de 2019). Disponible en: <http://www.sica.gov.ec/cadenas/papa/docs/PANOR%C3%81MICA%20ACTUAL.htm>.
- Peña, C. 2009. "Comparativo de rendimiento de seis híbridos de papa (*Solanum Tuberosum* spp. Andígena) K'ayra-Cusco". Tesis de Grado a Ingeniero Agrónomo. FAZ-UNSAAC-CUSCO.
- Poehlman, M; Allen, S. 2003. "Mejoramiento genético de las cosechas. Segunda Edición Edit. Limusa S.A. Pág. 435-449.
- Quispe, C; Devaux, A; Gonzalez, S; Hijmans, R. 1997. Evaluación Comparativa del Desarrollo y Crecimiento de Papa, Oca e Isaño en Cochabamba, Bolivia.
- Roncal, O. 1999. Selección y comprobación de clones de papa resistentes a rancho y estudio de los componentes de manejo integrado de rancho en el cultivo de papa y camote. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Ministerio de agricultura. Lima – Perú. 46p.
- Rojas, G. 1979. Fisiología aplicada de la papa. UNALM-La Molina. Lima, Perú, 58 p.
- Rousselle, P. 1996. "La patata". Editorial Aedos S.A. Pág. 131-280.
- Sandaña P. 2015. Manual Papa. Densidad de plantación para producción de consumo. INIA remehue. Chile.

- Sánchez, C. (2003). Cultivo y comercialización de la papa. Perú: edit. Ripalme. Lima – Perú. P. 135.
- Sorquis, J; López, F. 1999. Evaluación de Características en Planta, Tubérculo y Rendimiento para Progenies de Semilla Sexual de Papa (*Solanum tuberosum*), en Valles Altos del Centro de México. Revista Latinoamericana de la Papa. 39 p.
- Seminario, J; Rojas, L. 2014. Productividad de diez cultivares promisorios de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja) de la región Cajamarca. Scientia Agropecuaria, Trujillo, Perú. 5. p. 165 - 175
- _____; Seminario, A; Domínguez, A; Escalante, B. 2017. Rendimiento de cosecha de diecisiete cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja. Scientia Agropecuaria. 8 (3): 181 – 191.
- Spooner, DM. y W.L.A. Hettterscheid. 2005. Origins, evolution, and group classification of cultivated potatoes. pp. 285-307. En: Motley, T.J., N. Zerega y H. Cross (Eds.). Darwin's harvest: new approaches to the origins, evolution and conservation of crops. Columbia University Press, New York, NY.
- _____; J. Núñez, G. Trujillo, M. del R. Herrera, F. Guzmán y M. Ghislain. 2007. Extensive simple sequence repeat genotyping of potato landraces supports a major reevaluation of their gene pool structure and classification. PNAS 104(49), 19398-19403.
- Scott, G; Ferguson, L; Herrera, E. 2000. Product Development for Root and Tuber Crops. Vol 111-Africa. Proceedings of the workshop on Processing, Marketing and Utilization of Root and Tuber Crops in Africa, held October 26-November 2, 1991 at the International Institute for Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria. CIP. Lima, Perú. 506p.
- Stol, W; De Koning, J; Kooman, L; Haverkort, A; Van keulen, H. 1991. Agro-Ecological Characterization for Patato Production. A Simulation Study at the Request of the International Patato Center (CIP), Lima, Peru. Reporte 155. Wageningen: Center for Agrobiological Research, 1991.

- Tapia, V; Hozver, R. 2017. Fenología y caracterización morfológica de 43 entradas de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja) de la región Cajamarca. Cajamarca. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cajamarca. 95 p.
- Tirado, J. 2005. Determinación de calidad de 18 ecotipos de papa amarilla (*Solanum phureja* Juz et Buck) en Cutervo-Cajamarca. 2004-2005. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque-Perú. 87p.
- Tirado, R. 2014. "Evaluación del rendimiento de clones avanzados de papa (*Solanum tuberosum* L.) Con pulpa pigmentada - Cajamarca". Tesis ingeniero agrónomo. Cajamarca, Perú. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. 101 p.
- Torres, R. 2012. Épocas de siembra y variedades de papas nativas como alternativa de adaptación al Cambio Climático en la provincia Manco Kapac. Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia, 112 p.
- Vásquez, V. 1976. Ensayos de rendimiento de híbridos y variedades de papa. Prueba de cultivares de papa bajo riego en Cajamarca. Informe Nro. 91-93, Ministerio de Agricultura. Estación experimental de Baños del inca-Cajamarca. 57p.
- Villanueva, R. 2017. Rendimiento y componentes de 15 cultivares redondos de papa chaucha (*Solanum tuberosum* L.; grupo Phureja) de la región Cajamarca. Tesis Ing. Agr., Cajamarca, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cajamarca.

ANEXOS

Tabla 16. Rendimiento total en tha^{-1} de veinte clones de papa (*Solanum tuberosum L.*) en Cajamarca.

BLOQUE	CLON																				TOTAL BLOQUE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
I	13.33	10.33	23.67	8.33	15.00	26.33	22.33	25.00	9.33	23.33	19.00	5.67	24.00	10.33	18.00	23.67	17.67	17.67	12.67	16.67	342.33
II	17.33	9.00	13.00	9.67	23.33	17.00	24.33	26.00	6.33	4.33	23.00	7.33	21.00	8.67	25.33	15.33	15.00	21.33	8.33	30.00	325.67
III	5.67	6.67	5.33	16.33	13.00	17.67	23.33	20.33	2.33	11.33	7.67	9.00	23.33	22.33	16.33	25.33	16.33	18.33	17.33	14.33	292.33
TOTAL	36.3	26	42	34.3	51.3	61	70	71.3	18	39	49.7	22	68.3	41.3	59.7	64.3	49	57.3	38.3	61	960.33
MEDIA	12.1	8.67	14	11.4	17.1	20.3	23.3	23.8	6	13	16.6	7.33	22.8	13.8	19.9	21.4	16.3	19.1	12.8	20.3	320.11

Tabla 17. Rendimiento de tubérculos comerciales en tha^{-1} de veinte clones de papa (*Solanum tuberosum L.*) en Cajamarca.

BLOQUE	CLON																				TOTAL BLOQUE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
I	7.67	10	20	6.67	13.7	21	11.3	16.7	6.33	16.7	13.3	5	15	7.33	12	11.3	9.33	9.67	6	11.7	230.7
II	13.3	6.67	12	6.67	20	11.3	20.7	21.7	5.33	3	17.3	5.67	15	5.67	23.7	11.3	8.33	19.7	5	17.3	249.7
III	4	4	3	11.7	10	16.7	13.3	15.3	2	8.33	6	7.33	17.3	18.7	11	21.7	11	11.7	14	11	218
TOTAL	25	20.7	35	25	43.7	49	45.3	53.7	13.7	28	36.7	18	47.3	31.7	46.7	44.3	28.7	41	25	40	698.3
MEDIA	8.33	6.89	11.7	8.33	14.6	16.3	15.1	17.9	4.56	9.33	12.2	6	15.8	10.6	15.6	14.8	9.56	13.7	8.33	13.3	232.8

Tabla 18. Número promedio de tubérculos totales de veinte clones de papa (*Solanum tuberosum L.*) en Cajamarca. Datos originales

BLOQUE	CLON																				TOTAL BLOQUE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
I	48	29	58	32	42	96	11 1	10 4	28	84	58	24	67	31	36	81	59	50	66	48	1152
II	80	48	36	46	45	74	99	75	28	25	80	36	73	33	53	82	78	42	60	76	1169
III	32	42	42	67	41	83	99	91	9	41	61	42	59	91	69	86	81	75	61	53	1225
TOTAL	160	119	136	145	128	253	30 9	27 0	65	15 0	199	10 2	199	155	158	24 9	218	167	187	17 7	3546
MEDIA	53.3 3	39. 7	45. 3	48.3 3	42.6 7	84.3 3	10 3	90	21.6 7	50	66.3 3	34	66.3 3	51.6 7	52.6 7	83	72.6 7	55.6 7	62.3 3	59	1182

Tabla 19. Número promedio de tubérculos totales de veinte clones de papa (*Solanum tuberosum L.*) en Cajamarca. Datos transformados con raíz.

BLOQUE	CLON																				TOTAL BLOQUE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
I	6.9	5.4	7.6	5.7	6.5	9.8	10.5	10.2	5.3	9.2	7.6	4.9	8.2	5.6	6	9	7.7	7.1	8.1	6.9	148.2
II	8.9	6.9	6	6.8	6.7	8.6	9.9	8.7	5.3	5	8.9	6	8.5	5.7	7.3	9.1	8.8	6.5	7.7	8.7	150
III	5.7	6.5	6.5	8.2	6.4	9.1	9.4	9.5	3	6.4	7.8	6.5	7.7	9.5	8.3	9.3	9	8.7	7.8	7.3	152.6
TOTAL	21.5	18.8	20.1	20.7	19.6	27.5	29.8	28.4	13.6	20.6	24.3	17.4	24.4	20.8	21.6	27.4	25.5	22.3	23.6	22.9	450.8
MEDIA	7.167	6.27	6.7	6.9	6.533	9.167	9.933	9.467	4.533	6.867	8.1	5.8	8.133	6.933	7.2	9.133	8.5	7.433	7.867	7.63	150.2666667

Tabla 20. Número promedio de tubérculos comerciales de veinte clones de papa (*Solanum tuberosum L.*) en Cajamarca.

Datos originales.

BLOQUE	CLON																				TOTAL BLOQUE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
I	22	20	30	13	26	56	22	36	12	32	24	15	22	16	11	16	17	14	14	21	439
II	30	22	24	22	30	32	52	46	12	7	41	16	30	10	38	30	21	30	20	36	549
III	15	11	14	22	23	48	28	34	6	14	26	20	33	41	26	44	32	30	29	24	520
TOTAL	67	53	68	57	79	136	102	116	30	53	91	51	85	67	75	90	70	74	63	81	1508
MEDIA	22.33	17.7	22.7	19	26.33	45.33	34	38.67	10	17.67	30.33	17	28.33	22.33	25	30	23.33	24.67	21	27	502.6666667

Tabla 21. Número promedio de tubérculos comerciales de veinte clones de papa (*Solanum tuberosum L.*) en Cajamarca.

Datos transformados con raíz.

BLOQUE	CLON																				TOTAL BLOQUE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
I	4.7	4.5	5.5	3.6	5.1	7.5	4.7	6	3.5	5.7	4.9	3.9	4.7	4	3.3	4	4.1	3.7	3.7	4.6	91.7
II	5.5	4.7	4.9	4.7	5.5	5.7	7.2	6.8	3.5	2.6	6.4	4	5.5	3.2	6.2	5.5	4.6	5.5	4.5	6	102.5
III	3.9	3.3	3.7	4.7	4.8	6.9	5.3	5.8	2.4	3.7	5.1	4.5	5.7	6.4	5.1	6.6	5.7	5.5	5.4	4.9	99.4
TOTAL	14.1	12.5	14.1	13	15.4	20.1	17.2	18.6	9.4	12	16.4	12.4	15.9	13.6	14.6	16.1	14.4	14.7	13.6	15.5	293.6
MEDIA	4.7	4.17	4.7	4.333	5.133	6.7	5.733	6.2	3.133	4	5.467	4.133	5.3	4.533	4.867	5.367	4.8	4.9	4.533	5.17	97.86666667

Tabla 22. Altura promedio de planta (cm) de veinte clones de papa (*Solanum tuberosum L.*) en Cajamarca.

BLOQUE	CLON																				TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	BLOQUE
I	25	39	29	36	32	33	35	50	25	40	35	44	39	29	33	35	24	45	34	42	704
II	36	43	28	40	32	34	39	48	23	28	32	31	34	27	39	32	24	46	36	54	706
III	25	36	23	40	24	32	41	38	24	35	24	37	42	35	38	43	34	39	43	46	699
TOTAL	86	118	80	116	88	99	115	136	72	103	91	112	115	91	110	110	82	130	113	142	2109
MEDIA	28.67	39.3	26.7	38.67	29.33	33	38.33	45.33	24	34.33	30.33	37.33	38.33	30.33	36.67	36.67	27.33	43.33	37.67	47.3	703



Figura 4. Señalización del campo experimental.



Figura 5. Instalación de los clones según el diseño experimental.



Figura 6. Siembra de los clones



Figura 7. Campo experimental de los veinte clones de papa (*Solanum tuberosum* L.)



Figura 8. Evaluación de incidencia de rancha (*Phytophthora infestans*)



Figura 9. Evaluación altura de planta.



Figura 10. Control fitosanitario



Figura 11. Etiquetado para la identificación de los clones



Figura 12. Cosecha y selección de tubérculos comerciales.



Figura 13. Muestras de clones para análisis de contenido de hierro y zinc