

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE 19 GENOTIPOS DE PAPA EN
LA LOCALIDAD DE CHUCMAR (TACABAMBA, CHOTA)**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

ROBERTH THONY ALCALDE HUAMÁN

ASESORES:

Ing. Urías Mostacero Plasencia

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 1968

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

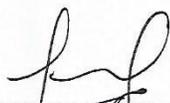
En Cajamarca, a los **VEINTICUATRO** días del mes de **ABRIL** del Año dos mil diecinueve, se reunieron en el ambiente **2A - 201** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los integrantes del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 25 -2019-FCA-UNC, Fecha 12 de Abril del 2019, con el objeto de Evaluar la sustentación del Trabajo de Tesis titulado: **“COMPARATIVO DE RENDIMIENTO DE 19 GENOTIPOS DE PAPA EN LA LOCALIDAD DE CHUCMAR (TACABAMBA, CHOTA)”** del Bachiller: **ROBERTH THONY ALCALDE HUAMÁN** en Cajamarca, para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

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

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

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

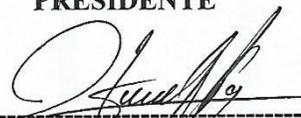
Cajamarca, 24 de Abril de 2019.



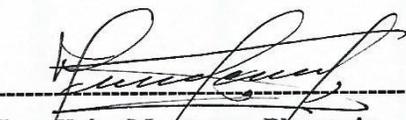
Dr. Juan Francisco Seminario Cunya
PRESIDENTE



Dr. Segundo Berardo Escalante Zumaeta
SECRETARIO



Ing. M. Sc. Víctor Eudelfio Torrel Pajares
VOCAL



Ing. Urias Mostacero Plasencia
ASESOR



Ing. M. Sc. Héctor Cabrera Hoyos
ASESOR

DEDICATORIA

A mi querida familia; mi esposa Jenny y adorados hijos: Ariana Beatríz y José Adrián; por ser inspiración para seguir adelante y así esforzarme en el día a día, siendo mi razón de vida y motivo de superación.

A mis padres Hormecinda y Guillermo, por su apoyo, orientación para seguir el camino de la superación en la vida, además del amor brindado hacia mi persona, forjando valores, los cuales me enseñan a enfrentar las adversidades que se presentan en el camino.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a los honorables Dr. Víctor Vásquez Arce e Ing. M. Sc. Héctor A. Cabrera Hoyos, por su desinteresado apoyo para poder asesorar y realizar la presente investigación, asimismo habiendo establecido las pautas de la misma y haberme compartido su conocimiento, dando consejos a mi persona los cuales me permiten crecer profesionalmente.

A la Ing. Rosmery Pando y el Tec. Edgar Abanto; que además de ser grandes profesionales, dedicadas al desarrollo de la agricultura, con quienes me ha tocado vivir experiencias que aumentan mi acervo de conocimiento profesional, así como permitir compartir momentos gratos en el campo.

Al Programa de Investigación en Papa (PIA) - EEA. Baños del Inca - INIA, y al personal que labora en él.

A cada uno de los agricultores del Centro Poblado Chucmar, quienes son hombres de campo, que día a día dedican su vida a trabajar en él, para producir y preservar los recursos alimenticios; a ellos es que les expreso mi agradecimiento por colaborar con las actividades que permitieron culminar con el presente trabajo.

A las personas, amigos, profesionales; por su apoyo, el cual se encuentra valorado dentro de mi gran consideración.

ÍNDICE

CONTENIDO	Pág.
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN	iii
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo general	2
Hipótesis de la Investigación	2
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Antecedentes de la Investigación.	3
2.2. Bases teóricas.	6
2.2.1. Biodiversidad de la papa.....	6
2.3. Adaptación.....	7
2.4. Generalidades de la papa.....	8
2.4.1. Origen e importancia	8
2.4.2. Distribución.....	10
2.4.3. Taxonomía	10
2.4.5. Rendimiento del tubérculo.....	11
2.4.6. Factores influyentes en el rendimiento.....	12
2.4.6.1. Temperatura	12
2.4.6.2. Humedad.....	13
2.4.6.3. Longitud de día y fotoperiodo.....	13
2.4.6.4. Sanidad	13
2.4.6.5. Factor suelo.....	14
2.4.7. Requerimientos nutricionales para el desarrollo del cultivo de papa.....	14
2.4.8. Abonamiento en el cultivo de papa	15
2.4.9. Tuberización de la papa.	15
2.4.10. Composición del tubérculo de papa.	16
2.4.11. Aspectos Productivos de la papa en el Perú y el mundo.	16

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1. Ubicación del experimento.....	18
3.2. Condiciones climáticas durante el periodo de cultivo.	18
3.3. Materiales	19
3.3.1. Material biológico	19
3.3.2. Agroquímicos.....	21
3.3.3. Material de campo	21
3.3.4. Equipos	22
3.3.5. Material de escritorio.....	22
3.4. Análisis físico químico del suelo	22
3.5. Método	23
3.6. Diseño experimental	24
3.6.1. Instalación de bloques	25
3.7. Conducción del experimento en campo	27
3.7.1. Preparación del terreno	27
3.7.2. Fertilización y abonamiento del terreno.	27
3.7.3. Siembra	28
3.7.4. Riego.....	28
3.7.5. Deshierbo y segunda fertilización.	28
3.7.6. Aporque	28
3.7.7. Control fitosanitario	29
3.7.8. Cosecha.....	30
3.8. Evaluaciones realizadas en el campo.....	31
3.8.1. Emergencia	31
3.8.2. Vigor.....	31
3.8.3. Altura de planta.	32
3.8.4. Número de tallos por planta.	32
3.8.5. Incidencia de Rancha.....	32
3.8.5.1. El AUDPC, herramienta de evaluación de la rancha (<i>Phytophthora infestans</i>).	32
3.8.6. Número de tubérculos.....	33
3.8.7. Peso de tubérculos.	34
3.9. Evaluaciones realizadas en gabinete.....	34
3.9.1. Registro de datos de campo y gabinete	34
3.9.2. Análisis y procesamiento de datos.	34

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES.....35

4.1. Análisis de rendimiento y sus componentes de diecinueve genotipos de papa.....35

Procesados los datos, se muestran las evaluaciones de los promedios de rendimiento de los cuatro bloques en estudio.....35

4.1.1. Rendimiento total de tubérculos de diecinueve genotipos35

4.1.3. Rendimiento comercial.....39

4.1.4. Número de tubérculos comerciales de 19 genotipos de papa.41

4.1.5. Altura de planta de los diecinueve genotipos de papa en estudio.43

4.1.6. Número de tallos por planta.....45

4.1.7. Incidencia de rancha (*Phytophthora infestans*).....48

4.2. Regresión de rendimiento total y sus componentes.....49

4.2.1. Correlación entre el rendimiento total ($t\ ha^{-1}$) y el número de tubérculos comerciales49

4.2.2. Correlación entre el rendimiento total ($t\ ha^{-1}$) y la altura de planta de 19 genotipos de papa.50

4.2.3. Correlación entre el rendimiento total ($t\ ha^{-1}$) y el número de tallos por planta de 19 genotipos de papa.....51

4.3. Regresión de rendimiento comercial, con sus componentes.....53

4.3.1. Correlación entre el rendimiento comercial ($t\ ha^{-1}$) y el número de tubérculos comerciales.53

4.3.3. Correlación entre el rendimiento comercial ($t\ ha^{-1}$) y el número de tallos por planta de 19 genotipos de papa.....56

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....57

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS58

ANEXOS65

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Extracción relativa de nutrientes en el cultivo de papa, según rendimientos esperados	15
Tabla 2. Índices climáticos durante el periodo del cultivo	19
Tabla 3. Genotipos utilizados en el experimento	20
Tabla 4. Análisis físico - químico de la muestra de suelo de la parcela experimental	23
Tabla 5. Fuente, ley, dosis de fertilizantes, y abono orgánico utilizados.	27
Tabla 6. Número de plantas cosechadas de 19 genotipos de papa	31
Tabla 7. Escala para determinar el vigor de las plantas de papa	32
Tabla 8. Análisis de varianza para el variable rendimiento ($t\ ha^{-1}$) de tubérculos de 19 genotipos de papa.	35
Tabla.9.Prueba de rango múltiple de Duncan ($\alpha= 0.05$), para la variable rendimiento ($t\ ha^{-1}$) de 19 genotipos de papa.	36
Tabla 10. Análisis de Varianza para el número de tubérculos totales de 19 genotipos de papa (datos transformados: \sqrt{x}).	37
Tabla 11. Prueba de rango múltiple de Duncan ($\alpha= 0.05$), para el número de tubérculos totales de 19 genotipos de papa.	38
Tabla 12. Análisis de varianza para el peso promedio de tubérculos comerciales ($t\ ha^{-1}$) de 19 genotipos de papa.	39
Tabla 13. Prueba de rango múltiple de Duncan ($\alpha= 0.05$), para los promedios de peso comercial de 19 genotipos de papa.	40
Tabla 14. Análisis de Varianza para el Número de tubérculos comerciales de 19 genotipos de papa (datos transformados: \sqrt{x})”.	41
Tabla 15. Prueba de rango múltiple de Duncan ($\alpha= 0.05$), para Número de tubérculos comerciales de 19 genotipos de papa.	42
Tabla 16. Análisis de varianza para la variable Altura de planta (cm), de los 19 genotipos de papa (datos transformados: \sqrt{x})”	43

Tabla 17. Prueba de rango múltiple de Duncan ($\alpha= 0.05$), de probabilidad, para la variable altura de planta (cm) de 19 genotipos de papa.	44
Tabla 18. Análisis de Varianza para la variable número de tallos por planta, de 19 genotipos de papa (datos transformados: \sqrt{x})".	46
Tabla 19. Prueba de rango múltiple de Duncan ($\alpha= 0.05$), para la variable número de tallos por planta (cm) de 19 genotipos de papa.	47
Tabla 20. Incidencia de racha según valores de AUDPC y AUDPC(relativo)	48
Tabla 21. Análisis de varianza de regresión del rendimiento total con los componentes de rendimiento (NTT, NTC, AP y NT).	49
Tabla 22. Análisis de varianza de regresión del rendimiento comercial (RC) con los componentes de rendimiento (NTT, NTC, AP y NT).	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dimensiones de los bloques, calles; densidad de siembra, y distribución de los genotipos.	25
Figura 2. Relación entre el rendimiento total (RT) y el número de tubérculos comerciales (NTC).	50
Figura 3. Relación entre el rendimiento total (RT) y la altura de planta(AP).	51
Figura 4. Relación entre el rendimiento total (RT) y el número de tallos por planta (NT).	52
Figura 5. Relación entre el rendimiento comercial (RC) y el número de tubérculos comerciales (NTC).	54
Figura 6. Relación entre el rendimiento comercial (RC) y altura de planta (AP).	55
Figura 7. Relación entre el rendimiento comercial (RC) y el número de tallos por planta (NTP).	56

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Centro Poblado Chucmar, comprensión al distrito de Tacabamba, provincia Chota, región Cajamarca; durante la campaña 2017, entre los meses de Enero a Mayo, bajo condiciones agroclimáticas y edáficas de la zona y a 3100.00 msnm, frente al problema de obtener genotipos de papa (*Solanum tuberosum L.*) promisorios y con alto rendimiento. Se estableció un diseño estadístico de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cuatro repeticiones o bloques; y 19 genotipos: 18 clones, y una variedad comercial como testigo constituyendo los respectivos tratamientos. Asimismo se realizó el Análisis de Varianza de cada componente del rendimiento, además de la prueba de significación de Duncan al 5 % y los análisis de regresión y correlación para determinar la influencia de cada componente en el rendimiento. Se encontró significación estadística entre genotipos en las variables: rendimiento, número de tubérculos, altura de planta, número de tallos por planta; de ésta manera Duncan nos permitió demostrar que los genotipos que presentaron total fueron: 308486.355, 308488.198, 308487.157; con rendimientos de 39.83; 39.42; 32.83 t ha⁻¹, respectivamente. Respecto al análisis de regresión y correlación demostraron un alto grado de asociación entre el rendimiento total, y comercial con cada uno de sus componentes. De ésta manera los clones descritos anteriormente manifestaron tener mayor rendimiento, los mismos que superan a variedades locales y superan el promedio regional.

Palabras claves: genotipos, clones, rendimiento, Chota.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the Centro Poblado Chucmar, understanding to the district of Tacabamba, Chota province, Cajamarca region; during the 2017 campaign, between the months of January to May, under agroclimatic and edaphic conditions of the area and at 3100.00 masl, facing the problem of obtaining promising and high yielding potato genotypes (*Solanum tuberosum* L.). A statistical design of Complete Random Blocks (DBCA) was established, with four repetitions or blocks; and 19 genotypes: 18 clones, and a commercial variety as a control constituting the respective treatments. The Variance Analysis of each performance component was also performed, in addition to the Duncan 5% significance test and the regression and correlation analyzes to determine the influence of each component on performance. Statistical significance was found among genotypes in the variables: yield, number of tubers, height of plant, number of stems per plant; in this way Duncan allowed us to demonstrate that the genotypes that presented total were: 308486.355, 308488.198, 308487.157; with yields of 39.83; 39.42; 32.83 t ha⁻¹, respectively. Regarding the regression and correlation analysis, they showed a high degree of association between total and commercial performance with each of its components. In this way, the clones described above showed a higher yield, the same ones that surpass local varieties and surpass the regional average.

Keywords: genotypes, clones, performance, Chota.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La papa es una especie originaria de los Andes Sudamericanos, es el cuarto alimento más importante del mundo, superado únicamente por el arroz, trigo y el maíz en términos de producción total de alimento. Tiene la capacidad de producir más energía y proteínas por unidad de área que cualquier otro alimento y crece favorablemente en regiones templadas, sub-tropicales y tropicales de todo el mundo; además es una fuente de ingresos para muchos agricultores (InfoResources, 2008). Datos estadísticos indican que en el futuro aumentará considerablemente el consumo de papa a nivel mundial. A diferencia del arroz, el trigo y el maíz; la papa no participa en el comercio mundial y sus precios por lo general se determinan a través de la oferta y las demandas locales (FAO, 1995).

Sin embargo la importancia del cultivo de papa a nivel mundial y local se ve limitada por los bajos rendimientos, que conlleva a una disminución de rentabilidades para los agricultores así como de las dietas alimenticias. Para Vásquez (2013) los bajos rendimientos son consecuencia de una serie de agentes fitopatogénicos, y las variedades de escasa adaptabilidad a la región y al cambio climático, lo cual crea la necesidad de evaluar nuevos genotipos y a través de programas de mejoramiento genético obtener nuevas variedades de adaptación a la región norte del Perú, con la finalidad de poner a disposición variedades de papa para la industria y el consumo del poblador cajamarquino y en general peruano.

El Perú es un país que presenta diferentes zonas ecológicas y en la mayoría de ellas se siembra papa, es por ello que es necesario la obtención de nuevas variedades específicas para ciertas zonas paperas. Cajamarca es una región donde el cultivo de papa se presenta como parte importante de la dieta alimenticia del agricultor, además de ser una fuente de comercio que genera un ingreso económico, sin embargo hay pocas variedades que presentan altos rendimiento, además que son altos los costos de producción enfocados principalmente en el control fitosanitario, elevar la fertilidad del suelo, etc.; por lo tanto no satisfactorios por unidad de área, presentándose una baja rentabilidad, sumado a esto en el mercado también existe una demanda insatisfecha de papa para procesamiento, tanto en volumen como en calidad.

En el presente trabajo de investigación se han estudiado 19 genotipos: 18 clones y una variedad local como testigo: INIA 302 – Amarilis, provenientes del Centro Internacional de la papa (CIP); éstos genotipos fueron sometidos a condiciones edáficas y climáticas de una zona representativa de la región en el cultivo masivo de papa como es el Centro Poblado Chucmar, distrito Tacabamba, provincia Chota en la región Cajamarca, zona donde precisamente el cultivo de papa es parte importante de la dieta alimenticia y el principal valor comercial de los agricultores. De tal manera los genotipos se identificaron y seleccionaron los genotipos más promisorios en aspectos productivos, habiendo determinado la eficiencia productiva de cada uno de ellos, identificando los que presentaron mayores rendimientos.

Objetivo general

- Comparar el rendimiento de tubérculos de 19 genotipos de papa.

Hipótesis de la Investigación

Dentro de los 18 clones en estudio; existen por lo menos dos que superan los rendimientos registrados en la región Cajamarca.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes de la Investigación.

Seminario y Zarpán (2011) mencionan que la región Cajamarca es una de las principales productoras de papa del Perú; ésta producción incluye los grupos *Stenotomum*, *Chaucha*, *andígena*, *phureja* y *tuberosum*, dentro del enfoque del Código Internacional de nomenclatura de Plantas Cultivadas (ICNCP), y la propuesta clasificatoria de Huamán y Spooner (2002).

Para Gebhardt (2009) los principales objetivos en el mejoramiento de papa son los de obtener genotipos con una alta resistencia a enfermedades y plagas, un aumento en la calidad de fritura, mejor contenido de azúcares, color de la epidermis, un incremento en el rendimiento del cultivo y una alta tolerancia a los factores abióticos, como las heladas y la sequía, debido a que inciden notoriamente en la producción y calidad del cultivo; en efecto Cruz y Souza (2006) mencionan que en el propósito de éste objetivo la heredabilidad cumple una doble función: una es de predecir un confiable valor fenotípico al expresar un valor genotípico, siendo por tanto una medida de seguridad del proceso de selección.

Por otro lado Ocas (1994) sostiene que toda nueva variedad que se piensa entregar a los agricultores debe cumplir con uno de los requisitos indispensables, que es la resistencia a la racha (*Phytophthora infestans*), lo cual se vería reflejado en aumento rendimiento.

Las nuevas variedades de papa deben contrarrestar el evidente y desfavorable efecto del cambio climático a nivel mundial en el cultivo de éste tubérculo. De acuerdo a la Segunda Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) menciona que el Perú está considerado como uno los diez países más vulnerables del mundo al cambio climático (MINAM, 2010). Según Hijmans, *et al.*(2002) durante los próximos 25 años se proyecta que la reducción del rendimiento puede oscilar entre 18 % y 32 % si las variedades no tienen una adaptación adecuada; pero estas pérdidas pueden ser menores, hasta en un 9 % entre las variedades adaptadas. Un ejemplo de este efecto es que si la temperatura está por encima de los 17 °C la tuberización disminuye, en tanto que si es menor a 0 °C, los daños en el cultivo pueden llegar a ser bastante severos (Stol *et al.*, 1991). Sin embargo,

el efecto del calentamiento global en ambientes donde las bajas temperaturas limitaban la producción de la papa podría ahora beneficiar su cultivo pero resultaría, en cambio sumamente adversa en ambientes donde su crecimiento es óptimo en la actualidad; de darse una situación como esta última, podrían afectarse cerca de 170 mil hectáreas que se cultivan anualmente bajo secano en el Perú (MINAGRI, 2007).

El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) del Perú ha liberado variedades como INIA 310 – Chucmarina e INIA 315 - Antenita con altos rendimientos y buena calidad para mesa e industria y que pertenecen a la población de mejoramiento B3C1 del CIP. De igual manera ha liberado variedades como INIA 311 - Pally Poncho, INIA 312 - Puca Lliclla y INIA 316 – Antiplano; que pertenecen a una población mejorada de variedades nativas de *S. tuberosum* spp. andígena, 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).

El CIP en su afán de conseguir genotipos de resistencia genética encontraron 19 accesiones de cultivares nativos con mejores o similares niveles de resistencia al tizón tardío que la variedad INIA 310 - Chucmarina (Perez, *et al.* 2014).

Aspectos productivos en estudios realizados por Tirado (2004) en Cajamarca, al realizar un comparativo de 18 ecotipos de papa en Cutervo – Cajamarca. destacó el ecotipo Cu-31 O, procedente de Cutervo con un rendimiento de 1 313 g planta⁻¹, 1 125 g planta⁻¹ de peso comercial, tuvo 45 tubérculos y 22 de ellos fueron comerciales, de forma elíptica largo, color de pulpa amarillo intenso y piel amarillo con ojos superficiales, 15 tallo y 11 O cm. de altura. El ecotipo Hu 1 02 procedente de Hualgayoc rindió 11 00 g planta⁻¹, 1 000 g planta⁻¹ de peso comercial. De 18 tubérculos comerciales, forma elíptica, color de pulpa amarillo intenso y piel amarilla con ojos superficiales, 7 tallos y 90 cm de altura, entre otros ecotipos colectados en el norte del Perú.

Tirado (2005) encontró que los ecotipos Cu-309 y Cu-308 obtuvieron un rendimiento de 42.323 y 41.188 t ha⁻¹, en cuanto al contenido de materia seca los ecotipos Cu-313 y Ba-105 obtuvieron los más altos porcentajes de materia seca, valores excelentes para la industria del procesamiento con 29.667 y 28.700% de materia seca resultado que se relaciona con la gravedad específica.

Roncal (1999) realizó trabajos en la región Cajamarca, en la localidad de Porcon Alto a 3500 msnm, donde se evaluaron 110 clones y 24 variedades de papa, con la finalidad de validar su comportamiento frente a la racha (*Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary. En estas condiciones se seleccionaron los clones 387164.7, 393046.7, 393371.58, 393042.50, 393072.5 por sus altos rendimientos que van de 1,0 a 1,3 kg por planta y con valores de “area debajo de la curva del progreso de la enfermedad” (AUDPC) bajos, que van desde 0.67 a 95.67; superando a la variedad Yungay (testigo), quien presento un valor de AUDPC que va desde 697.67 a 893.33 con rendimientos de 0,5 a 0,7 kg por planta.

Para confrontar el problema de bajos rendimientos de variedades de la zona en la campaña de 2009, se realizó el estudio de rendimiento comparativo de las nuevas variedades, Serranita, Chucmarina, Pallay poncho y Puca lliclla, en el anexo Chaquicocha, Distrito de Tayabamba, Provincia Pataz (La Libertad); aplicando las mismas condiciones de cultivo que los agricultores acostumbran para sus variedades locales, se concluyó que, la variedad con mejor rendimiento en base a las características de producción fue la variedad Pallay poncho, seguida de la variedad Serranita, en las condiciones de cultivo del anexo Chaquicocha. (Gastelo, M. *et al.* 2013).

En una investigación realizada por Tirado, 2014; en el distrito de Llama, provincia de Chota, se evaluaron las variables más importantes que determinan los clones de buena adaptación a las condiciones de sierra norte del Perú. Los clones que presentaron un mayor rendimiento total de tubérculos fueron T16 con 35,073 t ha⁻¹ y el clon T14 con 34,653 t ha⁻¹; seguido por T6 con 31,487 t ha⁻¹ y T13 con 31,343 t ha⁻¹, y los de menor rendimiento fueron INIA 302- Amarilis y Liberteña, con 11.133 t ha⁻¹ y 6,36 t ha⁻¹. Siendo la Liberteña la que obtuvo el rendimiento más bajo.; asimismo estos clones reportaron los más altos rendimientos de tubérculos comerciales por planta con 972,42, 1023,01, 886,61 y 825,84 g planta⁻¹ respectivamente; para el número total de tubérculos, los clones que obtuvieron el mayor número fueron los clones T14 con 22,010, T13 con 21,737, T24 con 20,380 y T16 tubérculos respectivamente; a su vez los clones con un mayor número de tubérculos no comerciales se registraron en los clones T30 con 32.530, T15 con 30.343 y T17 con 29.567 tubérculos no comerciales.

En un experimento realizado por Pando y Cabrera (2010); en la localidad Santa Margarita, Distrito La Encañada, provincia Cajamarca, en la campaña 2009; se seleccionaron genotipos de papa con resistencia a racha y calidad para procesamiento, donde destacan los clones CAJ005.1, CAJ010.5, 96CLB1.1, 96CLB1.8 y 96CLB1.4 con 32.81 t ha⁻¹, 29.19 t ha⁻¹, 29.11 t ha⁻¹, 27.10 t ha⁻¹ y 27.48 t ha⁻¹ respectivamente en promedio de peso total. Los genotipos en estudio, presentan niveles de infección causados por la racha que van del 3% al 10%, cuyos valores están por debajo con relación a las variedades comerciales de Canchán y Yungay, estos niveles de infección bajos indican que los genotipos presentan alta resistencia a la racha.

En un estudio realizado por Campos (2014); sobre el efecto de la fertilización en el rendimiento del cultivo de papa (Variedad Huayro) en la comunidad Armachay (Valle del Mantaro –Jauja). Se concluyó que los tratamientos con fertilización química, resultaron con mayor crecimiento vegetativo como altura de planta, en comparación al testigo, y el tratamiento con estiércol fermentado; además que los tratamientos con fertilización obtuvieron mayor cantidad de tubérculos. Por lo tanto la fertilización química (180 – 160 – 120) incrementó el rendimiento total de tubérculo y altura de planta, siendo el factor más determinante sobre la extracción de N, P y K; pero en general los mejores resultados tanto en calidad como producción de tubérculos fueron las combinaciones de abonos orgánicos y fertilizante químico.

2.2. Bases teóricas.

2.2.1. Biodiversidad de la papa

La papa silvestre, así como la cultivada (*Solanum* L. sect. *Petota*), crece desde el suroccidente de Estados Unidos hasta el sur de Chile (Rodríguez *et al.*, 2009). Posee un rico *pool* de genes, constituido por 190 especies silvestres que forman tubérculos (Spooner y Salas, 2006).

A diferencia de otros cultivos, la papa presenta un *pool* genético secundario extremadamente grande, compuesto por especies silvestres cercanas que forman pequeños tubérculos comestibles (Van den Berg y Jacobs, 2007). Actualmente, las distintas variedades cultivadas se encuentran agrupadas dentro de la especie *Solanum tuberosum* L. (Spooner *et al.*, 2007; Andre *et al.*, 2007).

Una de las tendencias morfológicas de la domesticación de la papa fue la reducción en la longitud de los estolones, lo que favoreció la concentración de los tubérculos al pie del tallo (Hijmans *et al.*, 2002; Spooner *et al.*, 2005). En la domesticación pudo estar implicada la selección de tubérculos menos tóxicos y con menores niveles de glicoalcaloides.

Los agricultores andinos mantuvieron una variedad más amplia de formas de tubérculos, colores de piel y carne comparado con los observados en las especies silvestres (Simmonds, 1995). Posteriormente seleccionaron poblaciones de madurez temprana (precocidad), periodo de dormancia adecuado y resistencia a diferentes tipos de estrés biótico y abiótico, en una amplia gama de ambientes (Bradshaw, 2007), buscando siempre tubérculos de mejor sabor y mayor tamaño.

Según Brush (2004), en las comunidades altoandinas donde se cultiva la papa nativa, una familia puede tener hasta 50 variedades; e incluso agricultores de la sierra Liberteña pueden mantener alrededor de 150 variedades nativas entre comerciales y locales. También es conocido que contrariamente a la conservación en bancos de germoplasma, la conservación *in – situ* es muy dinámica, no pudiendo compararse la diversidad a la fecha con la que hubo hace 20 años atrás (De Haan *et al.*, 2013). Sustentando lo mencionado en “Informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos en el Mundo”, preparado para la Conferencia Técnica Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos realizada en Leipzig, Alemania en 1996, donde se indica que en los países andinos se está registrando y se mantendría a futuro si no se establece programas de conservación, una erosión en gran escala de variedades locales de cultivos autóctonos y de plantas silvestres afines de las cultivadas” (FAO 2010).

2.3. Adaptación.

Para Sevilla y Holle (1995) está determinada por el conjunto de cambios heredables que se producen en una población de una especie, en respuesta a modificaciones de ambiente donde se desarrolla y produce; comprende una serie de combinaciones de caracteres, que aumentan la probabilidad de un organismo para sobrevivir y reproducirse en un ambiente específico.

Tompkins *et al.*(2010) mencionan que la adaptación consiste en reducir riesgos y vulnerabilidades, buscando oportunidades y construyendo la capacidad los sistemas naturales para enfrentarse con los impactos climáticos; así como inmovilizar esa capacidad implementando decisiones y acciones.

Los mecanismos de adaptación autónoma de los organismos y ecosistemas consisten en cambios en: la fisiología; el comportamiento; la fenología (dentro del rango permitido por sus genes y la variedad de los genes en la población); la composición genética de las poblaciones; y la composición de la comunidad (a través de la migración o la extinción local) (Settele *et al.*, 2014).

2.4. Generalidades de la papa

2.4.1. Origen e importancia

Los primeros habitantes de los Andes llegaron hace más de 10 000 años, procedentes probablemente de Asia y habrían cruzado el estrecho de Bering al norte del continente americano. En principio eran cazadores y colectores de semillas y de otros productos. La agricultura recién comenzó con la selección de plantas silvestres y su domesticación hace alrededor de 6 000 a 8 000 años (Horkheimer, 1973).

La región andina y más específicamente el sur del Perú y la región colindante de Bolivia son el principal centro de domesticación de las diferentes especies de papas porque en esta región altoandina existe un gran número de especies silvestres, variedades nativas, asimismo se habría detectado que la variabilidad genética de los clones primitivos es excepcionalmente alta. Un centro secundario de origen se ubica en la isla de Chiloé, en el sur de Chile. (Tapia y Fries; 2007)

Según el diario estadounidense The New York Times (2016), hace mención a un estudio publicado y dirigido por arqueólogos de la Universidad de California, donde se revela evidencia directa de lo que parecen ser papas cultivadas sobre herramientas antiguas para moler en el sur de Perú. Los restos se remontan hasta 3400 a.C., es decir, hace cerca de 5500 años. "*Esta es la mejor evidencia arqueológica que indica que, sí, desde estas épocas se cultivaban papas en los Andes centrales*", dijo Tom Dillehay, profesor de antropología de la Universidad de Vanderbilt. Los autores del estudio buscaron granos de almidón microscópicos sobre herramientas de piedra

recuperadas de un antiguo sitio de gran altura llamado Jiskairumoko, en la cuenca del Titicaca, en el sur de Perú. Estas herramientas, sospechan, se utilizaron para romper las pieles de las patatas. "En el proceso, pequeños granos de almidón se incrustaron dentro de microporos y grietas" de las herramientas de piedra, dijo Mark Aldenderfer, uno de los autores del estudio. Él y la coautora del estudio, Claudia Rumold, bañaron las herramientas en un sonicador, que desalojó los granos de almidón de los poros usando ondas sonoras. Luego analizaron los granos bajo un microscopio y los compararon con muestras de referencia de otros cultivos y plantas silvestres de la región. Sin embargo, aún quedan datos para conocer cómo la papa cambió de tamaño a lo largo del tiempo", se puede leer en la publicación del mencionado diario.

Todas las hipótesis previas al estudio detallado de la genética de la papa proponían que las variantes cultivadas se habían desarrollado en distintos lugares (orígenes múltiples, sin embargo, al analizar la genética tanto de las especies silvestres como de los cultivares nativos, se demuestra que la papa cultivada tuvo un origen único en una región al norte del lago Titicaca, a partir de miembros del complejo norte de *S. brevicaule* (Spooner *et al.*, 2005; Van den Berg y Jacobs, 2007).

Bukasov (1971) propuso a *S. canasense*, *S. leptophyes*, *S. brevicaule*, *S. bukasovii*, *S. candolleanum* y *S. sparsipilum* como ancestros de *S. stenotomum*, mientras Ochoa (1990) plantea que los ancestros serían *S. brevicaule*, *S. bukasovii* y *S. canasense*.

A su vez Ugent (1970) y Huamán y Spooner (2002) proponen que *S. stenotomum* proviene de las especies *S. brevicaule*, *S. bukasovii*, *S. canasense*, *S. coelestipetalum*, *S. gourlayi*, *S. leptophyes*, *S. multidissectum*, *S. multiinterruptum* y *S. spagazzinii*, pertenecientes al complejo *S. brevicaule*.

Hawkes (1990) favoreció a *S. leptophyes* como único ancestro, por estar distribuida a la misma altitud y en la misma región ecogeográfica que *S. stenotomun* (cerca al lago Titicaca), la cual posteriormente se diseminó en distintas direcciones, incluyendo Argentina y Chile (Morales, 2007).

Teniendo en cuenta sus rasgos morfológicos y fitogeográficos, se planteó que la primera papa cultivada fue *S. stenotomum*, teniendo a *S. leptophyes* y *S. canasense* como posibles ancestros. (Huamán y Spooner, 2002).

La diferencia entre estas hipótesis resulta de la controversia acerca de la taxonomía de un grupo de especies silvestres ancestrales, ya que *S. bukasovii*, *S. canasense* y *S. multidissectum* fueron consideradas por Ochoa (1999) como una sola especie.

2.4.2. Distribución

El género *Solanum* tiene distribución mundial y se encuentra preferentemente en las regiones tropicales y subtropicales.

En el Perú la “papa” se cultiva en 19 de los 24 departamentos, existiendo condiciones climáticas favorables para la producción de variedades demandadas comercialmente (consumo fresco y procesamiento) durante todo el año, más del 90% de las siembras de este cultivo se instalan en la sierra, mayormente en las regiones Quechua y Suni, que van desde los 2,300 hasta los 4,100 m.s.n.m. Las principales zonas de producción en la sierra son: Huánuco (principal Departamento productor de “papa”), Junín, Puno (que posee la mayor extensión dedicada al cultivo), La Libertad (principal abastecedor del norte del país), Apurímac, Cusco, y Cajamarca. En la costa, destacan la producción de los Departamentos de Arequipa, Lima e Ica (MINAGRI, 2017).

2.4.3. Taxonomía

La ordenación taxonómica del género *Solanum* se realizó en la década de 1850, posteriormente a la crisis que ocasionó la ranca en Irlanda (George Bitter, 1912).

Para la clasificación de las plantas en general hay dos corrientes: En una, no se han diferenciado las cultivadas de las silvestres y han sido tratadas mediante las normas del Código Internacional de Nomenclatura Botánica (ICBN) (reservándose el ICBN para las silvestres); en la otra, se ha tratado a las cultivadas con el Código Internacional de Nomenclatura de Plantas Cultivadas (ICNCP). (Seminario 2008).

Enfocado en el ICNCP, la propuesta de Huamán y Spooner (2002) clasifica a todas las poblaciones de papas cultivadas como grupos de cultivares bajo la única clase *S. tuberosum*. En otras palabras, proponen una sola especie, dentro de la cual consideran nueve grupos de cultivares: Ajanjuiri, Andigenum, Chaucha, Chilotanum, Curtilobum, Juzepczukii, Phureja y Stenotomum; el último es un grupo todavía sin nombre que involucraría a los cultivares

modernos, obtenidos en los centro de mejoramiento, por hibridación, con intervención de los grupos Chilotanum y Andigenum y, hasta 16 especies silvestres.

La presente investigación se basa taxonómicamente en la clasificación realizada por Huamán y Spooner (2002), señalando que se trabajó con 18 clones provenientes del CIP provenientes de los progenitores del grupo *andigenum* **x** *andigenum*.

2.4.4. Fenología de la papa

Yzarra 1998; menciona que está conformada por cinco periodos, que son: emergencia, formación de estolones y brotes laterales, botón floral y maduración respectivamente.

En la emergencia aparecen las primeras hojas sobre la superficie del suelo. Seguidamente los brotes que surgen desde el tallo principal aéreos y subterráneos, dan lugar a la formación del follaje de la planta y los segundos a estolones, donde engrosan en la porción distal para la formación de tubérculos. Posteriormente aparecen los primeros botones florales, dando lugar a la formación de las flores. Finalmente se observa el cambio de color de las hojas, porque hay una relación directa con la maduración de tubérculos; descubriendo la base de las plantas ver si la piel de la papa está bien adherida y no se desprende. (MINAGRI y MINAM; s.f.)

2.4.5. Rendimiento del tubérculo

Fundamentalmente para alcanzar los rendimientos óptimos y esperados, se necesita conocer los distintos factores externos que intervienen en él. Por lo tanto la producción y la calidad de la papa es el resultado de la interacción de la planta con factores agroecológicos (suelo y clima) durante el periodo vegetativo del cultivo (Lujan, 1994).

El funcionamiento de la planta está influenciado por la temperatura, longitud del día, intensidad de la luz, densidad de siembra, estado sanitario y fisiológico de la semilla y la disponibilidad de agua y nutrientes, sin embargo, es difícil delimitar la influencia de cada factor separadamente, puesto que, además de su propia influencia, existe una interacción entre todos (López, 1977).

Seminario; *et al*, 2017 consideran como componentes de rendimiento a: altura de planta (AP), número de tallos (NT), número total de tubérculos (NTT), número de tubérculos comerciales (NTC), peso total de tubérculos (PTT) y peso de tubérculos comerciales (PTC), los mismo que son considerados en la presente investigación; sumando otro componente como es número de tallos por planta.

2.4.6. Factores influyentes en el rendimiento.

La producción de papa está fuertemente relacionada con las condiciones del clima, por ello los agricultores deben tener mayor acceso a la información climática para prevenir pérdidas y la baja productividad, los cambios en el clima afectan a la papa porque influyen en las diferentes etapas del crecimiento del cultivo.

2.4.6.1. Temperatura

Casi todas las actividades fisiológicas descansan en reacciones termoquímicas. Cada proceso o función requiere una temperatura diferente. Así la respiración óptima en papa varía entre 16 y 25 °C; pero la materia seca se produce rápidamente a 20 °C en la cual la tasa fotosintética es alta, en cambio la respiración es baja (Egúsquiza,1989).

Cabrera y Escobal, (2013); manifiestan que la temperatura óptima del suelo para un crecimiento normal del tubérculo es de 15 a 18°C; sin embargo, existen requerimientos de temperatura mínima y máxima bajo las cuales la productividad varía o disminuye conforme estas bajan o aumentan.

Por su parte Rojas (1979), nos menciona que la temperatura media óptima para la tuberización es de 20°C, si la temperatura se incrementa por encima de este valor disminuye la fotosíntesis y aumenta la respiración y por consecuencia hay combustión de hidratos de carbono almacenados en los tubérculos. Las consecuencias negativas de las altas temperaturas diurnas y nocturnas adquieren verdadero dramatismo en el norte de nuestro país cuando aparece el Fenómeno del Niño, en que las altas temperaturas tanto diurnas y nocturnas provocan ausencia total de tubérculos.

Se puede deducir que es favorable la alternancia de temperaturas diurnas y nocturnas para una buena tuberización.

2.4.6.2. Humedad

La fotosíntesis y la respiración dependen del estado hídrico de la planta, en consecuencia su crecimiento y desarrollo de ésta dependen todos los procesos metabólicos, desde simples cambios en las reacciones enzimáticas hasta marchites permanente y muerte de la planta.

La necesidad de riego y/o precipitación es mayor al inicio de la tuberización hasta aproximadamente 20 días antes de la cosecha (Rojas, 1979).

Egúsqiza (2000) menciona que la emergencia desuniforme de las plantas de papa que se observa en muchos campos, ocurre por tres razones: la primera por desuniformidad de la humedad, la segunda por exceso de la misma; y una tercera por uso de semilla de diferente edad.

2.4.6.3. Longitud de día y fotoperiodo

La duración del día que preferiblemente debería ser de 10 a 12 horas, son apropiadas para nuevas variedades y la intensidad de luz que se pueda presentar, haciendo mención que en días nublados se reduce el contenido de sólidos del tubérculo, obteniendo una “papa aguachente” y no “harinosa” Egúsqiza (2000). Las horas de luz presentan una fuerte influencia durante el crecimiento del follaje y los rizomas, la floración y la tuberización; la mayor parte de variedades y especies crecen más en días largos y menos en días cortos, éstos últimos al no reducir los productos totales de la fotosíntesis presentan una tuberización temprana, en consecuencia también se adelanta la madurez (Montalvo 1984).

2.4.6.4. Sanidad

Las condiciones climáticas favorables para el desarrollo del patógeno pueden ocasionar daños por “ranchar” principalmente; además de la presencia de otros patógenos (Egúsqiza, 2000).

2.4.6.5. Factor suelo

La papa está adaptada a diferentes condiciones de suelos, sin embargo los mejores rendimientos se logran en suelos franco arenosos, profundos, bien drenados y con un pH de 5.5 a 8.0 (MINAG, 2011).

Rojas (1979), indica que todos los factores ambientales o estímulos externos (frio, calor, luz, humedad, suelo, etc.) que gobiernan en el desarrollo vegetal interactúan de modo complejo, convirtiéndose en estímulos químicos (hormonal, enzimático, etc.) con lo cual la relación ecológica queda transformada en efecto metabólicos o fisiológicos.

2.4.7. Requerimientos nutricionales para el desarrollo del cultivo de papa

El suelo debe tener nutrientes disponibles en la cantidad necesaria y el tiempo oportuno, de acuerdo a los requerimientos para cada una de las fases de su desarrollo del cultivo, de no ser así, el crecimiento y desarrollo serán deficientes. El cultivo de papa tiene una mayor necesidad de nutrientes al inicio de la tuberización hasta finalizar la floración (Montalvo 1984).

La papa es una especie de alta respuesta a la aplicación de fertilizantes debido a su baja densidad radicular, lo que implica una baja capacidad de exploración del suelo. Las plantas de papa necesitan altas cantidades de nitrógeno y potasio, durante el engrosamiento de los tubérculos y que aparte de las concentraciones de estos elementos en el suelo, la capacidad del sistema radicular para tomar esas grandes cantidades de nutrientes hasta la cosecha define en gran medida la longitud de la duración de las hojas activas y por lo tanto el rendimiento del cultivo (Kupers 1985).

La combinación de abono orgánico o materia orgánica y fertilizantes minerales ofrece las condiciones ambientales ideales para el cultivo, cuando el abono orgánico o la materia orgánica mejora las propiedades del suelo y el suministro de los fertilizantes minerales provee los nutrientes que las plantas necesitan (FAO/IFA, 2002).

La cantidad de nutrientes necesarios depende en gran parte del rendimiento obtenido (o esperado) del cultivo. Las cantidades de nutrientes extraídas por el cultivo de papa según diferentes autores con rendimientos moderados a altos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Extracción relativa de nutrientes en el cultivo de papa, según rendimientos esperados.

Rendimiento t ha ⁻¹	N P2O5 K2O Ca Mg S						Referencia
	Kg/ha ⁻¹						
20	140	39	190	2	4	6	FAO/IF A, 2002
38	224	67	336	-	-	-	Dahnke y Nelson, 1976
40	175	80	310	-	23	16	FAO/IF A, 2002
40	120	55	221	-	-	-	Sierra <i>et al</i> , 2002
56	235	71	400	91	63	22	Westermann,2005
63	288	128	396	-	35	26	Tisdale y Nelson, 1975

Fuente: Elaboración propia

2.4.8. Abonamiento en el cultivo de papa

El uso de abonos para el cultivo de papa tiene una especial importancia debido a las numerosas funciones benéficas que cumple entre ellas: la retención de agua que queda disponible para uso de la planta, retiene los nutrientes minerales evitando que se pierdan por arrastre hacia el subsuelo, mejora la proporción de espacios porosos y proporciona así mejor aireación a las raíces, mejora las características físicas del suelo, favorece la presencia de microorganismos, incrementa la temperatura del suelo, disminuye la compactación del suelo (Egúsquiza, 2000).

2.4.9. Tuberización de la papa.

Según Egúsquiza (2000), la tuberización inicia con el elongamiento de los estolones, haciendo uso de los azúcares producidos por las hojas, posteriormente los azúcares se trasladan al extremo del estolón y se depositan en forma de almidón, el espacio entre la hojas rudimentarias del tubérculo se van alejando a medida que aumenta el grosor, y por lo tanto desaparecen para dar lugar a los “ojos del tubérculo”; siendo ésta etapa denominada como “inducción o inicio”. En la segunda etapa o de “tuberización o llenado” las células se multiplican radialmente (hacia los costados) y el tubérculo se expande por la acumulación de agua y sólidos pero el proceso de tuberización está condicionado por distintos aspectos, que son: la estimulación por la presencia

de temperaturas bajas comprendidas entre 10 a 20 °C, en la que la respiración es baja; además que la planta no debe sufrir déficit de agua; también se debería reducir en el abastecimiento del nitrógeno del suelo de lo contrario la planta continuará un crecimiento aéreo retrasando de ésta manera la tuberización.

2.4.10. Composición del tubérculo de papa.

El tubérculo en su mayoría está constituido por agua en un 80 % aproximadamente, y 20 % solidos. En el 20 % de solidos encontramos que 18% son hidratos de carbono (almidón, celulosa, glucosa, sacarosa y pectinas) y los 2 % gramos restantes son compuestos nitrogenados; además de vitaminas solubles en agua y minerales (André, 2007). De todos los compuestos anteriores el almidón constituye el 60 al 80 % del peso seco del tubérculo y la variación de éste se atribuye principalmente a factores genéticos y a condiciones climáticas, los azúcares ocupan una fracción baja (3 %) sobre el contenido total de la materia seca (Zambrano *et al.* 2010).

Las vitaminas se encuentran representadas por ácido ascórbico (vitamina C), pirodoxina (B6), tiamina (B1), niacina, ácido fólico y pantoténico. El contenido de minerales está directamente relacionado con factores edáficos de dónde se cultiva, siendo una fuente moderada de hierro, fósforo y magnesio, siendo fuente excelente de potasio (FAOSTAT, 1999)

También los tubérculos contienen otros fitonutrientes dentro de los que se incluyen los polifenoles, flavonoides, antocianinas, ácidos fenólicos, carotenoides, poliminas y tocoferoles, entre otros (Navarre, 2009).

De ésta manera se concluye que la composición de los tubérculos se encuentran íntima y directamente relacionada con diversos factores como son: clima, los sistemas de manejo, el periodo de siembra, la zona de procedencia, la fisiología, el almacenamiento y el estado de post-cosecha (Bonierbale *et al.* 2004).

2.4.11. Aspectos Productivos de la papa en el Perú y el mundo.

Según FAO citado por MINAGRI (2017), la producción de papa a nivel mundial llegó a 381,7 millones de toneladas en el 2014, de ésta cantidad más de la mitad de la producción mundial es suministrada por cinco países: China, India, Rusia, Ucrania y Estados Unidos. Éstas cifras

contrastan con el nivel de producción de los países andinos que, en conjunto, no superan los 10 millones de toneladas. Por su parte la producción de Perú en el 2014 ocupó el lugar 14, dentro del conjunto de 150 países que siembran este cultivo; siendo el segundo país con mayor producción en América, después de Estados Unidos; y el primero en América del Sur. Ese mismo año el Perú ocupó el octavo lugar en el mundo respecto a la superficie cosechada, superando a países como Alemania, Francia, Polonia y Países Bajos, que se ubican dentro de los primeros 10 lugares como productores del mundo. Pero en cuestión de productividad por hectárea, se menciona que el Perú se vio relegada al puesto 122, con un rendimiento promedio de 14.78 t ha^{-1} , inferior en 26,0%, respecto del promedio mundial, e inclusive menor que los rendimientos obtenidos por nuestros países vecinos, que oscilan entre 18.45 t ha^{-1} (Ecuador), 20.04 t ha^{-1} (Colombia), 27.41 t ha^{-1} (Brasil) y 21.68 t ha^{-1} (Chile). Los rendimientos en los países europeos como Francia, Alemania, Países Bajos; además de Estados Unidos de América, superan las 45.00 t ha^{-1} .

También informa el MINAGRI (2017) que en Perú, en las dos últimas décadas (de 1997 al 2016), la producción creció rápidamente, a una tasa de 3,4% anual, llegándose a obtener en el año 2015, una producción histórica récord de 4 715 900 de toneladas, 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%. Para el año 2016 la superficie cosechada fue de 311, 2 mil hectáreas a nivel nacional, ocupando el segundo lugar, después del arroz. Por su parte, la producción nacional este mismo año llegó a 4 527 600 de toneladas, cantidad inferior en 4,0%, en comparación con la producción del año 2015, que fue la producción más alta desde que se tienen registros estadísticos. Mientras que en Arequipa se obtiene un rendimiento promedio de $33,5 \text{ t ha}^{-1}$ y en Ica $32,2 \text{ t ha}^{-1}$; en las regiones de Piura y Lambayeque, estos apenas llegan a $9,5 \text{ t ha}^{-1}$ y $6,6 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente. La región Cajamarca presentó un rendimiento de $11,9 \text{ t ha}^{-1}$. Sin embargo, en 10 de las 19 regiones productoras de papa, se obtiene rendimientos por encima del promedio nacional, que fue de $14,5 \text{ t ha}^{-1}$. Por lo tanto se concluye que la producción de papa ha venido creciendo, principalmente, en base a la mejora de rendimientos, que de una expansión de las áreas cosechadas.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento.

La presente investigación se desarrolló en terreno propiedad de uno de los miembros de la Asociación de productores de semilla de papa del Centro Poblado Chucmar - Sector Uñigan, comprensión al distrito Tacabamba, provincia Chota y departamento Cajamarca; aproximadamente a 6 horas de la ciudad de Cajamarca en movilidad; contando con una vía de acceso asfaltada en la mayor parte del tramo Cajamarca-Chota y con una carretera o trocha carrozable en el tramo Chota-Tacabamba – Chucmar.

Según georeferenciación, la parcela se encuentra a una altitud de 3 100 msnm; entre las coordenadas geográficas: 6°24'31.90" latitud Sur y 78°32'22.35" longitud Oeste; en la región natural Quechua Alta según Pulgar Vidal (1987); siendo una zona baja (2 800 – 3300), según la escala de adaptación establecida mediante trabajos realizados con productores de papa (CIP, 2015); la zona presenta un microclima húmedo típico, con precipitaciones moderadas a altas, además de presentarse neblinas que mantienen una atmósfera húmeda.

La parcela experimental se encontró en estado de descanso, habiendo estado cubierto por pastos naturales, típicos de la zona.

Los análisis, y demás trabajos de gabinete se realizaron en las instalaciones de la Estación Experimental Agraria – Baños del Inca y en la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNC.

3.2. Condiciones climáticas durante el periodo de cultivo.

La Tabla 2, muestran los índices climáticos durante el periodo de cultivo, que abarcan los meses de Enero a Junio del año 2017, haciendo referencia a la institución que brinda la información correspondiente; donde se han considerado la información de temperatura mínima, media y máxima de cada mes expresada en grados centígrados (°C); también se ha considerado las precipitaciones por mes en mm; además de la humedad relativa.

Tabla 2. Índices climáticos durante el periodo del cultivo.

Año	Mes	Temperatura (C°)			Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)
		Max	Min	Media		
2017	Enero	19.23	11.11	15.17	140	89
2017	Febrero	21.44	10.63	16.00	86	84
2017	Marzo	20.30	11.54	15.90	359	88
2017	Abril	20.95	11.71	16.30	109	86
2017	Mayo	21.26	11.24	16.25	77	87
2017	Junio	21.63	10.22	15.90	45	84
Promedio		20.80	11.08	15.92	136.00	86.33
Total					816	

Fuente: SENAMHI (2017)

También podemos observar que la temperatura máxima fue más alta en el mes de Junio, con un valor promedio de 21.63 °C, y el valor promedio de temperatura mínima también se presentó en el mes de Junio, con un valor de 10.22 °C.

Respecto a la precipitación, nos indica que el promedio de los 6 meses en estudio fue de 136.00 mm/mes, siendo el mes de Marzo en el cual se presentó la más alta acumulación con 359 mm. También observamos que durante todo el periodo del cultivo se presentó una acumulación total de 816 mm de precipitación.

Los valores de Humedad Relativa presentes durante el periodo de cultivo, tuvieron un promedio de 86.33 %, encontrándose el valor porcentual más alto en el mes de Enero con 89 %.

3.3. Materiales

3.3.1. Material biológico

Se utilizaron diecinueve genotipos de papa (*Solanum tuberosum L.*): 18 clones y 1 variedad como testigo local: INIA 302 Amarilis; provenientes del CIP (Centro Internacional de la papa). En total se usaron 760 tubérculos - semillas de los distintos genotipos; éstos genotipos ya contaban con un código respectivo, y a cada uno se les designó una clave numérica del 1 al 19; tal y como se indica en la Tabla 3, donde también figura sus respectivos pedigree.

Los 18 clones provenientes de CIP, fueron obtenidos en el programa de mejoramiento de la mencionada institución; todas obtenidas del cruzamiento de *andigena x andigena*.

Tabla 3. Genotipos utilizados en el experimento

Clave	Genotipos	Pedigree
1	308486.314	395112.32 x 396012.288
2	308486.333	395112.32 x 396012.288
3	308486.355	395112.32 x 396012.288
4	308487.157	395112.32 x 396264.14
5	308487.39	395112.32 x 396264.14
6	308488.198	3951122.36 x 396004.337
7	308488.92	3951122.36 x 396004.337
8	308492.207	395114.5 x 395096.7
9	308495.227	395179.21 x 395017.227
10	308495.237	395179.21 x 395017.227
11	308499.143	396004.263 x 396038.107
12	308499.76	396004.263 x 396038.107
13	308502.95	396008.104 x 396012. 266
14	308505.377	396009.239 x 396004.337
15	308513.318	396033.102 x 395152.16
16	308513.96	396033.102 x 395152.16
17	308517.91	396034.103 x 396038.107
18	308519.11	396046.105 x 396017.227
19	INIA 302 - Amarilis	(Monserrate x Atzimba) x Bulk Precoz

Fuente: CIP (Centro Internacional de la papa), 2017.

Amarilis – INIA 302.- Se presenta como el testigo local, es una variedad con material de origen proveniente del CIP, liberada en 1993 por INIA; con periodo vegetativo precóz (4 meses); La planta es de porte mediano, flores blancas, y escasa fructificación, considerada como resistente a la racha; además de poseer buena calidad culinaria y de conservación; los tubérculos son de forma oblonga, de ojos superficiales, piel de color crema y “carne” también de color crema (Egusquiza, 2000)

Otros materiales biológicos:

- Gallinaza

3.3.2. Agroquímicos

- Fertilizantes
 - Úrea (46 % N)
 - Superfosfato Triple de Calcio (46 % P_2O_5)
 - Cloruro de Potasio (60 % K_2O)
- Insecticidas
 - Furadan 5G (composición: Carbofuran 50g/Kg)
 - Furadan 4F(composición: Carbofuran 480 g/L).
- Fungicidas
 - Ridomil 68WG (composición : 4 g Metalaxil- 64 g Mancozeb /)
 - Mancozeb 80W
- Adherente:
 - Pegasol

3.3.3. Material de campo

- Lampa
- Pico
- Costales
- Wincha
- Cal (para la señalización de bloques)
- Estacas de madera
- Libreta de campo

- Etiquetas
- Balanza tipo reloj
- Bolsas de papel

3.3.4. Equipos

- Computadora
- Impresora
- Vernier
- Calculadora
- Cámara fotográfica (digital)
- Mochila fumigadora
- Mascarilla para fumigación
- Yunta aperada

3.3.5. Material de escritorio

- Cuaderno
- Lapiceros
- Plumón indeleble
- Papel bond A4 – 80 g.

3.4. Análisis físico químico del suelo

Antes de realizar la siembra se recolectó con 30 días de anticipación, un número de 5 submuestras de suelo, según consideraciones técnicas en zig zag, con una palana, seguidamente se procedió a mezclar las submuestras para al final recoger una muestra representativa de la parcela, 400 g de suelo aproximadamente. Ésta muestra posteriormente fue llevada al

Laboratorio de Suelos de la EEA Baños del Inca -INIA, para su respectivo análisis de fertilidad; siendo los resultados los que se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Análisis físico - químico de suelo de la parcela experimental.

Determinación	Resultado	Método
pH	4.0	Potenciómetro
Materia orgánica (%)	3.5	Wackley – black Modificado
Nitrógeno total (%)	0.175	Microkjeldahl
Fósforo disponible (ppm)	17.17	Olsen Modificado
Potasio disponible (ppm)	180	Extracción Ac. Sulfúrico 6N
Dosis de fertilización recomendada:		140 - 120 - 120

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelo, INIA - E.E.A. Baños del Inca. (2016)

La Tabla 4, nos muestra los resultados obtenidos del análisis de suelo, cada uno de ellos descritos con el respectivo método utilizado. Según los valores obtenidos; el pH tuvo un valor de 4.0, considerándose muy ácido. Seguidamente el contenido de materia orgánica con un valor porcentual de 3.5 siendo un valor alto. El valor de 17.17 ppm de fósforo es considerado alto y por último el potasio en un nivel bajo con 180 ppm.

Según la dosis de fertilización recomendada por el laboratorio fue de 140 -120 -120 Kg de NPK. por hectárea.

3.5. Método

El experimento se realizó entre los meses de Enero y Junio del 2017. Se utilizaron 19 genotipos de papa (18 clones y un testigo local: la variedad INIA 302 - Amarilis) provenientes del CIP (Tabla 3), evaluándose de ésta manera el comportamiento frente a las condiciones agroclimática y edáficas de la zona que determinen el rendimiento de cada genotipo. La preparación del terreno, manejo en campo y cosecha se realizaron siguiendo las recomendaciones técnicas para el cultivo.

3.6. Diseño experimental

Los tratamientos: 19 **genotipos** (18 clones y 1 testigo local); fueron establecidos haciendo uso del Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cuatro repeticiones, el proceso de aleatorización para el diseño DBCA se aplicó para cada uno de los bloques. Cada unidad experimental estuvo conformada por un surco de 10 plantas, los distanciamientos fueron de 1.00 m entre surcos y 0.30 m entre plantas (equivalente a una densidad de siembra de: 33 333 plantas ha⁻¹), tal como lo indica la Figura3.

Se utilizó el modelo estadístico lineal:

Dónde:

$i = 1, 2, \dots, t$ (tratamientos)

$j = 1, 2, \dots, r$ (bloques)

Y_{ij} = Unidad experimental que recibe el tratamiento i , y está en el bloque j .

μ = El verdadero efecto de la media general

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

β_j = Efecto del j -ésimo bloque

e_{ij} = El verdadero efecto de la unidad experimental en el j -ésimo bloque que está sujeto al i -ésimo tratamiento (error experimental)

Los datos obtenidos de la evaluación de variables en los diferentes tratamientos fueron sometidos al análisis de variancia (ANOVA). Los promedios fueron comparados mediante la prueba de comparación de medias de Duncan, con un nivel de significación de 0.05. (Vásquez, 2013).

Las fuentes de variación usadas en el modelo estadístico son tratamientos (clones), los bloques (repeticiones) y el error experimental para cada bloque.

3.6.1. Instalación de bloques

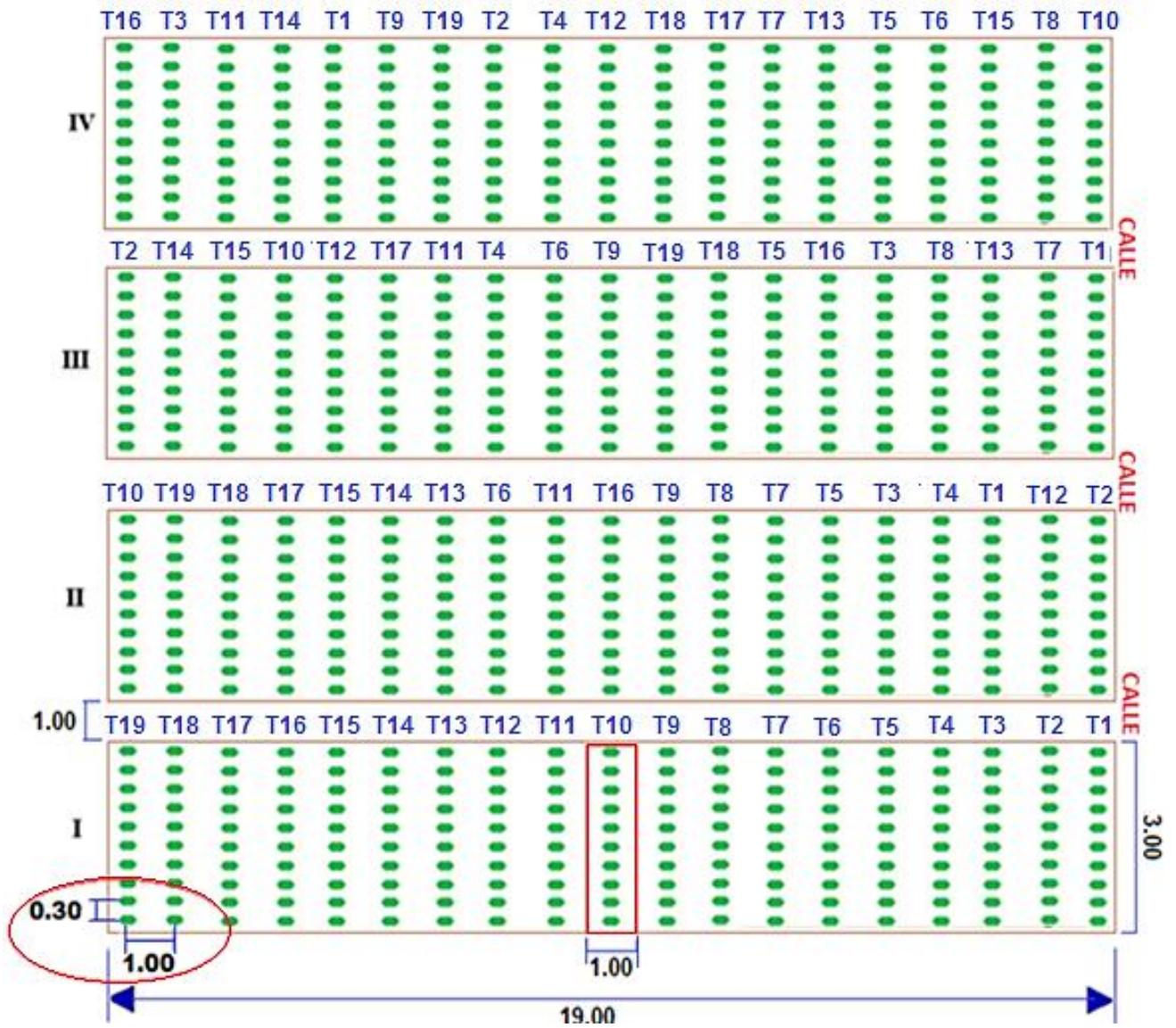


Figura 1. Dimensiones de los bloques, calles; densidad de siembra, y distribución de los genotipos.

Características del campo experimental

- **Bloque**

Número : 4
Largo : 19
Ancho : 3.00 m
Área : 57.00 m²

- **Surco / bloque**

Número : 19
Largo : 3.00 m
Ancho : 1.00
Área : 3.00 m²

- **Calle**

Número : 3
Largo : 19.00 m
Ancho : 1.00 m
Área : 19.00 m²

- **Área del terreno**

Área experimental : 228.00 m²
Área total : 285.20 m²

3.7. Conducción del experimento en campo

3.7.1. Preparación del terreno

Ésta labor se realizó con dos semanas de anticipación a la siembra, iniciando con la remoción del suelo por medio de aradura de tracción animal en el mes de Setiembre, complementándose el acondicionamiento del suelo, con herramientas manuales: pico, lampa; trozando los terrones dejados por la aradura de ésta manera se acondicionó el suelo con características favorables para la siembra.

3.7.2. Fertilización y abonamiento del terreno.

En base a los resultados de los análisis de la muestra de suelo se determinó las siguientes recomendaciones técnicas: **140 Kg de N/ ha⁻¹**; **120 Kg de P₂O₅ /ha⁻¹**. y **120 Kg de K₂O/ ha⁻¹**; tal como se indica en la Tabla 4.

Se considera para los cálculos de las cantidades usadas un área experimental de 228.00 m². Las fuentes de fertilidad así como su ley y dosis recomendada se describen en la Tabla 5.

Tabla 5. Fuente, ley, dosis de fertilizantes, y abono orgánico utilizados.

Fuente	Ley	Dosis Recomendada (Kg ha⁻¹)
Urea	46% N	140
Superfosfato triple de calcio	46% P ₂ O ₅	120
Cloruro de potasio	60% K ₂ O	120
Gallinaza		2000

Haciendo uso de las leyes de fertilizantes usados, y la dosis recomendada de Gallinaza se determinó las siguientes cantidades requeridas: 7 Kg de Urea, 6 Kg de Superfosfato Triple de Calcio, y 5 Kg de Cloruro de Potasio; también como abono orgánico 46 Kg de gallinaza.

Respecto al abono orgánico (Gallinaza), se utilizó el 100 % a la siembra.

De las 3 fuentes de fertilización se procedió a utilizar; el 50 % de Urea a la siembra, el 100% de Superfosfato triple de Calcio y el 100 % de Cloruro de potasio a la siembra. Éstas 3 fuentes de fertilización se describen de la siguiente manera:

3.7.3. Siembra

Se realizó el 20 de enero de 2017. En primer lugar, se realizó el surcado de forma manual con lampas, picos; considerando los distanciamientos de la densidad establecidos en el diseño (Figura 3). Seguidamente se procedió a la delimitación de las repeticiones o bloques con cal, así mismo de las calles. Seguidamente se realizó la fertilización a base de agroquímicos (Urea, Superfosfato Triple de Calcio, Cloruro de Potasio) y abono orgánico (Gallinaza). Una vez de haber sido ubicadas cada sobre conteniendo los distintos genotipos en el surco específico, se procedió a la siembra de un tubérculo – semilla por “golpe”; siendo los distanciamientos citados en el croquis de la Figura 3: a 0.30 m de distanciamiento entre golpe y a 1.00 m entre surco; 10 plantas por surco. Para evitar el “efecto borde” se sembraron en todo el contorno de la parcela, semillas de papa de algunas variedades ajenas al experimento Finalmente se culminó con el tapado de la semilla con yunta de toros y herramientas manuales.

3.7.4. Riego

Considerando que en el mes de Enero y los subsiguientes hasta el mes de Junio, dentro del periodo vegetativo, se presentaron precipitaciones tal como muestra la Tabla 2, donde se observar que las precipitaciones acumularon 816 mm de agua, además de la presencia de neblinas, considerando la fisiografía de la localidad que consiste en la presencia de bosques los cuales retienen la humedad atmosférica, dando las características físicas del suelo como son presencia de materia orgánica, la misma que ayuda a crear una atmósfera húmeda en el suelo, favoreciendo la época de siembra y cultivo; por tales motivos se desarrolló un “cultivo al seco”, evitando los encharcamiento del agua de lluvia.

3.7.5. Deshierbo y segunda fertilización.

Se realizó a los 30 días posteriores a la siembra, en forma manual usando herramientas tradicionales como la lampa, de ésta manera se evitó las competencias por humedad, nutrientes, favorables en el desarrollo de la planta de papa y posterior tuberización. Debemos acotar que en ésta fecha también se aplicó la segunda dosis nitrogenada a base de 50 % de Urea restante.

3.7.6. Aporque

Se realizó a los 45 días posteriores a la siembra, con el uso de herramientas de mano como la lampa, con la ayuda de los integrantes de la asociación de productores de semilla de papa de

Chucmar, 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; además de evitar la proliferación de los patógenos, y para que también pueda haber una mayor estolonización y por lo tanto mayor número de tubérculos a la cosecha.

Cabrera y Escobal (2013), y Egúsqiza (2000); mencionan que ésta labor aleja a los tubérculos del daño de la ranca en el follaje, así como de los insectos de diferentes especies; también evita el verdeamiento de los tubérculos que quedan expuestos, favoreciendo de ésta manera su buen desarrollo.

3.7.7. Control fitosanitario

Para evitar las infecciones foliares por “ranca” (*Phytophthora infestans*) y su posterior control; se utilizaron fungicidas químicos comerciales, “Mancozil” y “Ridomil 68WG”, en mochila de 20 Litros.

Para el control del “gorgojo de los andes” (*Premnotrypes spp.*) se hizo uso del insecticida comercial de nombre “Furadan 4f” y “Furadan 5G. Las aplicaciones fitosanitarias, se describen de la siguiente manera:

- A la siembra se usó Furadán 5G; basándonos en el área experimental y la dosis recomendada (50 Kg/ha^{-1}) del producto, se aplicó 1 Kg distribuido uniformemente en la totalidad de los surcos, previo al tapado de la semilla.
- El segundo control fitosanitario se realizó a los 28 días después de la siembra; para “ranca”, se usó el producto Ridomil 68WG, a razón de 2g/litro de agua. Y para el segundo control del gorgojo de los andes se utilizó Furadán 4f a razón de 2 ml/ 1 litro de agua.
- El tercer control fitosanitario se realizó a los 61 días después de la siembra, para “ranca” se usó Mancozil a razón de 2g/litro de agua. Para “gorgojo de los andes” se usó Furadan 4f a razón de 2 ml/ litro. de agua y también se hizo uso del adherente Pegasol a razón de 0.05 ml/ litro de agua.

- Las dos aplicaciones se realizaron para uniformizar y ver la respuesta de los genotipos a la incidencia del patógeno; según manifestaciones verbales de los productores de la zona; éstos mencionan que las aplicaciones que ellos realizan van en número de 11 a 14.

3.7.8. Cosecha

Se realizó cuando los 19 genotipos completaron su periodo vegetativo, determinando la “maduración” de los tubérculos por frotación de la epidermis.

Se realizó con herramientas de uso manual como es la lampa y el pico el día 09 de Junio del año 2017, es decir a los 149 días después de la siembra, el número de plantas cosechadas se indica la Tabla , para lo cual se procedió a seleccionar los mejores tubérculos, descartando los tubérculos con daños físicos, ya sea por las herramientas, patógenos, influencia climática, u otros factores.

Cabe resaltar que previamente a la cosecha, con 15 días de anticipación se procedió al cortado del follaje y tallos aéreos de la planta. Según Cabrera (2009) ésta actividad se realiza con el fin de facilitar las labores de cosecha, lograr tubérculos más uniformes en tamaño favoreciendo el endurecimiento de la cáscara al acelerar la madurez, también se evita infecciones de enfermedades por virus y racha, así como daños por plagas (Bothinus, gusano alambre, polillas, etc.).

El efecto borde se pudo evitar, puesto que a la fecha de la siembra se instalaron dos surcos de la semilla restante de las variedades comerciales, bordeando los cuatro márgenes de la parcela experimental; de tal manera que el total de las plantas cosechadas se indican en la Tabla 6.

Tabla 6 . Número de plantas cosechadas de 19 genotipos de papa

Clave	Genotipos	BLOQUE				TOTAL
		I	II	III	IV	
1	308486.314	10	9	8	9	36
2	308486.333	9	9	10	9	37
3	308486.355	9	10	9	10	38
4	308487.157	8	10	10	9	37
5	308487.39	9	9	10	8	36
6	308488.198	9	9	10	10	38
7	308488.92	8	10	9	9	36
8	308492.207	8	9	9	6	32
9	308495.227	9	10	10	9	38
10	308495.237	9	10	10	7	36
11	308499.143	8	9	9	10	36
12	308499.76	8	8	10	8	34
13	308502.95	10	9	10	8	37
14	308505.377	9	9	9	10	37
15	308513.318	10	8	10	9	37
16	308513.96	8	10	10	10	38
17	308517.91	10	9	10	10	39
18	308519.11	10	9	10	10	39
19	INIA 302 - Amarilis	10	10	9	10	39

3.8. Evaluaciones realizadas en el campo.

3.8.1. Emergencia

Se realizó a los 30 días después de la siembra, haciendo conteo de plántulas de papa determinando el porcentaje de emergencia, por cada surco, tal y como lo establece el Centro internacional de la papa (CIP).

3.8.2. Vigor.

Se realizó a 44 días después de la siembra, haciendo uso de una escala que pueda describir el vigor las plantas en el surco, que es: M= Malo; R= Regular; B: Bueno; según la escala indicada en la Tabla 6.

Tabla 7. Escala para determinar el vigor de las plantas de papa.

Escala	Condición	Estado	Descripción
1	M	Débil a Muy débil	75 - 100 % de las plantas son pequeñas (< 20 cm) o todas las plantas son entre 20 y 30 cm, las plantas tienen pocas hojas, tallos muy delgados y/o color verde claro.
2	R	Intermedio	Intermedio o normal.
3	B	Vigoroso a muy vigoroso	75 - 100 % de las plantas tienen más de 50 cm. a más, robustas con follaje o color verde oscuro, tallos gruesos y hojas muy bien desarrolladas, color verde oscuro.

Fuente: Salas *et al.*; citado por De Haan *et al.* (2014).

3.8.3. Altura de planta.

Se realizó a los 113 días posteriores a la siembra. Midiéndose desde la base, a nivel del suelo o “cuello de la planta” hasta el ápice; haciendo uso de una “wincha” de mano.

3.8.4. Número de tallos por planta.

Se realizó a los 120 días posteriores a la siembra, se tomaron 5 plantas por cada unidad experimental (surco), de los cuales se contó el número de tallos totales.

3.8.5. Incidencia de Rancho

Se realizaron tres evaluaciones en las siguientes fechas: 18/02/17; 08/03/2017; 11/04/17, haciendo conteo manual de las plantas con incidencia del patógeno, registrando éstos en una tabla formulada por el personal técnico y profesional del programa de papa de la E.E.A. Baños del Inca – INIA. Los datos registrados han sido expresados en porcentaje de incidencia, tal como se indica en la Tabla . de los anexos; éstos datos han sido procesados con la herramienta “AUDPC”.

3.8.5.1. El AUDPC, herramienta de evaluación de la rancho (*Phytophthora infestans*).

Para evaluar la resistencia de un determinado material genético a este tipo de enfermedad se recomienda utilizar el parámetro conocido como área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC, por sus siglas en inglés: “AREA UNDER DISEASE PROGRESSIVE CURVE”).

Éste parámetro se calcula basándose en los porcentajes de área foliar afectada por el tizón tardío, los cuales son determinados en forma visual y son registrados con el mismo intervalo de tiempo, o en distintas fechas durante la ocurrencia de la epidemia. Debido a que el tizón tardío es una enfermedad policíclica se mide la variabilidad genética de la expresión de tolerancia o resistencia con el AUDPC. Asimismo, el AUDPC es una variable semicuantitativa que cuantifica el nivel de resistencia de un clon o variedad a *Phytophthora infestans* (a mayor AUDPC mayor susceptibilidad) en condiciones de campo. Se debe usar el AUDPC relativo (rAUDPC) para comparar experimentos. Esta medida es mejor que el AUDPC, pero puede también introducir unos sesgos en la comparación entre experimentos. El rAUDPC es calculado dividiendo el AUDPC entre el número total de días comprendido entre la primera y última evaluación del área foliar enferma por 100. (Perez y Forbes, 2008)

3.8.6. Número de tubérculos.

En el momento de la cosecha se procedió al conteo de los tubérculos comerciales, y no comerciales por planta y por unidad experimental.

En la clasificación de tubérculos comerciales se determinaron los siguientes aspectos:

- Primero.- Tubérculos con pesos mayores o iguales a 40 g se consideraron comerciales.
- Segundo.- Considerando los tubérculos de 40 g, se concluyó que los tubérculos comerciales presentaron (según selección participativa de los productores), en promedio: un largo (base – ápice) igual a 3.7 cm, cabe mencionar que ésta medida se encuentra en la escala 5 – **estado mediano**, según la clasificación para la evaluación del rendimiento de tubérculos sanos de clones avanzados de papa realizada por Amoros y Gastelo; citado por De Haan *et al.* (2014) (Tabla 33 de anexos) . También se ha considera el diámetro mayor o igual a 3.5 cm; de los tubérculos de forma “oblonga”, considerándose a éstos como la medida mínima por presentar la menor longitud (base – ápice), tomándose como referencia para los que presentan forma “oval” y “elíptica”.

3.8.7. Peso de tubérculos.

Haciendo uso de una balanza “tipo reloj”, se procedió al pesaje total de tubérculos, tubérculos comerciales de cada planta, y con una balanza de 0.5 g de aproximación.

3.9. Evaluaciones realizadas en gabinete

3.9.1. Registro de datos de campo y gabinete

Se procedió con el llenado de los LIBROS DE CAMPO, diseñado en el programa Microsoft Excel, elaborado en conjunto con el profesional técnico de PIA. PAPA, del INIA – Estación Experimental Agraria Baños del Inca. En estos libros se procedió con el registro de los datos correspondientes a la información general del campo experimental, Diseño Experimental; así como rendimientos, sanidad, labores culturales, eventualidades suscitadas durante el periodo de cultivo.

3.9.2. Análisis y procesamiento de datos.

Luego de haber registrado los datos de los resultados obtenidos en campo. Respecto a peso total y para efectos de conseguir el rendimiento se obtuvo mediante la ecuación de Hay y Walker (1989) que considera tres componentes básicos del rendimiento.

Es decir, en nuestro caso:

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

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

Posteriormente, se realizó el análisis de varianza (ANVA), que sirve para comparar las medias de los 19 tratamientos, las cuales se toman en cuenta de las distintas variables evaluadas, y de ésta manera conocer si son significativamente distintos a los valores de otro o más conjuntos de datos; para efectuar la comparación entre medias se utilizó el método de Duncan, con la finalidad de determinar que tratamientos son superiores a los demás.

Finalmente, se realizó las correlaciones respectivas que sirve para medir la significación de grado o intensidad de asociación entre dos o más variables, como son el rendimiento con número de tubérculos totales, con número de tubérculos comerciales, con el peso comercial; altura de planta, número de tallo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Análisis de rendimiento y sus componentes de diecinueve genotipos de papa

Procesados los datos, se muestran las evaluaciones de los promedios de rendimiento de los cuatro bloques en estudio.

4.1.1. Rendimiento total de tubérculos de diecinueve genotipos

El rendimiento de los tubérculos que se muestra en la Tabla 24 de los anexos , está directamente relacionado con el rendimiento de cada genotipo, y a la vez que éste peso estará en función del número de tubérculos por planta, el número de plantas cosechadas y por último el peso de cada uno de los tubérculos.

La Tabla 8, muestra el análisis de varianza, en la cual se observa que existe diferencia estadística al 1 % de probabilidad para el rendimiento de los genotipos. Esto indica que hay diferencias reales entre sus promedios.

Tabla 8. Análisis de varianza para el variable rendimiento ($t\ ha^{-1}$) de tubérculos de 19 genotipos de papa.

Fuentes de Variación	G L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft		Pr >F
					0.05	0.01	
Bloques	3	181.23	60.41	1.96	2.78	4.16	0.1310
Genotipos	18	4855.62	269.76**	8.75	1.76	2.23	<.0001
Error	54	1664.74	30.83				
Total	75	6701.59					

C.V. 21.09 %

** Altamente significativo

El coeficiente de variación es de 21.09 %; siendo un valor que para las condiciones de campo es aceptable (Vásquez, 2014), indicándonos un buen grado de precisión con el cual fueron comparados los genotipos.

Como existe significación entre genotipos, se desea saber cuáles de ellos difieren entre sí, para lo cual se analiza la prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$), tal como se indica en la Tabla 8.

En la Tabla 9, observamos que la Variedad INIA 302 – Amarilis, ocupa el primer lugar con un promedio de peso total de 40.25 t ha⁻¹, superando estadísticamente a los últimos 14 genotipos. También se observa que las medias de los genotipos: 19(INIA 302 – Amarilis); 3(308486.355); 6(308488.198); 4(308487.157); 2(308486.333), no difieren estadísticamente cuyos rendimientos son de: 40.25 t ha⁻¹; 39.83 t ha⁻¹; 39.42 t ha⁻¹; 32.84 t ha⁻¹ y 32.00 t ha⁻¹ respectivamente.

También se observa que no hay diferencias estadísticas entre los genotipos: 1(308486.314) hasta el genotipo 12(308499.76). Finalmente se observa al genotipo 12 (308499.76), el cual obtuvo el menor rendimiento con una media de 12.00 t ha⁻¹.

Tabla.9. Prueba de rango múltiple de Duncan ($\alpha= 0.05$), para la variable rendimiento (t ha⁻¹) de 19 genotipos de papa.

Clave	Genotipos	Media (t ha ⁻¹)	Significación (Duncan)
19	INIA 302 - Amarilis	40.25	A
3	308486.355	39.83	A
6	308488.198	39.42	A
4	308487.157	32.84	AB
2	308486.333	32.00	ABC
1	308486.314	30.33	BCD
9	308495.227	28.08	BCDE
7	308488.92	26.92	BCDEF
5	308487.39	26.92	BCDEF
15	308513.318	25.83	BCDEF
11	308499.143	25.17	BCDEF
8	308492.207	24.75	BCDEF
13	308502.95	22.92	CDEF
10	308495.237	21.67	DEF
16	308513.96	20.58	EFG
18	308519.11	20.17	EFG
17	308517.91	18.00	FG
14	308505.377	12.58	G
12	308499.76	12.00	G

Según los resultados de la Tabla 8, podemos mencionar que éstos superan al promedio regional (Cajamarca) que es de 11.9 t ha⁻¹ según el MINAGRI (2017).

Éstos resultados son ligeramente superiores a los obtenidos por Tirado (2014); quien en una evaluación de rendimiento de clones en la provincia de Chota; encontró que los clones que alcanzaron los mayores rendimientos obtuvieron de entre 35,07 t ha⁻¹ a 31.34 t ha⁻¹, teniendo como testigo a la variedad Libertena, que consiguió 6,36 t ha⁻¹. Asimismo superan a los encontrados por Cabrera y Pando (2010); donde los clones obtuvieron rendimientos oscilan entre 27.48 t ha⁻¹ y con 32.81 t ha⁻¹.

Los genotipos más promisorios presentaron rendimientos similares a los de la variedad INIA 310-Chucmarina que presenta promedios de entre 35 a 40 t ha⁻¹(INIA, 2012).

Las diferencias entre medias son debido a la variabilidad genética de dichos genotipos y al medio ambiente, puesto que el número de tubérculos por planta es un carácter gobernado por muchos genes. (Vásquez, 2013).

4.1.2. Número de tubérculos totales de 19 genotipos de papa.

La Tabla 10, nos presenta el análisis de varianza, de número total de tubérculos. En ella se aprecia que hay alta significación estadística para dicha variable para los genotipos en estudio.

Tabla 10. Análisis de Varianza para el número de tubérculos totales de 19 genotipos de papa (datos transformados: \sqrt{x}).

Fuentes de Variación	G L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft		Pr >F
					0.05	0.01	
Bloques	3	0.37	0.12	1.4	2.78	4.16	0.2534
Genotipos	18	23.88	1.33**	15.07	1.76	2.23	<.0001
Error	54	4.75	0.09				
Total	75	29					

C.V. 9.31 %

**Altamente significativo

El coeficiente de variación de 9.31 %; valor que indica la confiabilidad de los resultados

Según la Prueba de Duncan (Tabla 11) se puede confirmar que existe diferencia estadística al 1 % de probabilidad de las medias entre genotipos; lo cual indica que hay diferencias reales entre los promedios de los genotipos evaluados para la característica evaluada; obteniendo la mayor media el clon 2(308486.333) con una media de 18.53 tubérculos totales por planta, manifestándose una superioridad estadística respecto a los últimos 17 genotipos restantes, aunque no difiere estadísticamente con el genotipo 5(30847.39) que presenta una media de 17.66 tubérculos totales por planta.

El genotipo con el menor promedio de número de tubérculos totales fue el genotipo 14(308499.76), con un promedio de 5.43 tubérculos totales por planta.

Tabla 11. Prueba de rango múltiple de Duncan ($\alpha= 0.05$), para el número de tubérculos totales de 19 genotipos de papa.

Clave	Tratamientos	Media	Significación (Duncan)
2	308486.333	18.35	A
5	308487.39	17.66	AB
3	308486.355	14.95	BC
16	308513.96	14.54	BCD
13	308502.95	13.65	CD
8	308492.207	11.75	CDE
4	308487.157	11.69	CDEF
1	308486.314	11.38	DEF
11	308499.143	9.63	EFG
6	308488.198	9.49	EFG
19	INIA 302- Amarilis	8.79	EFGH
17	308517.91	8.77	EFGH
15	308513.318	8.68	EFGH
10	308495.237	8.36	EFGH
9	308495.227	8.11	FGH
7	308488.92	7.39	GH
12	308499.76	5.82	H
18	308519.110	5.63	H
14	308505.377	5.43	H

Los mayores promedios de la variable números de tubérculos totales por planta de la presente investigación son superiores a los que presenta la variedad INIA 311 - PallyPoncho(10 a 12); pero inferiores a los que presentan las variedades INIA 303- Canchán(14 a25); INIA 309-Serranita(14 a 25); INIA 310 – Chucmarina(15 a 25) (INIA; s.f.).

4.1.3. Rendimiento comercial.

La Tabla 12, muestra el ANVA; para el peso promedio de tubérculos comerciales. En dicha tabla se observa que hay significación estadística al 1 % de probabilidad para la fuente de variación genotipos, lo cual indica que hay diferencias reales entre los promedios de los genotipos para la característica evaluada.

Tabla 12. Análisis de varianza para el peso promedio de tubérculos comerciales (t ha⁻¹) de 19 genotipos de papa.

Fuentes de Variación	G L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft		Pr >F
					0.05	0.01	
Bloques	3	66.05	22.02	0.72	2.78	4.16	0.5454
Genotipos	18	4818.45	267.69**	8.73	1.76	2.23	<.0001
Error	54	1655.21	30.65				
Total	75	6539.7					

C.V. 24.26 %

** Altamente significativo

El experimento muestra un coeficiente de variación igual a 24.26 %; siendo un valor aceptable para las condiciones de campo.

Tabla 13. Prueba de rango múltiple de Duncan ($\alpha= 0.05$), para los promedios de peso comercial de 19 genotipos de papa.

Clave	Genotipos	Media (t ha ⁻¹)	Significación (Duncan)	(*)
19	INIA 302 - Amarilis	38	A	94.41
6	308488.2	36.42	A	89.96
3	308486.36	35.83	A	92.39
4	308487.16	29.84	AB	90.86
2	308486.33	27.34	BC	85.44
1	308486.31	26.75	BC	88.20
9	308495.23	24.83	BCD	88.43
7	308488.92	24.42	BCD	90.71
15	308513.32	23.67	BCDE	80.79
5	308487.39	21.75	BCDE	91.64
11	308499.14	21.67	BCDE	86.09
10	308495.24	18.58	CDEF	73.74
8	308492.21	18.25	CDEF	74.56
18	308519.11	18.25	CDEF	85.74
13	308502.95	17.09	DEF	76.14
16	308513.96	15.67	DEF	90.48
17	308517.91	14.92	EF	82.89
14	308505.38	10.83	F	86.09
12	308499.76	9.58	F	79.83

(*) Valor porcentual que representa el peso comercial referido del peso total de tubérculos de los 19 genotipos.

La prueba de Duncan se muestra en la Tabla 12, donde el genotipo 19(INIA302 – Amarilis); ocupó el primer lugar con 38 t ha⁻¹, superando estadísticamente a los últimos 15 genotipos restantes cuyos rendimientos van de 9.58 t ha⁻¹ a 27.34 t ha⁻¹; aunque no difiere estadísticamente con los genotipos 6(308488.198); 3(308486.355); 4(308487.157), cuyos rendimientos, fueron de 36.42 t ha⁻¹; 35.83 t ha⁻¹; 29.84; t ha⁻¹, respectivamente.

También se observa que el genotipo con menor rendimiento comercial fue el 308499.76, con 9.58 t ha⁻¹.

4.1.4. Número de tubérculos comerciales de 19 genotipos de papa.

La Tabla 14, muestra el análisis de varianza para el promedio de tubérculos comerciales por planta, en ella se observa que no existe significación estadística para la fuente de variación bloques pero si existe significación estadística entre genotipos, lo cual indica que hay diferencias reales entre los promedios de los genotipos evaluados.

Tabla 14. Análisis de Varianza para el Número de tubérculos comerciales de 19 genotipos de papa (datos transformados: \sqrt{x}).

Fuentes de Variación	G L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft		Pr >F
					0.05	0.01	
Bloques	3	0.08	0.03	0.24	2.78	4.16	0.8706
Genotipos	18	11.02	0.61	5.63	1.76	2.23	<.0001
Error	54	5.88	0.11				
Total	75	16.97					

C.V. 13.75 %

** *Altamente significativo*

El coeficiente de variación es aceptable para el presente estudio, con un valor de 13.66 %, indicando confiabilidad.

En la Tabla 15, se muestra los resultados obtenidos de la prueba de Duncan, donde se observa que el genotipo 3(308486.355) con una media de 9.55 tubérculos comerciales por planta supera estadísticamente a los 14 últimos genotipos, pero a su vez no difiere estadísticamente con los genotipos 308486.314, 308492.207, 308487.157 INIA 302 - Amarilis, 308487.157, 308487.39; los mismos que presentaron medias de 7.60, 7.27, 7.19, 7.02. 6.83 tubérculos comerciales por planta respectivamente.

El último lugar le corresponde al genotipo 308499.76, que alcanzó una media de 2.91 tubérculos comerciales por planta,

Tabla 15. Prueba de rango múltiple de Duncan ($\alpha= 0.05$), para Número de tubérculos comerciales de 19 genotipos de papa.

Clave	Tratamientos	Media	Significación (Duncan)
3	308486.355	9.55	A
1	308486.314	7.60	AB
8	308492.207	7.27	ABC
4	308487.157	7.19	ABCD
19	INIA 302 - Amarilis	7.02	ABCD
5	308487.39	6.83	ABCD
6	308488.198	6.53	BCD
15	308513.318	6.23	BCDE
11	308499.143	6.01	BCDE
16	308513.96	5.92	BCDE
13	308502.95	5.27	BCDEF
17	308517.91	5.22	BCDEF
10	308495.237	4.76	BCDEF
9	308495.227	4.70	CDEF
7	308488.92	4.38	DEF
18	308519.11	3.52	EF
14	308505.377	3.13	F
12	308499.76	2.91	F

Según la presente investigación la media más alta es similar a los resultados encontrados por Gastelo *et al.* (2013); quien en un estudio de variedades obtuvo que la variedad INIA - Chucmarina consiguió una media de 9.50 tubérculos comerciales por planta.

4.1.5. Altura de planta de los diecinueve genotipos de papa en estudio.

La Tabla 16, muestra que existe significación estadística al 1 % de probabilidad para bloques y genotipos, lo que nos indica que existe diferencias reales entre los promedios de los 19 genotipos.

Tabla 16. Análisis de varianza para la variable Altura de planta (cm), de los 19 genotipos de papa (datos transformados: \sqrt{x} ”).

Fuentes de Variación	G L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft		Pr >F
					0.05	0.01	
Bloques	3	595.86	198.62	9.52**	2.78	4.16	<.0001
Genotipos	18	6915.69	384.21	18.41**	1.76	2.23	<.0001
Error	54	1126.74	20.87				
Total	75	8638.29					

**Altamente significativo

C.V. 9.21 %

El coeficiente de variación es de 9.21 %, esto indica que el experimento ha sido conducido en forma eficiente.

De acuerdo a la prueba de Duncan (Tabla 17), se aprecia que existen diferencias estadísticas de medias entre los genotipos en estudio, obteniendo la mayor media el genotipo INIA 302-Amarilis; con 75.75 cm de altura superando estadísticamente a los 18 genotipos (clones) restantes. Además se observa que no existe diferencia estadística entre los genotipos: 4(308487.157), 9(308495.227), 3(308486.355); quienes obtuvieron

El tratamiento que obtuvo la menor media fue el genotipo 308513.96 con 35.92 cm. Por ultimo el promedio de los 19 genotipos en estudio fue de 49.58 cm.

Tabla 17. Prueba de rango múltiple de Duncan ($\alpha= 0.05$), de probabilidad, para la variable altura de planta (cm) de 19 genotipos de papa.

Clave	Genotipos	Media (cm.)	Significación (Duncan)
19	INIA 302 - Amarilis	75.75	A
4	308487.157	62.42	B
9	308495.227	61.75	B
3	308486.355	58.67	BC
7	308488.92	54.92	CD
6	308488.198	53.00	CDE
13	308502.95	52.25	CDEF
10	308495.237	48.67	DEFG
5	308487.390	48.50	DEFG
11	308499.143	45.92	EFGH
1	308486.314	45.75	EFGH
15	308513.318	45.67	EFGH
2	308486.333	45.17	FGH
18	308519.110	43.42	GHI
14	308505.377	43.33	GHI
12	308499.76	43.00	GHI
8	308492.207	40.33	HI
17	308517.91	37.58	IJ
16	308513.96	35.92	J

Las diferencias entre genotipos se atribuyen a la habilidad de la planta para la asimilación de nutrientes del suelo, lo que se refleja en un mayor crecimiento y desarrollo de la planta (altura de planta), estas discrepancias en altura de planta se deben probablemente a factores genéticos; donde el tamaño de la planta está relacionado directamente con el carácter genético de una variedad o especie y ésta varía de acuerdo a la interacción genotipo – ambiente; ya que el carácter “altura de planta” es del tipo herencia se fe influenciada por varios genes; que a su vez se ven afectados por el medio ambiente (Vásquez, 1988).

De los resultados obtenidos podemos mencionar que son inferiores a los encontrados por Vásquez (2012), quien en un estudio de cinco clones y dos variedades de papa, encontró un promedio de 78,71 cm, con una variación mínima a máxima de 66.33 cm a 94.33.

Otro estudio realizado por Chávez (2012), donde se evaluaron 8 genotipos de papa (5 variedades y 2 clones); se encontró un promedio 56.87 cm, con una variación mínima a máxima de: 45.32 cm a 92.72 cm; siendo el promedio y valor máximo superiores a los encontrados en el presente estudio.

Eslava (1983); menciona que los tallos de mayor altura tienden a debilitarse incluso su estructura o constitución es delgada, lo que no es una característica muy deseada comercialmente. Por su altura merecen importancia las variedades de porte bajo, por tener las plantas la posibilidad de mantenerse en posición vertical, sin embargo esta importancia va disminuyendo conforme la altura de planta aumenta. Además tienden a ocupar mayor espacio en el suelo interponiéndose unas a otras lo que se traduce en la disminución de la producción.

4.1.6. Número de tallos por planta.

La Tabla 18, nos indica el análisis de varianza para el número de tallos por planta, se muestra que no existen diferencias estadísticamente significativas para bloques, lo cual indica que existe homogeneidad entre ellos, las diferencias significativas entre genotipos indican un comportamiento heterogéneo en ésta variable.

El coeficiente de variabilidad fue de 7.05 %, valor que en condiciones de campo asegura un buen grado de confiabilidad de la conducción del experimento y los resultados.

Tabla 18. Análisis de Varianza para la variable número de tallos por planta, de 19 genotipos de papa (datos transformados: \sqrt{x})”.

Fuentes de Variación	G L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft		Pr >F
					0.05	0.01	
Bloques	3	0.03	0.01	0.37	2.78	4.16	0.772
Genotipos	18	8.12	0.45**	18.69	1.76	2.23	<.0001
Error	54	1.3	0.02				
Total	75	9.44					

** Altamente significativo

CV. 7.05 %

En la tabla 18, se observa la prueba de significación de Duncan, realizada para encontrar las diferencias estadísticas entre los promedios del número de tallos por planta de los 19 genotipos en estudio, encontrándose a 2 genotipos que superan estadísticamente a los 17 restantes; siendo éstos los genotipo: 6(308488.198) y 3(308486.355), con promedios de 7.59 y 7.10 , respectivamente.

También podemos apreciar que el genotipo 14 (308505.377) registró el menor número de tallos por planta con promedios de 2.60 respectivamente.

Además se observa que el promedio total de los 19 genotipos en estudio para número de tallos por planta fue de 4.98.

Tabla 19. Prueba de rango múltiple de Duncan ($\alpha= 0.05$), para la variable número de tallos por planta (cm) de 19 genotipos de papa.

Clave	Genotipos	Media (unidades)	Significación (Duncan)
6	308488.198	7.59	A
3	308486.355	7.10	AB
4	308487.157	6.46	BC
19	INIA 302 - Amarilis	6.31	BC
2	308486.333	6.04	CD
1	308486.314	5.98	CD
7	308488.92	5.63	CDE
9	308495.227	5.44	CDE
5	308487.390	5.23	DEF
15	308513.318	5.13	DEFG
11	308499.143	4.98	DEFGH
13	308502.95	4.64	EFGH
8	308492.207	4.34	FGH
10	308495.237	4.11	GHI
16	308513.96	4.00	HI
18	308519.110	3.11	IJ
17	308517.91	3.10	IJ
12	308499.76	2.88	J
14	308505.377	2.60	J

Los valores presentes en la Tabla 19; para la variable número de tallos por planta, son similares a los encontrados por Tirado (2014), quien en su estudio de rendimiento de 32 genotipos (30 clones pigmentados y 2 variedades testigo), encontró que el clon que alcanzó el mayor número de tallos por planta obtuvo una media de 7.7, y el menor de 2.7 además que el promedio total fue de 5.65 tallos por planta; también menciona que el número de tallos por planta está en función al número de ojos del tubérculo que asociado a factores fitosanitarios, biométricos y otros, se obtendrá un mayor número de tallos por planta y por consiguiente un mejor rendimiento.

Tirado (2005), encontró, que cuatro ecotipos presentaron más de 7 tallos por planta, los cuales fueron con 7.833, 7.733, 7.710 y 7.667 tallos por planta respectivamente. A su vez las medias

obtenidas en la presente investigación, son muy superiores a los encontrados por Sigueñas (2004), quien pudo encontrar que el cultivar Canchán (testigo), registró el mayor valor con 3.93 tallos.

4.1.7. Incidencia de rancha (*Phytophthora infestans*).

La Tabla 20; nos muestra los resultados del AUDPC y también podemos ver los valores para rAUDPC (AUDPC relativo), que nos muestra, rangos demasiado bajos tomando en cuenta a Pérez y Forbes (2008); quienes mencionan que una evaluación del 100% del área foliar enferma por “rancha”, tendría un valor de 1.0; todos los valores de rAUDPC son expresados como proporción de éste valor; valores bajos de rAUDPC indican niveles bajos de infección durante el periodo de evaluación, por lo tanto corresponderán a genotipos más resistentes.

Tabla 20. Incidencia de rancha según valores de AUDPC y AUDPC(relativo)

Clave	Genotipos	AUDPC	rAUDPC
1	308486.314	42.25	0.01
2	308486.333	85.5	0.01
3	308486.355	3.25	0
4	308487.157	19.5	0
5	308487.390	35.75	0
6	308488.198	32.5	0
7	308488.92	55.25	0.01
8	308492.207	78	0.01
9	308495.227	19.5	0
10	308495.237	71.5	0.01
11	308499.143	71.5	0.01
12	308499.76	104	0.01
13	308502.95	35.75	0
14	308505.377	110.5	0.01
15	308513.318	110.5	0.01
16	308513.96	84.5	0.01
17	308517.91	110.5	0.01
18	308519.110	71.5	0.01
19	INIA 302 - AMARILIS	1409.5	0.19

4.2. Regresión de rendimiento total y sus componentes

Tabla 21. Análisis de varianza de regresión del rendimiento total con los componentes de rendimiento (NTT, NTC, AP y NT).

Fuente de variación	Grados de Libertad	Cuadrados medio (CM)			
		NTT	NTC	AP	NT
Regresión	1	234,00	762,30*	507,09*	1081,08*
Error	17	58,47	27,40	42,41	8,65
Total	18	-	-	-	-
Correlación (r)		0,44	0,78**	0,64*	0,94**

NTT=número de tubérculos totales, NTC=número de tubérculos comerciales, AP=altura de planta, NT= número de tallos por planta.

El análisis de varianza de regresión para el rendimiento total y sus componentes (Tabla 21) nos indica que hay significación estadística para la regresión lo cual indica que el modelo lineal simple es adecuado para expresar la relación entre el rendimiento total y sus componentes de rendimiento.

Los coeficientes de correlación (Tabla 21) son positivos y significativos lo cual indica que hay asociación estrecha entre el rendimiento total y sus componentes.

4.2.1. Correlación entre el rendimiento total ($t\ ha^{-1}$) y el número de tubérculos comerciales

En la Figura 2 el coeficiente de regresión ($b_1 = 3.4563$), indica que al aumentar el número de tubérculos comerciales (eje x), aumentará el rendimiento (eje y) en 3.4563 unidades; existiendo una asociación positiva entre las dos variables ya que la línea de regresión es ascendente de izquierda a derecha

Según el coeficiente de correlación ($r=0.78$); existe una significativa influencia entre la variable independiente (número de tubérculos comerciales) y la variable dependiente (rendimiento).

El coeficiente de determinación (r^2), el aumento del rendimiento en un 62.07% está dado por el incremento de la variable independiente (número de tubérculos comerciales), y el 34.54 % se debe a otras variaciones.

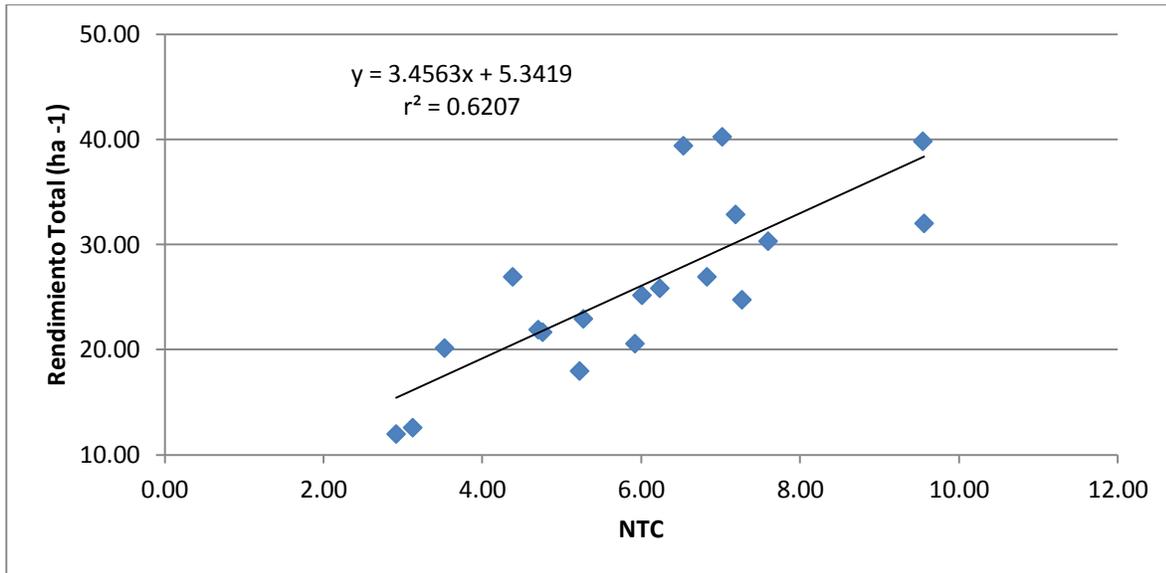


Figura 2. Relación entre el rendimiento total (RT) y el número de tubérculos comerciales (NTC).

4.2.2. Correlación entre el rendimiento total (t ha⁻¹) y la altura de planta de 19 genotipos de papa.

En la Figura 3. La relación funcional entre la variable dependiente (rendimiento) e independiente (altura de planta) se presenta como una línea recta, por lo tanto se tiene una regresión lineal ascendente que va de izquierda a derecha indicando que el grado de asociación de las dos variables es positivo.

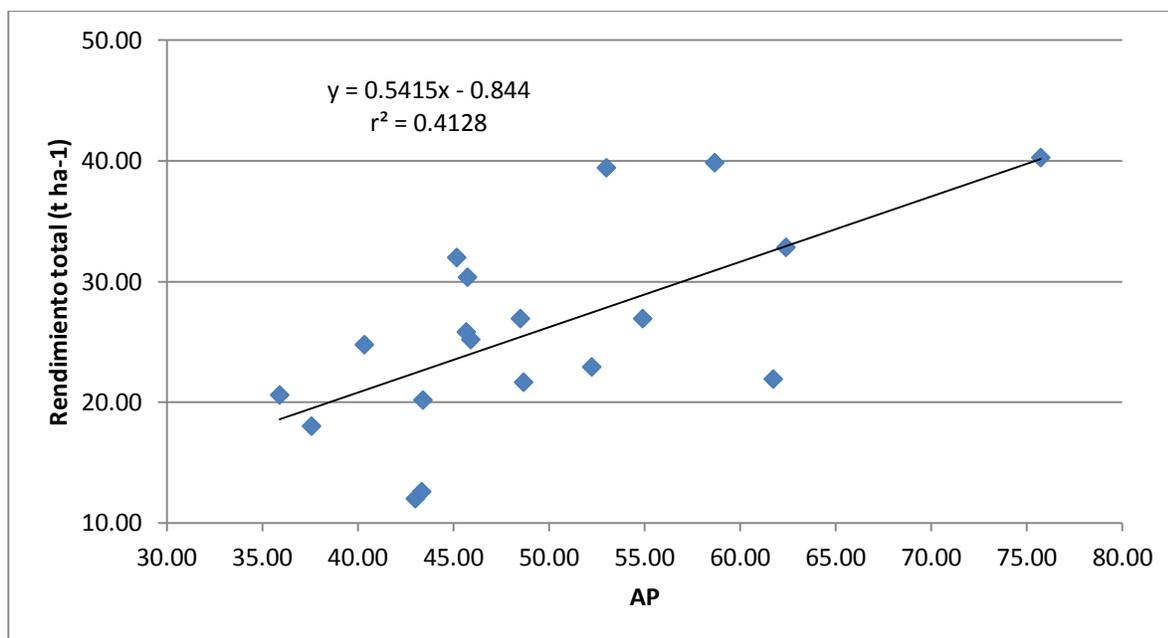


Figura 3. Relación entre el rendimiento total (RT) y la altura de planta (AP).

El coeficiente de regresión ($b_1 = 0.5415$), mide el porcentaje de variación en la variable dependiente, explicada por la variable independiente. Es decir indica que al aumentar el número de tubérculos totales (eje x), aumenta el rendimiento (eje y) en 0.5415 unidades.

Mediante el coeficiente de correlación ($r=0.64$), apreciamos una moderada influencia entre la altura de planta y el rendimiento (influencia directa).

El coeficiente de determinación (r^2), indica que el rendimiento está dado en un 41.28 % por el efecto de la variable independiente (altura de planta), y el 54.78 % se debe al efecto de otras variables desconocidas.

4.2.3. Correlación entre el rendimiento total ($t\ ha^{-1}$) y el número de tallos por planta de 19 genotipos de papa.

En la Figura 4 la relación funcional entre la variable dependiente (rendimiento) e independiente (número de tallos) se presenta como una línea recta ascendente, lo cual indica que el grado de asociación de las dos variables es positivo.

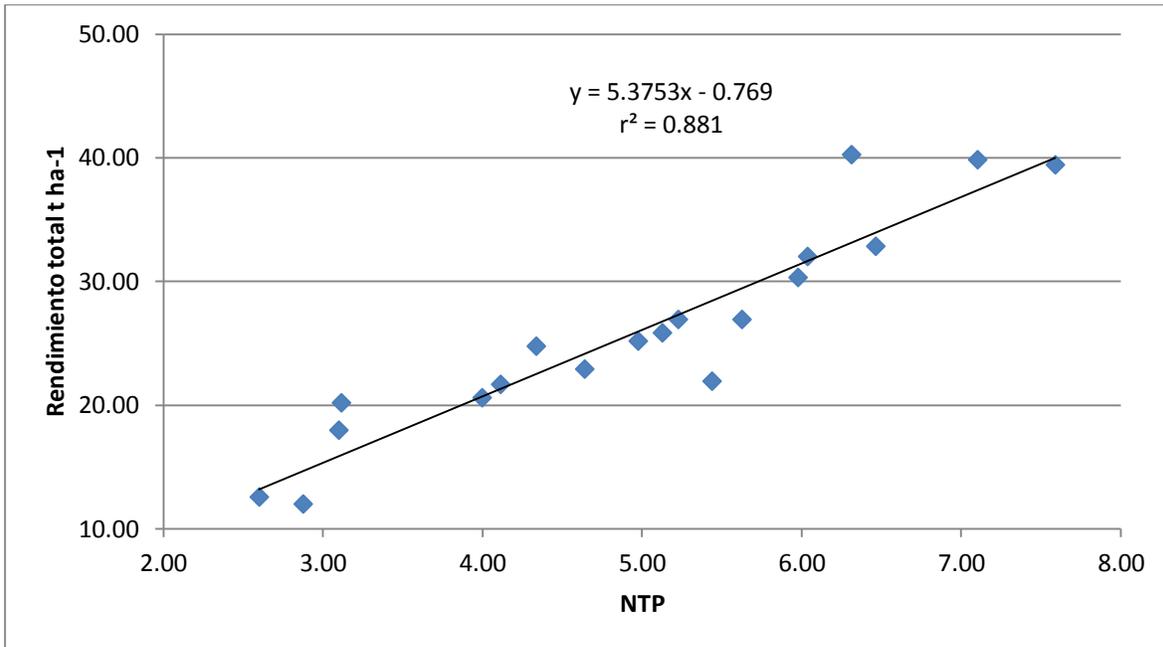


Figura 4. Relación entre el rendimiento total (RT) y el número de tallos por planta (NT).

El coeficiente de regresión ($b_1 = 5.3753$), mide el porcentaje de variación en la variable dependiente, explicada por la variable independiente. Es decir indica que al aumentar el número de tubérculos totales (eje x), aumenta el rendimiento (eje y) en 5.3753 unidades.

Mediante el coeficiente de correlación ($r=0.94$), apreciamos una fuerte influencia entre el número de tallos por planta y el rendimiento (influencia directa).

El coeficiente de determinación (r^2), indica que el rendimiento está dado en un 88.10 % por el efecto de la variable independiente (número de tallos por planta), y el 11.90 % se debe al efecto de otras variables desconocidas.

4.3. Regresión de rendimiento comercial, con sus componentes.

Tabla 22. Análisis de varianza de regresión del rendimiento comercial (RC) con los componentes de rendimiento (NTT, NTC, AP y NT).

Fuente de variación	Grados de Libertad	Cuadrados medio (CM)			
		NTT	NTC	AP	NT
Regresión	1	99,53	569,45*	656,74*	1031,49*
Error	17	65,00	37,36	32,22	10,18
Total	18	-	-	-	-
Correlación (r)		0,28	0,69**	0,73*	0,94**

NTT=número de tubérculos totales, NTC=número de tubérculos comerciales, AP=altura de planta, NT= número de tallos por planta.

La Tabla 21, muestra el análisis de regresión del rendimiento comercial con los componentes de rendimiento. Se observa que hay significación estadística al 1% de probabilidades para la fuente de regresión, excepto para el componente NTT. Los coeficientes de correlación son positivos y significativos, indican un alto grado de asociación entre las variables estudiadas. Los coeficientes de regresión son positivos para los cuatro componentes, lo cual indica que hay incrementos positivos de cada componente con el rendimiento comercial.

4.3.1. Correlación entre el rendimiento comercial ($t\ ha^{-1}$) y el número de tubérculos comerciales.

El coeficiente de regresión ($b_1 = 2.9871$), que se muestra en la Figura 5 indica que al aumentar el número de tubérculos comerciales (eje x), aumentará el rendimiento (eje y) en 2.9871 unidades; además existe una relación positiva ya que la línea de regresión es ascendente de izquierda a derecha. El coeficiente de correlación ($r=0.69$); muestra que existe una significativa influencia entre la variable número de tubérculos comerciales y la variable de salida o dependiente (rendimiento comercial).

El coeficiente de determinación (r^2), el aumento del rendimiento comercial en un 47.27% está dado por el incremento de la variable independiente (número de tubérculos comerciales), y en su mayor proporción de 52.73 % se debe a otras variaciones.

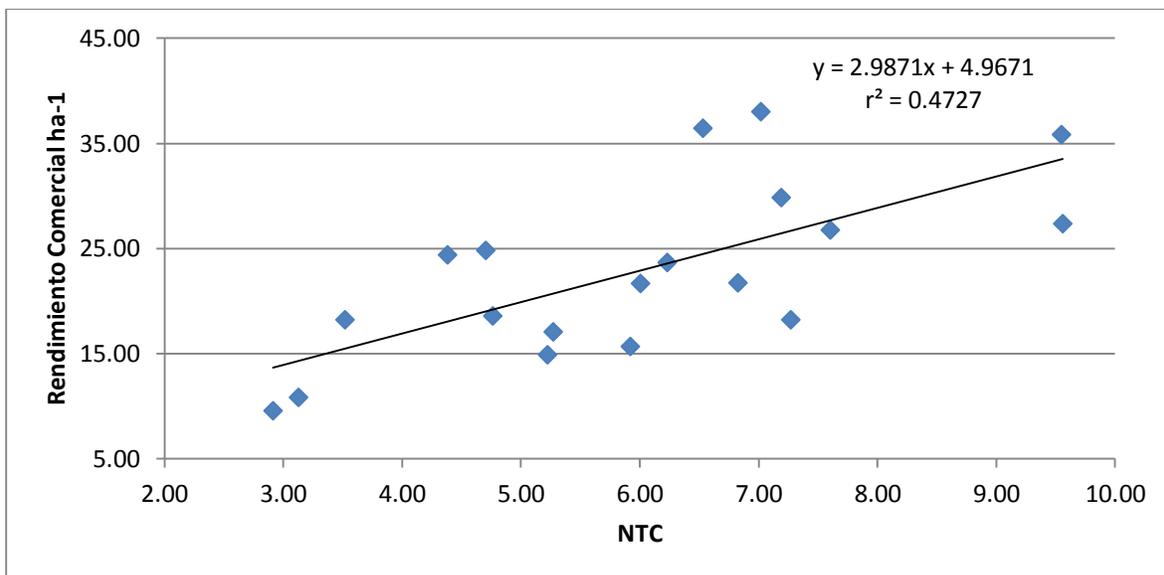


Figura 5. Relación entre el rendimiento comercial (RC) y el número de tubérculos comerciales (NTC).

4.3.2. Correlación entre el rendimiento comercial (t ha-1) y la altura de planta de 19 genotipos de papa.

En la Figura 6. La relación funcional de las variables se presenta como una línea recta ascendente de izquierda a derecha, indicando que el grado de asociación es positivo.

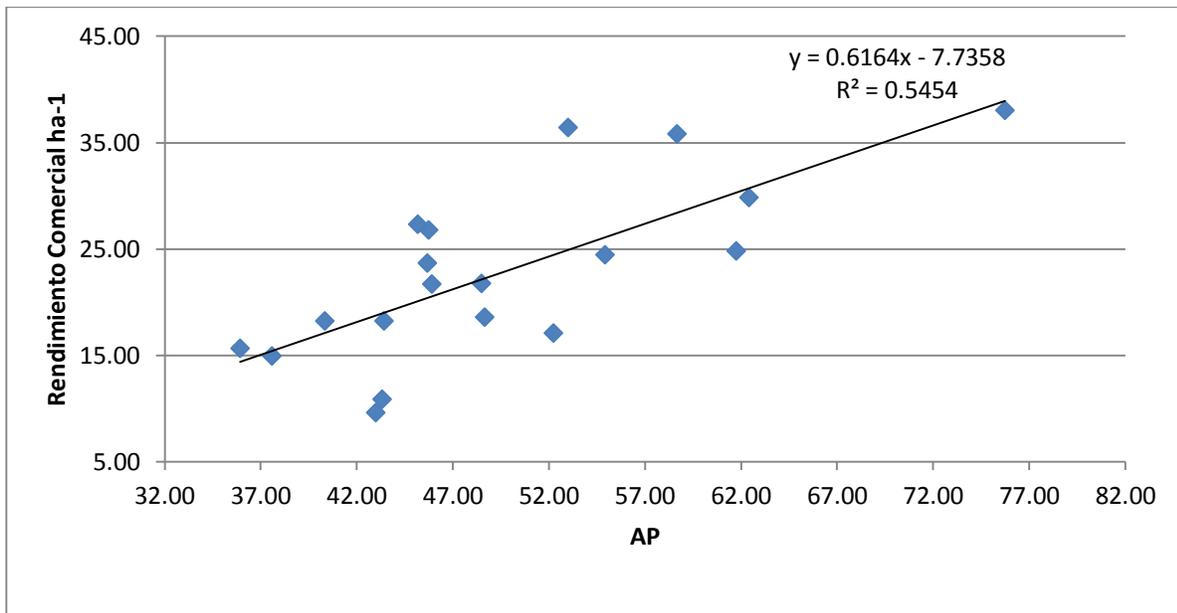


Figura 6. Relación entre el rendimiento comercial (RC) y altura de planta (AP).

El coeficiente de regresión indica que al aumentar el número de tubérculos totales (eje x), aumenta el rendimiento comercial (eje y) en 0.6164 unidades. Mediante el coeficiente de correlación ($r=0.74$), apreciamos una importante y significativa influencia directa entre la altura de planta y el rendimiento comercial.

El coeficiente de determinación (r^2), indica que el rendimiento comercial está dado en un 54.54 % por el efecto de la variable independiente (altura de planta), y el 45.46 % se debe al efecto de otras variables desconocidas.

4.3.3. Correlación entre el rendimiento comercial (t ha⁻¹) y el número de tallos por planta de 19 genotipos de papa.

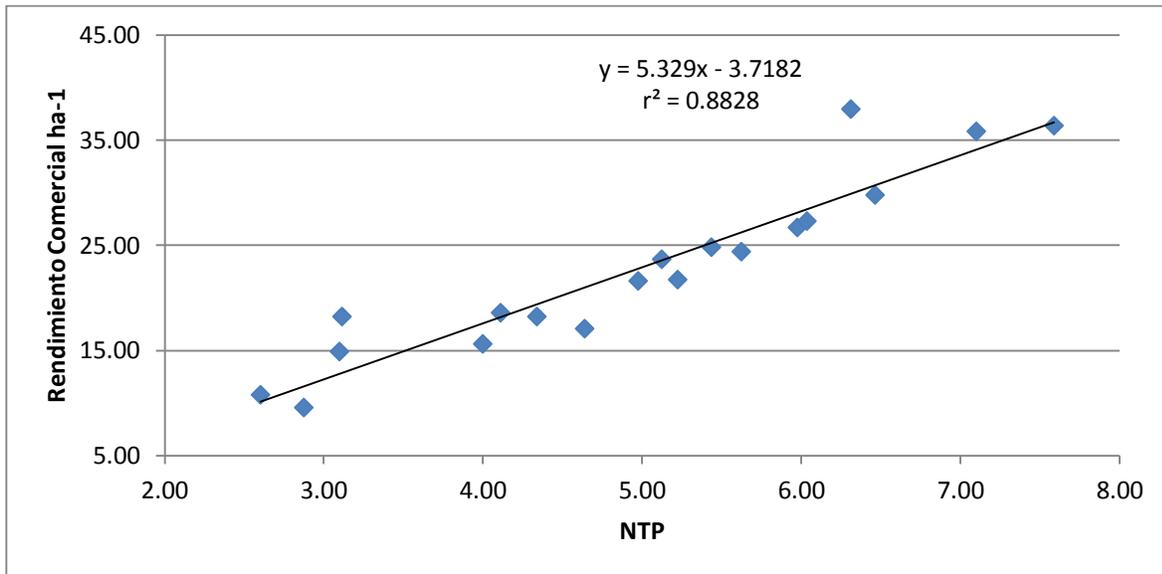


Figura 7. Relación entre el rendimiento comercial (RC) y el número de tallos por planta (NTP).

En la Figura 7 se observa que el coeficiente de regresión ($b_1 = 5.329$), indica que al aumentar el número de tubérculos totales (eje x), aumenta el rendimiento (eje y) en 5.329 unidades. El coeficiente de correlación ($r=0.94$), nos indica una influencia directa entre el rendimiento comercial y el número de tallos por planta.

El coeficiente de determinación (r^2), indica que el rendimiento comercial está dado en un 88.28 % por el efecto de la variable independiente (número de tallos por planta), y el 11.72 % se debe al efecto de otras variables desconocidas.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Mediante éste trabajo experimental se ha llegado a determinar las siguientes conclusiones y recomendaciones.

Conclusiones:

Los mejores rendimientos fueron alcanzados por los genotipos: 308486.355 con 39.83 t ha⁻¹; 308488.198 con 39.42 t ha⁻¹; 308487.157 con 32.83 t ha⁻¹; los cuales superan ampliamente a los rendimientos de las variedades locales, así como al promedio nacional.

Recomendaciones:

Se recomienda realizar otros estudios y evaluaciones de los genotipos promisorios, en otras localidades de la región Cajamarca, buscando de preferencia localidades representativas con mayor cultivo de papa; evaluando de ésta manera el aspecto productivo para distintas condiciones agroclimáticas.

En general se recomiendan repetir el experimento para poder hacer un estudio más detallado de cada uno de los genotipos, así como en comportamiento y en rendimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- André, M. 2007. Asociación entre el color de la peridermis de la papa con características de importancia industrial. *Agricultura Técnica*, 67(1), 72-77.
- Bitter, G. 1912. Solana nova vel minus cognita III. *Repertorium Specierum Novarum Regni Vegetabilis* 11: 205-255.
- Bonierbale, M. 2004. Recursos genéticos de la papa. *Revista latinoamericana de la papa*, 3-16.
- Bradshaw, J.E. 2007. Potato-breeding strategy. pp. 157-174. En: Vreugdenhil, D. (ed.). *Potato biology and biotechnology advances and perspectives*. Elsevier, Amsterdam.
- Brush, SB. 2004. *Farmers Bounty: locating crop diversity in the contemporary world*. Yale University Press, New Haven,
- Bukasov, SM. 1971. Cultivated potato species. pp. 5-40. En: Bukasov, S.M. (ed.). *Flora of cultivated plants*. Vol. IX . Kolos, Leningrad.
- Cabrera, H. 2009. Manual técnico de producción de semilla básica de papa. INIA (Instituto Nacional De Innovación Agraria, PE) - Programa Nacional de Investigación en Papa de la Estación Experimental Baños del Inca. Cajamarca, PE. 75 p.
- _____ y Pando GR. 2010. Comparativo de clones avanzados de Papa con resistencia a racha y calidad para procesamiento. Congreso de la ALAP (Asociación Latinoamericana de la Papa) (24), Simposium Internacional de Recursos Genéticos de la Papa (1, 2010, Cusco, PE). 2010.
- _____ y Escobal F. 2013. Buenas prácticas agrícolas en el cultivo de papa. INIA (Instituto Nacional De Innovación Agraria, PE) - Programa Nacional de Investigación en Papa de la Estación Experimental Baños del Inca. Cajamarca, PE. 16 p.
- Campos, CR. 2014. “Efecto de la fertilización en el rendimiento y características biométricas del cultivo de papa variedad Huayro en la comunidad Aramachay (Valle del Mantaro)”. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. 99p.

- Centro Internacional de la papa, PE (CIP); Instituto Nacional de Innovación Agraria, PE (INIA); Asociación Patáz, PE. 2015. Catálogo de variedades de papa nativa de Chugay, La Libertad – Peru. Ed. E Taipe. Lima PE. 199 p.
- Colunche, A. 2014. Parámetros de estabilidad del rendimiento de seis genotipos de papa (*Solanum tuberosum L.*) en cuatro caserios de La Encañada - Cajamarca. Tesis Ing. Agr. Cajamarca, Perú, UNC. 76 p.
- Cruz, D. y Souza C. 2006. Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramiento Genético. 2a ed. Vol 2. Editorial Universidade Federal de Viçosa. Vic;osa.
- Chávez, SF. 2012. Rendimiento y resistencia a racha (*Phytophthora infestans (Mont)* de Bary. de 8 genotipos de papa (*Solanum tuberosum L.*). Tesis Ing. Agr. Cajamarca, Perú, UNC. 60 p.
- De Haan, S; Núñez, J; Bonierbale, M; Ghislain, M; y Van der Maesen, J. 2013. A simple sequence Repeat (SSR) marker comparison of a large in – and exsitu potato landrace cultivar collection from Peru reaffirms the complementary nature of both conservation strategies. *Diversity* 5: 505-521.
- _____; Forbes, A.; Amoros, W.; Gastelo M.; Salas, E.; Hualla V.; De Mendiburu F.; Bonierbale M. 2014. Metodologías de Evaluación Estándar y Manejo de Datos de Clones Avanzados de Papa. Modulo 2: Evaluación del rendimiento de tubérculos sanos de clones avanzados de papa. Guía para Colaboradores Internacionales. Lima (Perú). Centro Internacional de la Papa. 44 p.
- Egusquiza, R. 2000. La papa, producción, transformación y comercialización. Prisma Proyecto PRODECCE. Proyecto papa Andina CIP-COSUDE Lima –Perú. 192p.
- Eslava López, WM. 1983. Evaluación de 36 clones tetraploides de neo-tuberosum en la localidad de Cajabamba. Tesis Ing. Agr. Cajamarca, PE, UNC. 128 p.

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT (FAO). 1995. La papa en la década de 1990. Situación y perspectivas de la economía a nivel mundial. Roma. 50 p.
- _____. -División de Estadística (FAOSTAT). 1999. El mercado mundial de la papa. Consultado: 12 de Agosto de 2017. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/note/units-htm>.
- _____. 2008. Año internacional de la papa: usos de la papa (en línea). Roma, ITA. Consultado 10 de Noviembre. 2016. Disponible en: <http://www.potato2008.org/es/lapapa/utilizacion.html>.
- _____. 2010. Origen de las plantas cultivadas en los andes (en línea). Roma, IT. Consultado 23 may. 2017. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai185s/ai185s01.pdf>
- Fonseca, C., Ordinola, M. 2009. Generando innovación en un producto ancestral: la tunta. En Revista EIC, Año No. XIV, No. 53. p. 12-14.
- Gastelo, M. López, E. Zavaleta, C. Siccha, R. Cáceda, J. 2013. Rendimiento comparativo de cuatro variedades nuevas de *Solanum tuberosum* L. “papa” en el anexo Chaquicocha, Distrito Tayabamba, Pataz-La Libertad. *Arnaldoa* 20 (1): 155 – 170.
- Giraldo, D; Juarez, H; Pérez, W; Trebejo, I; Yzarra, W; Forbes G. 2010. Severidad del tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*) en zonas agrícolas del Perú asociado con el cambio climático. REVISTA PERUANA GEO-ATMOSFÉRICA - RPGA (2), 56-67 .
- Hijmans, R.J., D.M. Spooner, A.R. Salas, A. Guarino y J. de la Cruz. 2002. Atlas of wild potatoes. Systematic and eco geographic studies on crop gene pools 10. International Plant Genetic Resources Institute, Roma
- Horkheimer, H. 1973. Alimentación y obtención de alimentos en el Perú prehispánico. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima
- Huamán ; D.M. Spooner. 2002. Reclassification of landrace populations of cultivated potatoes (*Solanum* sect. *Petota*). *Amer. J. Bot.* 89, 947-965.

- Hay, R.K.M.; Walker, A.J. 1989. An introduction to the physiology of crop yield. Longman Scientific & Technical. pp. 190.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), and Red LatinPapa. 2012. Catálogo de nuevas variedades de papa: sabores y colores para el gusto peruano. Lima, Perú. 93 p.
- _____, – Unidad de Extensión Agraria. (s.f.). Papa - Boletín informativo. Lima, PE.
- Kupers, L. 1985. Fertilization and crop rotation of potatoes a theory and recommendation. International Potato Course. Holanda. pp. 17.
- López, G. 1977. Crecimiento del cultivo de la papa. En: Prácticas culturales en papa. ICA, Pasto. 40 p.
- Luján, L. 1994. La ecología de la papa. Revista Papa 12.
- Ministerio de agricultura (MINAG). 2007. Estadística agraria mensual. Diciembre 2006. Lima: Dirección General de Información Agraria-Ministerio de Agricultura.
- Ministerio de agricultura y Riego, PE (MINAGRI). 2017. Papa: Características de la Producción Nacional y de la Comercialización en Lima Metropolitana. Lima-Perú.
- _____, Ministerio del Ambiente (MINAM), s.f. Manual de observaciones fenológicas. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).Lima, Perú.
- Montalvo, A. 1984. Cultivo y mejoramiento de la papa. Instituto Interamericano de Investigación y cooperación para la agricultura. San José, Cota Rica, 706 p.
- Morales, F.J. 2007. Sociedades precolombinas asociadas a la domesticación y cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) en Sudamérica. Rev.Latinoam. Papa 14(1), 1-9.
- Navarre, D. 2009. Nutritional value of potatoes: vitamin, Phytonutrient, and mineral content. Washington stste University, 14, 395-424.
- Ocas, W. 1994. Efecto de la Fertilización, Oportunidad de Aplicación de Fungicidas en papa con resistencia a *Phytophthora infestans*. Tesis, Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca-Perú. 70p.

- Ochoa, C.M. 1961. Selección de Híbridos de Papa. Revista de Agronomía. Lima-Perú. 25p.
- _____. 1990. The potatoes of South America: Bolivia. Cambridge University Press, Cambridge.
- _____. 1999. Las papas de Sudamérica. Centro Internacional de la Papa , Lima.
- _____; Ñahui, M., Ellis, D., and Forbes, G. 2014. Wide phenotypic diversity for resistance to *Phytophthora infestans* found in potato landraces from Peru. Plant Disease Available at: <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-03-14-0306-RE>; consulta: Julio 2017.
- Perez, W; Forbes, G. 2008. Manual: El tizón tardío de la papa. CIP (Centro Internacional de la Papa, Lima – Perú. 36 p.
- Pulgar Vidal, J. 1987. Geografía del Perú. Las ocho regiones naturales. 9a ed., Editorial Inca S.A., Lima. 244 p.
- Rodriguez, F., W. Feinan, A. Cécile, S. Tanksley y D.M. Spooner. 2009. Do potatoes and tomatoes have a single evolutionary history, and what proportion of the genome supports this history? (en línea) BMC Evolutionary Biology 9(191), <http://www.biomedcentral.com/1471-2148/9/191>; consulta: marzo de 2017.
- Rojas, G. 1979. Fisiología aplicada de la papa. UNALM-La Molina. Lima, Perú, 58 p.
- Rojas, LP. 2013. Prueba de rendimiento de diez cultivares promisorios de papa chaucha (*Solanum tuberosum* grupo Phureja). Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca -Perú. 103p.
- Roncal, O. 1999. Selección y comprobación de clones de papa resistentes a racha y estudio de los componentes de manejo integrado de racha en el cultivo de papa y camote. Instituto nacional de investigación agraria. Ministerio de agricultura. Lima-Perú. 46 p.
- Sarmiento, C. 1961. Comportamiento de variedades de papa en Cajamarca. Tesis Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 72p.

- Seminario, J. 2008. Origen y taxonomía de la papa: Controversias no resueltas. *Fiat Lux* 4(1):89-108.
- _____; Zarpán L. 2011. Conservación in situ on farm-ex situ de *Solanum tuberosum* L. grupo Phureja en la cuenca del Llaucano y áreas adyacentes. *Arnaldoa* 18(2): 103 – 114.
- _____; Seminario, A; Dominguez, A; Escalante B. 2017. Rendimiento de cosecha de diecisiete cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja. *Scientia Agropecuaria*. 8 (3): 181 – 191.
- Simmonds, N.W. 1995. Bananas. pp. 370-375. En: Smartt, J. y N.W. Simmonds (eds.). *Evolution of crop plants*. 2nd ed. Longman Scientific & Technical, Harlow, UK.
- Spooner, D.M. 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.
- _____, D.M. y A. Salas. 2006. Structure, biosystematics, and genetic resources. pp. 1-39. En: Gopal, J. y S.M. Paul Khurana (eds.). *Handbook of potato production, improvement, and postharvest management*. Haworth's Press, Binghamton, 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.
- Tapia, ME. y AM. Fries. 2007. *Guía de campo de los cultivos andinos*. FAO y ANPE. Lima.
- The New York Times EEUU, 2016. ***Who First Farmed Potatoes? Archaeologists in Andes Find Evidence.*** Consultado 2 jun. 2017. Disponible en: <https://www.nytimes.com/2016/11/19/science/potato-domestication-andes.html?smid=nytimestscience&smtyp=cur>

- 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 Ing. Agr. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque-Perú. 101p.
- Tisdale, S. 1991. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Barcelona, España 760 pp.
- Ugent, D. 1970. The potato: what is the origin of this important crop plant, and how did it first become domesticated? Sci. 170, 1161-1166.
- Van den Berg, R.G. y M.J. Jacobs. 2007. Capítulo 4: Molecular taxonomy. pp. 55-74. En: Vreugdenhil, D. (ed.). Potato biology and biotechnology advances and perspectives. Elsevier, Amsterdam.
- Vásquez, A. 1988. Mejoramiento genético de la papa. Editorial AMARU. Lima, Perú. 208 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.
- _____. 2013. Experimentación Agrícola. 2 ed. Amaru editores- CONCYTEC, Lima, Perú. 280p.
- Vásquez, JL. 2012. Evaluación de cinco clones y dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) resistentes a racha (*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary.. Tesis Ing. Agr. Cajamarca, Perú, UNC. 82 p.
- Yzarra, T. 1998. Manual de observaciones fenológicas. SENAMHI. Perú. 56-89 pp.
- Zambrano, J. 2010. Evaluación de clones promisorios de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el estado Trujillo. Revista de la Facultad de Agronomía, 27(2), 399-417.

ANEXOS

Anexo 1. Rendimiento y sus componentes de diecinueve genotipos de papa.

Tabla 23. Porcentaje de emergencia de los 19 genotipos en estudio.

Clave	Genotipo	Bloque			
		I	II	III	IV
1	308486.314	100	100	100	100
2	308486.333	90	100	100	100
3	308486.355	100	100	100	100
4	308487.157	100	100	100	100
5	308487.390	100	100	100	90
6	308488.198	100	100	100	100
7	308488.92	100	100	100	100
8	308492.207	100	100	100	100
9	308495.227	100	100	100	100
10	308495.237	100	100	100	100
11	308499.143	100	100	90	100
12	308499.76	100	90	100	100
13	308502.95	100	90	100	90
14	308505.377	100	100	100	90
15	308513.318	100	100	100	100
16	308513.96	100	100	100	100
17	308517.91	90	100	100	100
18	308519.110	100	90	100	90
19	AMARILIS	90	100	90	100

Tabla 24. Rendimiento total (t ha⁻¹) de los 19 genotipos de papa.

Clave	Genotipos	Bloques				Total	Promedio
		I	II	III	IV		
1	308486.31	31.67	32	29.33	28.33	121.33	30.33
2	308486.33	41.33	26	25	35.67	128	32
3	308486.36	46.33	34	42.67	36.33	159.33	39.83
4	308487.16	23	38	33.67	36.67	131.33	32.83
5	308487.39	33	26	32	16.67	107.67	26.92
6	308488.2	44.33	33	47.67	32.67	157.67	39.42
7	308488.92	26	32.33	14.67	34.67	107.67	26.92
8	308492.21	24.33	32.67	26.33	15.67	99	24.75
9	308495.23	33.33	25	30.33	23.67	112.33	28.08
10	308495.24	27	15.33	27.67	16.67	86.67	21.67
11	308499.14	30	25	24.67	21	100.67	25.17
12	308499.76	11	16.33	11.33	9.33	48	12
13	308502.95	25	26	24.67	16	91.67	22.92
14	308505.38	12.33	12.67	13.67	11.67	50.33	12.58
15	308513.32	28.33	28	22.67	24.33	103.33	25.83
16	308513.96	20	27.33	19.33	15.67	82.33	20.58
17	308517.91	17	14	23.33	17.67	72	18
18	308519.11	14.67	30.33	19	16.67	80.67	20.17
19	INIA 302 - Amarilis	33.67	44.67	42	40.67	161	40.25
Total		522.33	518.67	485.33	450	1976.33	494.08
Promedio		27.49	27.3	25.54	23.68	104.02	26

Tabla 25. Rendimiento comercial (t ha⁻¹) de los 19 genotipos de papa

Clave	Genotipos	Bloques				Total	Promedio
		I	II	III	IV		
1	308486.314	28.67	27.33	25.67	25.33	107.00	26.75
2	308486.333	35.00	22.67	19.67	32.00	109.33	27.33
3	308486.355	43.33	28.67	38.33	33.00	143.33	35.83
4	308487.157	20.00	35.67	30.00	33.67	119.33	29.83
5	308487.39	29.67	17.67	26.00	13.67	87.00	21.75
6	308488.198	42.00	30.00	43.67	30.00	145.67	36.42
7	308488.92	23.00	31.00	12.00	31.67	97.67	24.42
8	308492.207	20.00	16.00	24.33	12.67	73.00	18.25
9	308495.227	29.33	22.00	26.67	21.33	99.33	24.83
10	308495.237	23.33	11.33	25.00	14.67	74.33	18.58
11	308499.143	27.67	20.67	20.33	18.00	86.67	21.67
12	308499.76	9.33	13.00	7.67	8.33	38.33	9.58
13	308502.95	15.67	20.00	18.67	14.00	68.33	17.08
14	308505.377	10.33	11.33	11.67	10.00	43.33	10.83
15	308513.318	25.33	26.00	21.00	22.33	94.67	23.67
16	308513.96	11.67	21.33	16.33	13.33	62.67	15.67
17	308517.91	13.33	9.67	20.00	16.67	59.67	14.92
18	308519.11	12.00	28.33	17.33	15.33	73.00	18.25
19	INIA 302 - Amarilis	31.00	43.33	39.33	38.33	152.00	38.00
Total		450.67	436.00	443.67	404.33	1734.67	449.72
Promedio		23.72	22.95	23.35	21.28	91.30	23.67

Tabla 26. Número de tubérculos totales por planta.

Clave	Genotipos	BLOQUES				Promedio
		I	II	III	IV	
1	308486.314	9.90	12.67	11.63	11.33	11.38
2	308486.333	19.00	15.67	14.50	24.22	18.35
3	308486.355	17.67	11.40	18.33	12.40	14.95
4	308487.157	12.50	11.60	9.90	12.78	11.69
5	308487.39	17.44	21.00	18.20	14.00	17.66
6	308488.198	10.00	8.67	10.80	8.50	9.49
7	308488.92	8.50	6.60	6.56	7.89	7.39
8	308492.207	11.13	11.78	12.11	12.00	11.75
9	308495.227	9.89	9.00	6.20	7.33	8.11
10	308495.237	9.00	7.00	8.30	9.14	8.36
11	308499.143	11.00	11.00	9.00	7.50	9.63
12	308499.76	5.88	7.75	4.90	4.75	5.82
13	308502.95	14.30	17.56	15.00	7.75	13.65
14	308505.377	5.11	6.56	5.33	4.70	5.43
15	308513.318	8.00	9.75	8.20	8.78	8.68
16	308513.96	20.38	14.40	11.40	12.00	14.54
17	308517.91	7.60	8.67	10.10	8.70	8.77
18	308519.11	5.70	5.22	5.70	5.90	5.63
19	INIA 302- Amarilis	7.90	8.90	9.44	8.90	8.79

Tabla 27. Número de tubérculos comerciales por planta

Clave	Genotipo	Bloque				Promedio
		I	II	III	IV	
1	308486.314	6.90	8.44	7.50	7.56	7.60
2	308486.333	9.67	8.44	5.90	14.22	9.56
3	308486.355	13.00	6.30	10.89	8.00	9.55
4	308487.157	5.50	8.50	6.20	8.56	7.19
5	308487.39	10.00	4.56	7.00	5.75	6.83
6	308488.198	7.33	5.89	7.20	5.70	6.53
7	308488.92	3.75	5.10	3.33	5.33	4.38
8	308492.207	6.25	6.22	8.11	8.50	7.27
9	308495.227	6.11	4.50	4.20	4.00	4.70
10	308495.237	4.44	2.60	6.00	6.00	4.76
11	308499.143	7.50	6.44	4.78	5.30	6.01
12	308499.76	3.25	4.00	1.40	3.00	2.91
13	308502.95	3.90	8.00	5.80	3.38	5.27
14	308505.377	3.00	4.11	2.89	2.50	3.13
15	308513.318	5.50	8.00	5.20	6.22	6.23
16	308513.96	5.38	5.40	6.50	6.40	5.92
17	308517.91	3.80	2.89	7.20	7.00	5.22
18	308519.11	3.10	2.78	4.10	4.10	3.52
19	INIA 302- Amarilis	5.70	7.50	7.67	7.20	7.02

Tabla 28. Altura de planta (cm) **de 19 genotipos de papa**, en la localidad de Chucmar (Tacabamba, Chota)".

Clave	Genotipos	Bloques				Total	Promedio
		I	II	III	IV		
1	308486.314	48.33	41.33	44.67	48.67	183.00	45.75
2	308486.333	51.67	41.67	40.00	47.33	180.67	45.17
3	308486.355	59.33	55.00	52.33	68.00	234.67	58.67
4	308487.157	59.67	63.00	66.00	61.00	249.67	62.42
5	308487.390	53.67	48.00	50.67	41.67	194.00	48.50
6	308488.198	57.67	48.67	58.67	47.00	212.00	53.00
7	308488.92	54.00	64.00	47.33	54.33	219.67	54.92
8	308492.207	46.00	35.33	43.33	36.67	161.33	40.33
9	308495.227	70.33	60.00	58.33	58.33	247.00	61.75
10	308495.237	61.33	42.00	46.00	45.33	194.67	48.67
11	308499.143	56.00	39.67	44.67	43.33	183.67	45.92
12	308499.76	49.00	48.33	39.00	35.67	172.00	43.00
13	308502.95	54.00	51.33	56.00	47.67	209.00	52.25
14	308505.377	45.67	37.33	45.00	45.33	173.33	43.33
15	308513.318	54.33	41.67	40.33	46.33	182.67	45.67
16	308513.96	42.00	34.00	33.00	34.67	143.67	35.92
17	308517.91	45.33	33.33	36.33	35.33	150.33	37.58
18	308519.110	48.00	41.67	41.33	42.67	173.67	43.42
19	INIA 302 - Amarilis	77.67	80.67	72.33	72.33	303.00	75.75
Total		1034.00	907.00	915.33	911.67	3768.00	942.00
Promedio		54.42	47.74	48.18	47.98	198.32	49.58

Tabla 29. Número de tallos de 19 genotipos de papa,

Clave	Genotipo	Bloques				Medias
		I	II	III	IV	
1	CIP308486.314	5.80	6.40	6.20	5.50	5.98
2	CIP308486.333	6.25	5.80	5.80	6.30	6.04
3	CIP308486.355	7.10	6.30	6.90	8.10	7.10
4	CIP308487.157	6.65	6.50	5.50	7.20	6.46
5	CIP308487.390	5.75	5.80	4.55	4.80	5.23
6	CIP308488.198	7.30	8.20	6.70	8.15	7.59
7	CIP308488.92	6.20	5.80	5.00	5.50	5.63
8	CIP308492.207	4.10	4.00	5.10	4.15	4.34
9	CIP308495.227	6.10	5.25	5.40	5.00	5.44
10	CIP308495.237	4.10	3.75	3.50	5.10	4.11
11	CIP308499.143	4.20	5.20	5.70	4.80	4.98
12	CIP308499.76	3.70	3.40	2.20	2.20	2.88
13	CIP308502.95	4.60	4.40	5.40	4.15	4.64
14	CIP308505.377	2.45	2.30	2.00	3.65	2.60
15	CIP308513.318	4.60	4.30	6.30	5.30	5.13
16	CIP308513.96	3.74	3.85	4.65	3.75	4.00
17	CIP308517.91	2.35	4.15	2.40	3.50	3.10
18	CIP308519.110	2.64	3.70	3.35	2.76	3.11
19	INIA 302 - Amarilis	7.40	6.00	5.50	6.35	6.31
Total		95.03	95.10	92.15	96.26	94.64
Promedio		5.00	5.01	4.85	5.07	4.98

Tabla 30. Evaluación del Vigor de los 19 genotipos de papa, a 78 días de la siembra

Clave	Genotipos	Repeticion			
		I	II	III	IV
1	308486.314	R	R	R	R
2	308486. 333	B	B	B	B
3	308486. 355	B	B	B	B
4	308487. 157	B	B	B	B
5	308487. 390	B	B	B	B
6	308488. 198	R	R	R	R
7	308488. 92	R	R	R	R
8	308492. 207	R	R	R	R
9	308495. 227	B	B	B	B
10	308495. 237	R	R	R	R
11	308499. 143	B	B	B	B
12	308499. 76	M	M	M	M
13	308502. 95	B	B	B	B
14	308505. 377	R	R	R	R
15	308513. 318	B	B	B	B
16	08513. 96	R	R	R	R
17	308517. 91	R	R	R	R
18	308519. 110	R	R	R	R
19	INIA 302 - Amarilis	B	B	B	B

B= Bueno R= Regular M= Malo

Tabla 31. Incidencia de rancha (*Phytophthora infestans*) (%) en los 19 genotipos de papa evaluados.

Clave	Genotipos	Días a la emergencia		
		29	79	105
1	308486.314	0	0	3.25
2	308486.333	0.5	0.125	5.25
3	308486.355	0	0	0.25
4	308487.157	0	0	1.5
5	308487.390	0	0	2.75
6	308488.198	0	0	2.5
7	308488.92	0	0	4.25
8	308492.207	0	0	6
9	308495.227	0	0	1.5
10	308495.237	0	0	5.5
11	308499.143	0	0	5.5
12	308499.76	0	0	8
13	308502.95	0	0	2.75
14	308505.377	0	0	8.5
15	308513.318	0	0	8.5
16	308513.96	0	0	6.5
17	308517.91	0	0	8.5
18	308519.110	0	0	5.5
19	INIA 302 - AMARILIS	50	3	3.5

Tabla 32. Características morfológicas de tubérculo de cada uno de los 19 genotipos de papa, en la localidad de Chucmar (Tacabamba, Chota)”.

Clave	Genotipos	Color de piel	Color de la carne	Forma de tubérculo	Profundidad de ojos
1	308486.314	Púrpura	Crema	Oval	Superficial
2	308486.333	Crema	Crema	Elíptica	Superficial
3	308486.355	Púrpura	Crema	Obolongo	Superficial
4	308487.157	Rojo	Crema	Oval	Superficial
5	308487.390	Rojo	Crema	Oval	Superficial
6	308488.198	Rojo	Crema	Elíptica	Superficial
7	308488.92	Rojo	Crema	Oval	Superficial
8	308492.207	Rojo	Crema	Oval	Superficial
9	308495.227	Crema/Rosado	Crema	Obolonga	Superficial
10	308495.237	Rosado/Crema	Crema	Oval	Superficial
11	308499.143	Rojo	Amarillo	Oval	Superficial
12	308499.76	Rojo	Amarillo	Oval	Superficial
13	308502.95	Púrpura	Crema	Elíptica	Superficial
14	308505.377	Crema/Rosado	Crema	Oval	Superficial
15	308513.318	Púrpura	Crema	Oval	Superficial
16	308513.96	Crema	Amarillo	Obolonga	Superficial
17	308517.91	Rojo	Crema	Obolonga	Superficial
18	308519.110	Crema	Amarillo	Elíptica	Superficial
19	INIA 302 - Amarilis	Crema	Crema	Obolonga	Superficial

Tabla 33. Escala para determinar el tamaño de tubérculos en evaluaciones de clones avanzados

Escala	Estado	Descripción
1	Muy pequeño	La mayoría de tubperculos son muy pequeños (<2 cm)
3	Pequeño	Los tubperculos son pequeños, entre 2 a 4 cm.
5	Mediano	Los tubperculos son medianos, entre 4 a 6 cm.
7	Largo	Los tubérculos son grandes, entre 6 a 9cm.
9	Muy largo	Los tubérculos tienen más de 9 cm.

Fuente: Amoros y Gastelo; citado por De Haan et al. (2014)

Anexo 2. Fotografías de las características del color de piel y carne de cada uno de los 19 genotipos de papa.



Figura 10. T1 - Clon 308486.314



Figura 11. T2 - Clon 308486.333



Figura 12. T3 - 308486.355

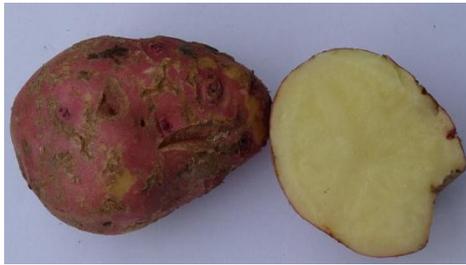


Figura 13. T4 - Clon 308487.157



Figura 14. T5 - Clon 308487.390



Figura 15. T6 - Clon 308488.198



Figura16. T7 - Clon 308488.92



Figura 17. T8 – Clon 308492.207

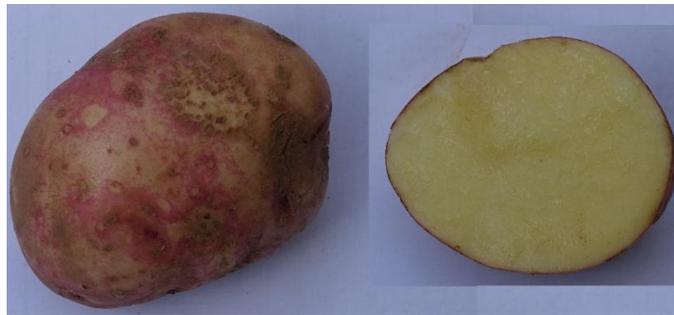


Figura 18. T9 – Clon 308495.227



Figura 19. T10 – Clon 308495.237



Figura 20. T11 Clon 308499.143



Figura 21. T12 -Clon 308499.76



Figura 22. T13 - Clon 308502.95



Figura 23. T14 – Clon 308505.377



Figura 24. T15 – Clon 308513.318



Foto 25. T16 – Clon 308513.96



Figura26. T17 – Clon 308517.91



Figura 27. T18 – Clon 308519.110



Figura 28. T19 – INIA 302 - Amarilis

Anexo 3. Fotografías de las labores realizadas durante el periodo de cultivo de los 19 genotipos de papa.



Figura 29. Embolsado y acondicionamiento de los tubérculos semilla.



Figura 30. Preparación del terreno



Figura 31. Delimitación de bloques



Figura 32. Surcado



Figura 33. Siembra.



Figura 34. Deshierbo



Figura 35. Etiquetado



Figura 36. Evaluación



Figura 37. Cosecha



Figura 38. Pesado de tubérculos



Figura 39. Determinación de longitud y diámetros comerciales con Vernier



Figura 40. Determinación del peso mínimo de tubérculo para peso comercial