

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



EVALUACIÓN DE CINCO CLONES Y DOS VARIEDADES DE PAPA
(*Solanum tuberosum* L.) RESISTENTES A RANCHA
(*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary)

TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentada por el Bachiller:

JORGE LUIS VÁSQUEZ ORRILLO

ASESORES:

Dr. Víctor Vásquez Arce

M.Sc. Héctor A. Cabrera Hoyos

Cajamarca – Perú

2012



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Fundada por ley 14015 del 13 de febrero
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
AGRONOMÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Cajamarca, a los **veintiséis** días del mes de **marzo** del año dos mil doce se reunieron en el Auditorium 2C - 201 de la EAP de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias los integrantes del Jurado designado por el Consejo de Facultad antes mencionado según la resolución N° **052- 2012- FCA-UNC** con el objeto de evaluar la sustentación de la Tesis titulada “**Evaluación de cinco clones y dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) resistentes a rancha (*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary)**” a cargo del bachiller en Agronomía: **Jorge Luis Vásquez Orrillo** para optar el título profesional de INGENIERO AGRÓNOMO.

A las **diecisiete** horas y **cero** minutos y de acuerdo a lo estipulado en el reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el acto. Después de la exposición de la Tesis, formulación de preguntas y la deliberación del Jurado, anunció la **aprobación** por **unanidad** con el calificativo de **catorce (14)**, por lo tanto, el graduado queda habilitado para que se expida el título profesional correspondiente. A las **diecinueve** horas y **cinco** minutos, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Cajamarca 26 de Marzo del 2012

.....
Dr. Manuel Salomón Roncal Ordoñez
Rojas

PRESIDENTE

.....
Ing° M.Sc. Jesús Hipólito de la Cruz

SECRETARIO

.....
Ing° M.Sc. Segundo Medardo Tafur Santillán

VOCAL

.....
Dr. Víctor Vásquez Arce

ASESOR

.....
Ing° M.Sc. Héctor Cabrera Hoyos

ASESOR

DEDICATORIA

Con mucho cariño y respeto a mis padres por su amor, cariño, dedicación y entrega.

A mis abuelos Blanca Elvira y Pedro.

A Dios por guiar y cuidar de mí, por alentarme en todo momento y no dejarme retroceder, por brindarme su inmenso amor y por ser el soporte de mi vida.

Por cuidar de mi familia.

A mis hermanos y sobrinos.

A la persona que mas adoro, Sandra.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. M. Sc. Héctor A. Cabrera Hoyos responsables del Programa Nacional de Papa del Instituto Nacional de Investigación Agraria - Baños del Inca; a quien felicito por su dedicación, paciencia y por su incentivo a ser buen profesional; al Ing. Rosmeri Pando Gómez y al técnico Julio Huaripata Castope, por su amistad incondicional, apoyo e insistencia para la culminación de la investigación.

Al Dr. Víctor Vásquez Arce, por aceptar desinteresadamente ser asesor, por su paciencia y apoyo en la culminación de la tesis.

Al Ing. Miguel Valderrama, por sus sugerencias y apoyo en el desarrollo de la tesis.

A todos los Ingenieros de la facultad de Ciencias Agrarias, que me brindaron consejos muy valiosos en determinadas oportunidades, a ellos les agradezco de todo corazón.

Con mucho cariño a mis amigos y compañeros que siempre me brindaron su apoyo, amistad y comprensión.

ÍNDICE

CONTENIDO

PAGÍNAS	
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
Lista de tablas	vi
Lista de figuras	viii
I. INTRODUCCIÓN	8
Objetivos	8
II. REVISIÓN LITERATURA	9
2.1. Origen e importancia de la papa	9
2.2. Producción y productividad de la papa	9
2.3. Clasificación Taxonómica	10
2.4. Principios Generales de la Ranca	10
(<i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Bary)	
2.4.1. Morfología del hongo	11
2.4.2. Razas fisiológicas <i>Phytophthora infestans</i>	11
2.4.3. Patogénesis de <i>Phytophthora infestans</i>	13
2.5. Generalidades del mejoramiento genético en papa con	
Resistencia a ranca	14
2.5.1. Potencial genético	15
2.5.2. Resistencia	16
2.6. Adaptación	18
2.6.1. Interacción genotipo por ambiente	19
2.7. Generalidades sobre caracterización morfológica	20
2.8. Trabajos realizados sobre rendimiento y resistencia a ranca	21
III. MATERIALES Y METODOS	23
3.1. Ubicación del experimento	23
3.2. Análisis físico- químico del suelo	24
3.3. Materiales	24

3.3.1. Material experimental	24
3.3.2. Insumos	25
3.3.3. Material para caracterizar	26
3.3.4. Otros materiales	26
3.4. Metodología	26
3.4.1. Diseño experimental	27
3.4.2. Instalación del cultivo	29
3.4.3. Evaluaciones fenológicas y agronómicas	30
3.4.4. Caracterización morfológica	32
3.5. Sistematización de datos	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1. Características agronómicas	34
4.1.1. Análisis de regrecion y correlacion del rendimiento y sus componentes	41
4.2. Características fenológicas	45
4.3. Evaluación de la incidencia de la rancha (<i>Phytophthora infestans</i>)	47
4.4. Caracterización morfológica de 5 clones promisorios, con 33 descriptores morfológicos, bajo condiciones climáticas de Santa Rosa de Chaquil.	48
4.4.1. Características generales de los clones de papa	48
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
5.1. Conclusiones	62
5.2. Recomendaciones	62
VI. RESUMEN	63
VII. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	64
ANEXOS	70

Lista de tablas

	Descripción	Página
1	Principal limitante de la producción de papa y fuentes de resistencia	15
2	Índices climáticos que se presentaron durante el desarrollo del cultivo (2010-2011).	23
3	Análisis físico- químico del suelo	24
4	Genotipos utilizados en el experimento	24
5	Escala del Centro Internacional de la papa para evaluar Tizón tardío	31
6	Características agronómicas evaluadas durante la conducción del experimento	34
7	Análisis de variancia para la característica altura de planta en cm, de cinco clones y dos variedades testigo de papa.	35
8	Prueba de rango múltiple de Duncan al 5 % de probabilidad para altura de plantas en cm, de cinco clones y dos variedades testigo de papa.	35
9	Análisis de variancia para rendimiento total ($t\ ha^{-1}$), de cinco clones y dos variedades testigo de papa.	39
10	Prueba de rango múltiple de Duncan al 5 % de probabilidad para los promedios de rendimiento total ($t\ ha^{-1}$) de los genotipos en estudio	39
11	Análisis de regresión y correlación	41
12	Resultados de las Características fenológicas (promedio días) de cinco clones de papa, cultivadas bajo condiciones Santa Rosa de Chaquil, Baños del Inca- Cajamarca.	45
13	Resultados de las Características morfológica de cinco clones de papa, con 33 descriptores y sus respectivos valores de cada carácter	50

Lista de figuras

	Descripción	Página
1	Croquis del campo experimental	28
2	Altura promedio en cm de los genotipos en estudio.	36
3	Número de tubérculos por planta	37
4	Número de tallos por planta	38
5	Rendimiento ($t\ ha^{-1}$) de 7 genotipos de papa.	40
6	Diagrama de dispersión y línea de regresión de la altura de planta (cm) y el rendimiento ($t\ ha^{-1}$).	42
7	Diagrama de dispersión y línea de regresión de número de tubérculos y el rendimiento ($t\ ha^{-1}$).	43
8	Diagrama de dispersión y línea de regresión de número de tallos y el rendimiento ($t\ ha^{-1}$).	44
9	Promedio de días de floración de 7 genotipos de papa, bajo condiciones de Santa Rosa de chaquil, Baños del Inca.	46
10	Curvas del progreso de la enfermedad (<i>Phytophthora infestans</i>) expresada en % de área foliar afectada, en siete genotipos de papa.	47
11	Características morfológicas del Clon CAJ003.4, según cuatro fases del CIP (2006).	52
12	Características morfológicas del Clon CAJ004.4, según cuatro fases del CIP (2006).	54
13	Características morfológicas del Clon CAJ010.1, según cuatro fases del CIP (2006).	56
14	Características morfológicas del Clon CAJ010.4, según cuatro fases del CIP (2006).	58
15	Características morfológicas del Clon CAJ010.5 según cuatro fases. CIP (2006).	60

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es para el mundo y mas aún para las regiones de origen, la principal fuente alimenticia, además de tener alto valor cultural, medicinal, social y económico (Lindao 1991).

Como cultivo presenta problemas sanitarios en producción, almacenaje, utilización en fresco y/o como producto transformado; por lo cual se justifica el uso de medidas preventivas apropiadas para evitar pérdidas, en producción. Es por ello que en los últimos años se está obteniendo genotipos resistentes a factores bióticos, abióticos y que además cumplan con las exigencias del mercado y la industria.

Cajamarca es uno de los departamentos con mayor superficie sembrada de papa, de la Región Norte, comprendiendo 29 733 hectáreas, de las que aproximadamente el 34% se encuentran ubicadas en zonas endémicas a racha, donde las condiciones climáticas son favorables al desarrollo de esta enfermedad, que asociado a la siembra de variedades susceptibles y al poco conocimiento por parte de los productores de nuevas variedades con resistencia a racha; hace que la enfermedad devaste superficies del cultivo y se realicen frecuentes aplicaciones de fungicidas, obteniendo como resultado el incremento de los costos de producción, el deterioro del medio ambiente y la salud humana (Cabrera 2008).

Por lo tanto con el presente trabajo evaluamos el comportamiento de clones con resistencia a racha, los cuales constituirán nuevas variedades de papa al servicio de los productores, se planteo este trabajo con los objetivos siguientes:

- Evaluar el comportamiento de cinco clones y dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) resistentes a racha (*Phytophthora infestans*).
- Caracterizar la morfología de clones resistentes a *Phytophthora infestans*.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen e importancia de la papa

La papa a lo largo de su historia ha ocupado un lugar trascendental en la alimentación humana. Se originó en el área cercana al lago Titicaca, en la actual zona limítrofe entre Perú y Bolivia; considerándose a este lugar como centro de domesticación, debido a que es allí, donde se encuentra la mayor diversidad genética, cultivada y silvestre de este cultivo (Andrade *et al.* 2002).

El tubérculo es fuente de carbohidratos, proteínas, vitaminas solubles en agua (C y complejo B) y sales minerales por unidad de superficie y tiempo (Castillo *et al.* 2000). Además tiene cerca del 2 % de proteínas con un alto contenido de lisina, haciéndola un aditivo valioso en dietas basadas en cereales (FAOSTAT 1999). El contenido vitamínico está representado por: ácido ascórbico (vitamina C, 20 mg), piridoxina (B₆), tiamina (B₁), niacina, ácido fólico y pantoténico. El contenido de minerales, depende del tipo de suelo en el que es cultivada; es una fuente moderada de hierro (0,74mg), fósforo (47,9mg) y magnesio (20,9mg) y es fuente excelente de potasio (564mg) (FAOSTAT 1999).

2.2. Producción y productividad de la papa

En América Latina, Perú y Brasil son los principales productores de papa, con más de 3,3 millones de toneladas por año en áreas de 270 y 142 mil hectáreas, respectivamente; Chile es el sexto productor, con más de 800 mil toneladas, sobre 50 mil hectáreas (Eguillor 2010).

Argentina, Guatemala y México presentan la más alta productividad de América Latina, con 28,7, 27,3 y 27,1 t ha⁻¹, respectivamente; mientras que Perú tiene una productividad de 12,6 t ha⁻¹ en promedio (Eguillor 2010).

En Perú, es el principal cultivo en superficie sembrada y representa el 25 % del PBI agropecuario; es la base de la alimentación de la zona andina y es producido por 600 mil pequeñas unidades agrarias. Los departamentos con mayor productividad son: Ica (31,5 t ha⁻¹), Arequipa (23 t ha⁻¹), Lima (21,3 t ha⁻¹) (Eguillor 2010; MINAG 2010).

En la región Cajamarca la producción de papa, en marzo del 2010 registró 37 mil toneladas, cifra menor en 0,5 %, respecto al nivel reportado en marzo del 2009, que fue 37,198 toneladas, esto es atribuible principalmente a menores superficies cosechadas; en cuanto a la productividad es de 9,4 t ha⁻¹ (MINAG 2010).

2.3. Generalidades del tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary)

La ranca está presente en cualquier lugar donde se cultive papa, con condiciones medioambientales propicias para su propagación. Su capacidad destructora provocó en el pasado la devastación de enormes extensiones, causando la famosa hambruna de Irlanda (Landeo *et al.* 2006). Puede ocasionar pérdidas hasta en un 100 %, especialmente en zonas endémicas y cuando se siembran variedades susceptibles (Cabrera 2008).

La ranca es una enfermedad policíclica con varios ciclos de infección y de producción de inóculo durante la campaña del cultivo. Así, se espera que la infección se incremente proporcionalmente tanto en el inóculo inicial como en el inóculo nuevo producido durante la etapa de desarrollo del cultivo. La cantidad de inóculo producido depende del huésped, patógeno, medio ambiente y condiciones de manejo (CIP 2010).

En la sierra norte de Cajamarca los agricultores realizan hasta 12 aplicaciones de fungicidas para asegurar su cosecha, controlando así la incidencia de esta enfermedad; lo cual incrementa sus costos de producción (Cabrera 2008).

2.3.1. Morfología del hongo

El micelio es hialino, cenocítico; en medio de cultivos viejos algunas veces se puede observar septas. En los cultivos jóvenes, el citoplasma fluye libremente dentro del micelio. El diámetro del micelio es de 5-8 micras, es variable y depende de la naturaleza física y química del medio. Los esporangios tienen forma de pera alimonada y miden entre 29 x 19 a 59 x 31 micras, se producen sobre pedúnculos llamados esporangióforos, de crecimiento indeterminado; se ramifican simpodialmente (Erwin y Ribeiro 1996).

El engrosamiento apical sobre el esporangio, se denomina papila, por cuyo extremo emergen las zoosporas, poseen dos flagelos uno en forma de látigo y el otro en pluma. Estas están conformadas por: kinetosoma (cuerpo basal de la zoospora), la zona de transición que une el flagelo con el kinetosoma y el sistema del microtúbulo, que permite anclar el flagelo a la zoospora (Erwin y Ribeiro 1996).

2.3.2. Razas fisiológicas

El desarrollo de patotipos o razas fisiológicas, fue posible a partir de los años 50, cuando Black *et al.* (1953), desarrollaron una serie de clones de papa diferenciales (R_1 , R_2 , R_3 , R_4), a partir de la especie *Solanum demissum*, con genes de resistencia vertical al patógeno, cuya combinación daba la posibilidad de 16 razas; esta investigación fue el inicio de la caracterización de las razas y la determinación de genes que confieren resistencia (Jaramillo 2003). Eide *et al.* (1959), identificaron los genes R_5 y R_6 ; Malcomson y Black (1966), identificaron los genes R_7 , R_8 , R_9 ; Malcomson (1969), identificó los genes R_{10} y R_{11} .

Para la identificación de las razas se cuenta con 11 diferenciales derivados de *Solanum demissum* con este número de genes de resistencia y con dos grados de reacción (resistente o susceptible), existe un total de 2048 combinaciones teóricas. Entonces, un aislamiento sería identificado como raza 0 si atacara solamente a la planta diferencial sin genes mayores de resistencia (r); esta raza posee genes de avirulencia correspondientes a los diferenciales R_1 , R_2 , R_3 , R_4 . Un aislamiento sería identificado como raza 1, si atacara solamente al diferencial R_1 y r , esta raza posee genes de avirulencia correspondientes a los diferenciales R_2 , R_3 y R_4 . Un aislamiento sería identificado como raza 2, si atacara al diferencial R_2 y r ; esta raza posee genes de avirulencia a los genes R_1 , R_3 y R_4 ; así sucesivamente (Perez *et al.* 1998).

El patógeno, presenta complejidad genética, por lo cual es difícil su estudio y el acierto de cuantas razas exactamente existen; esto debido a que se ha observado poliploidía ($2n$, $3n$; $4n$) y aneuploidía, además se han reportado núcleos con diferente nivel de ploidía en la misma hifa. En aislamientos mexicanos y británicos se encontraron diploidías, tetraploidías y mezclas de ploidías. Lo cual asociado a la migración del patógeno, incrementan la aparición de nuevos aislamientos (Sansone y Brasier 1993).

El Perú debido a su alta complejidad de especies de papa huésped al patógeno, presentó en el año 1983, 13 razas ubicadas en la sierra, mientras que en la costa se encontró 5 razas y en ceja de selva 4 razas (Jaramillo 2003). Para los años 1997 y 1998, en Puno y Cusco, se detectaron 18 razas diferentes, con alta frecuencia de patotipos más complejos, de mayor agresividad patogénica y resistencia al Metalaxyl (Jaramillo 2003).

2.3.3. Patogénesis de *Phytophthora infestans*

La enfermedad puede ocasionar la destrucción del follaje, tallos y tubérculos (Agrios 2005).

El hongo en las hojas ocasiona, manchas de color marrón claro a oscuro, de apariencia húmeda, de forma irregular, algunas veces rodeadas por un halo amarillento, no limitadas por las nervaduras de las hojas. Estos síntomas se presentan inicialmente en los bordes y puntas de las hojas. Bajo condiciones de alta humedad (95%), se forman en el envés unas vellosidades blanquecinas que constituyen las estructuras del patógeno (esporangióforos y esporangios). Las lesiones se expanden rápidamente, se tornan marrón oscuro, se necrosan y causan la muerte del tejido. En el campo, las plantas severamente afectadas emiten un olor característico, debido a la rápida descomposición del tejido foliar (Pérez y Forbes 2008).

Las lesiones en los tallos y pecíolos son necróticas, alargadas de 5 – 10 cm de longitud, de color marrón a negro, generalmente ubicadas desde el tercio medio a la parte superior de la planta, presentan consistencia vítrea. Cuando la enfermedad alcanza todo el diámetro del tallo, éstos se quiebran fácilmente al paso de las personas, equipos agrícolas o de vientos fuertes. En condiciones de alta humedad (95%), también hay esporulación sobre estas lesiones pero no es profusa como en las hojas (Pérez y Forbes 2008).

En los tubérculos las zoosporas germinan y penetran a través de las heridas y lenticelas. El micelio se desarrolla entre las células, para luego infectar a las células. Los tubérculos infectados presentan áreas irregulares, ligeramente hundidas. La piel toma una coloración marrón rojiza. Al realizar un corte transversal se pueden observar unas prolongaciones delgadas que van desde la superficie externa hacia la médula a manera de clavijas. En estados avanzados se nota una pudrición de apariencia granular de color castaño oscuro a parduzco, en estas condiciones puede ocurrir una pudrición secundaria causada por otros hongos (*Fusarium* spp.) y bacterias (*Erwinia* spp. *Clostridium* spp.), provocando la desintegración del tubérculo y haciendo difícil el diagnóstico (Pérez y Forbes 2008).

2.4. Mejoramiento genético en papa con resistencia a rancha

El mejoramiento para obtener nuevas variedades resistentes a la rancha se inició después de la epifitía en Irlanda. Desde entonces hasta la fecha, los científicos de todas partes del mundo, involucrados en el cultivo de la papa, continúan trabajando en la búsqueda de variedades resistentes, debido a que la resistencia sucumbe a los pocos años, por aparición de aislamientos más agresivos (CIP 2000).

Uno de los objetivos importantes en mejoramiento es lograr la resistencia a enfermedades, plagas y factores abióticos que afectan la producción de este cultivo en calidad y cantidad. Bajo estas circunstancias, la resistencia de la planta puede desempeñar un papel importante en el manejo de la enfermedad y para disminuir las pérdidas, particularmente en los agricultores de bajos recursos de los países en vías de desarrollo (Gabriel 2010).

A pesar de la gran diversidad genética disponible en las especies silvestres del género *Solanum*, sólo un pequeño número de ellas han sido utilizadas para la introgresión de caracteres de resistencia en las variedades. Se estima que apenas un 5 % han sido utilizados en programas de fitomejoramiento. Esto se debe, por un lado, a los problemas que existen entre determinadas especies al cruzarse o a su esterilidad: incompatibilidad unilateral, autoincompatibilidad y al número cromosómico o ploidía (Gabriel *et al.* 1995; Colque 1996; Estrada 2000; Gabriel *et al.* 2001; Coca y Montealegre 2006).

Por otra parte en los cruzamientos, se produce la introgresión de caracteres silvestres no deseados junto con los caracteres de resistencia. Esto conlleva al desarrollo de múltiples ciclos de retrocruzamientos para eliminarlos y recuperar el nivel deseado de los genes del progenitor recurrente. Cada vez que se hace una retrocruza con el progenitor recurrente se recupera un 50% de sus genes de importancia (Spooner y Hijmans 2001).

El Perú es un país que presenta diferentes zonas ecológicas y en la mayoría de estas se siembra papa, es por ello, que es necesario la obtención de nuevas variedades específicas para ciertas zonas paperas del país (Eguillor 2010). Es por ello que se sigue desarrollando variedades resistentes al tizón tardío como integrante del manejo integrado, ayudando a controlar la enfermedad y la disminución de pérdidas que afectan a la mayoría de agricultores peruanos (Landeo *et al.* 2006).

2.4.1. Potencial genético

La fuente de genes para obtener resistencia, es el mismo acervo genético del cultivo que proporciona los genes para cualquier otra de las características heredables; es decir, otras variedades comerciales locales o de otros lugares, variedades antiguas abandonadas en algún momento u obtenidas del almacén del fitogenetista, plantas emparentadas con el tipo silvestre y, en ocasiones, mutaciones inducidas. Con frecuencia, los genes de resistencia existen en las variedades o especies que normalmente crecen en el área donde la enfermedad es severa; estas plantas probablemente permanecen sanas debido a los caracteres de resistencia presentes en ellas (Agrios 2005).

Si no es posible encontrar plantas resistentes dentro de la población local de la especie, se prueban otras especies, ya sean silvestres o cultivadas, con el fin de determinar si son resistentes y en caso de serlo, se cruzan con las variedades cultivadas para incorporar los genes de resistencia de las otras especies. Para el tizón tardío de la papa, ha sido necesario buscar genes de resistencia en especies que crecen en el área en donde se originó la enfermedad y en donde probablemente existen plantas que logran sobrevivir a la presencia duradera y continua del patógeno debido a su resistencia a éste (Agrios 2005).

Tabla 1. Especies y número de cromosomas de papa con resistencia a *Phytophthora infestans*.

Limitante	Fuente de resistencia	Número de cromosomas
<i>Phytophthora infestans</i>	<i>S. tuberosum ssp andigena</i>	$2n=4x=48$
	<i>S. stoloniferum</i>	$2n=4x=48$
	<i>S. vemei</i>	$2n=2x=24$
	<i>S. verrucosum</i>	$2n=2x=24$
	<i>S. phureja</i>	$2n=2x=24$
	<i>S. bulbocastanum.</i>	$2n=2x=24$

Fuente: elaboración personal.

2.4.2. Resistencia

Es aquella que, la planta ejerce frente al patógeno para reducir o evitar el desarrollo, debido a que tienen genes que proporcionan resistencia directa ante los genes que determinan la virulencia del patógeno en particular. Una variedad será resistente si la enfermedad no desarrolla o es muy lenta, mientras que una variedad será susceptible (menos resistente) si la enfermedad desarrolla, matando la planta (CIP 2000). En general la resistencia está gobernada por diferentes tipos o quizás por diferentes números de genes, los cuales confieren la variación en susceptibilidad o en resistencia al patógeno; los efectos de esos genes varían de uno a otro extremo, dependiendo de la importancia de las funciones que controlan. Como regla general, la combinación de genes mayores y menores para resistencia contra el ataque del patógeno es la alternativa más conveniente para cualquier variedad (Agrios 2005).

En la actualidad se reconocen dos tipos de resistencia: la resistencia vertical y la resistencia horizontal.

Resistencia vertical o cualitativa, las plantas de papa con resistencia vertical son resistentes solamente a un número determinado de razas del patógeno. Esta resistencia está gobernada por genes mayores (ubicados en los cromosomas del núcleo de las células) conocidos como genes R, los cuales han sido incorporados utilizando como uno de los progenitores, a la especie silvestre *Solanum demissum*, la cual tiene genes mayores dominantes. Desafortunadamente, este tipo de resistencia no tiene duración en el campo, porque las plantas sucumben ante la aparición de nuevas razas (CIP 2000).

Este tipo de resistencia permite diferenciar claramente entre las razas de un patógeno, ya que es efectiva contra ciertas razas específicas del mismo e ineficaz contra otras. En presencia de la resistencia vertical, el hospedante y el patógeno al parecer son incompatibles y el primero generalmente responde desarrollando una reacción de hipersensibilidad y de esta forma, el patógeno no puede establecerse ni multiplicarse en la planta hospedante. En general, se inhibe el establecimiento inicial del patógeno, además que inhibe el desarrollo de epifitias al limitar el inoculo inicial (Agrios 2005).

La resistencia vertical, ha contribuido poco al control de la enfermedad, debido a que este tipo de resistencia está dada solamente a una raza del patógeno y desde que *Phytophthora infestans* tiene una variabilidad, vence rápidamente ésta resistencia y es poco duradera, ya que para cada gen de resistencia en el huésped existen un gen correspondiente en el patógeno (INIAA – SEINPA 1990).

Por muchos años los fitomejoradores, buscaron y explotaron lo que se conoce como resistencia vertical, al comienzo los resultados fueron importantes cuando numerosos genes R, fueron incorporados a las plantas y la resistencia vertical se complemento con agroquímicos efectivos; pero conforme el patógeno evolucionó y nuevas variantes migraron de un lugar a otro, estas variedades resistentes se hicieron vulnerables; algunos científicos creen que la resistencia vertical puede forzar al patógeno a evolucionar más rápidamente (CIP 1996).

Resistencia Horizontal, conocida también como resistencia cuantitativa o de campo, está gobernada por genes menores (r) y por otros factores como ciertas características de la planta, por ejemplo, el grosor de la cutícula de la hoja y/o la presencia de sustancias que inhiben el desarrollo del patógeno. Las plantas que tienen este tipo de resistencia se infectan en el campo, pero los daños y el porcentaje del área infectada son mucho menores que en plantas susceptibles; esta resistencia es estable en el tiempo y en el espacio. Cuando una variedad con resistencia horizontal es expuesta en el campo a condiciones muy favorables para el patógeno y a una alta presión de inóculo, la resistencia se pierde y la variedad se comporta como susceptible, pero la resistencia se mantiene y la variedad vuelve a comportarse como resistente en ambientes menos favorables al hongo (CIP 2000).

Está bajo control de muchos genes, cada uno de éstos por separado es ineficaz para contrarrestar el efecto del patógeno y puede tener una función menor en la resistencia total de la planta. El número de genes que participan en la resistencia horizontal al parecer controlan las diversas etapas de los procesos fisiológicos de la planta, que generan las sustancias y estructuras que constituyen sus mecanismos de defensa (Agrios 1996).

La resistencia horizontal es afectada por diferentes condiciones ambientales, bajo las cuales también puede variar. En general, esta resistencia no evita que las plantas sean infectadas, sino que retarda el desarrollo de cada uno de los loci de infección en la planta y, por lo tanto, retrasa la propagación de la enfermedad y el desarrollo de epifitias en el campo. (Agrios 2005).

2.5. Adaptación

Conjunto de cambios heredables que se producen en una población de una especie, en respuesta a modificaciones de ambiente donde se desarrolla y reproduce. Comprende una serie de combinaciones de caracteres, que aumentan la probabilidad de un organismo para sobrevivir y reproducirse en un ambiente específico. Todos los cambios adaptativos heredables son cambios evolutivos, en el sentido que modifican irreversiblemente la estructura y función de una especie. Está se debe distinguir de la adaptación fenotípica no heredable o aclimatación, que es el resultado de la respuesta del individuo al ambiente, sin ser acompañado de un cambio en el genotipo; la capacidad de aclimatarse en mayor o menor grado y tiempo es gobernada genéticamente (Sevilla y Holle 1995).

Cuando un grupo de genotipos es evaluado en distintas condiciones ambientales, (años, localidades, y/o épocas de siembra), puede presentar dos tipos de adaptación, general o específica. Un cultivar tiene adaptación general cuando muestra un mejor comportamiento relativo en la mayoría de los ambientes en los que ha sido evaluado. Por el contrario, un cultivar presenta adaptación específica cuando muestra un mejor comportamiento en un determinado ambiente en donde fue evaluado (Ceretta *et al.* 1998).

El comportamiento relativo diferencial de un cultivar en distintos ambientes de evaluación está dado por la presencia de interacción genotipo ambiente (IGA) (Fox *et al.* 1997), que es la respuesta diferencial de un genotipo en cada uno de los ambientes a los cuales es sometido (Vargas *et al.* 1999).

La caracterización de la IGA es necesaria para comprender la adaptación de los cultivos, debido a que desde el punto de vista biológico, el estudio de adaptación trata de comprender el fenómeno por el cual la expresión de fenotipos superiores resulta de la continua IGA a través del tiempo (Van Eeuwijk 1996; Ceretta *et al.* 1998).

El cultivo de papa es llevado a cabo en muchos climas del mundo a excepción de las zonas bajas de la franja tropical; en zonas tropicales y subtropicales los rendimientos son mas bajos y menos estables que en zonas templada (16 a 22°C). En consecuencia el cultivo de papa se adapta desde 0 a 4000 msnm; presentando un mejor rendimiento entre 2000 a 3800 msnm, con temperaturas que fluctúan entre 10 a 20°C, temperaturas por debajo o encima del rango dificultan al rendimiento; requiere de suelos con buena estructura, aireación, materia orgánica y permeabilidad, con una humedad de 60 a 80% (Kooman 1995; Egusquiza y Lopez 1980).

En cuanto a los requerimientos de luz, mientras mayor sea la intensidad de luz, mayor es la fotosíntesis. La relación entre el desarrollo del follaje y el crecimiento de los tubérculos se ve favorecido por estímulos como nitrógeno, días largos, temperaturas elevadas y alta humedad (Arse 1996).

2.5.1. Interacción Genotipo-Ambiente (G x A).

El término genotipo se refiere a un cultivar y el medio ambiente se refiere al conjunto de clima, suelo, condiciones bióticas (plagas y enfermedades) en un lugar determinado. Un medio ambiente identifica un lugar determinado o la ubicación de ciclo o su combinación en el análisis de los ensayos repetidos en el tiempo (FAO 2002).

La respuesta diferencial de los genotipos a las condiciones ambientales, origina lo que se conoce como la interacción genotipo x ambiente (G x A), que puede limitar la precisión en la estimación del rendimiento y dificulta la identificación de genotipos aptos para algunos ambientes específicos (Crossa et al. 1990). Este fenómeno está representado por todos los factores externos del medio ambiente que afectan el crecimiento y desarrollo de las plantas e influyen en la expresión genotípica, dando lugar a la respuesta final denominada fenotipo (Lescay 2003).

La comprensión e identificación de las causas de una interacción genotipo por ambiente puede ayudar a identificar los factores que contribuyen a un mejor rendimiento o desempeño de un cultivar determinado en un medio ambiente dado y puede ser usado para identificar condiciones ideales y formular recomendaciones de manejo de cultivo (Aguiluz 1998).

2.6. Generalidades sobre la caracterización morfológica

La identificación de las plantas en las variedades de papas cultivadas difieren en caracteres y no es posible encontrar dos variedades idénticas. Intrínsecamente una variedad no es estática sino influida por el ambiente. Por tanto las distintas variedades difieren en rendimiento y dado que las formas mutantes pueden causar disminución en él, es necesario saber identificar claramente las formas normales, identificación que se hace mediante el estudio de la vegetación (desarrollo de la planta, tallos, hojas, inflorescencia, estolones, tubérculos y brotes) y de los caracteres fisiológicos (madurez, rendimiento, reacción a enfermedades, calidad culinaria) (Montalvo 1984).

La caracterización es la toma de los datos mayormente cualitativos para describir y por ello diferenciar accesiones de una misma especie. Los principales datos para caracterización son: características de la planta (altura, estructura, hábito de crecimiento, ramificaciones); de la hoja (forma, color, tipo de borde y nervadura); de la flor (forma, color y tipo de cáliz); del fruto (forma, color, volumen y número de semillas por fruto); de la semilla (tamaño forma y color) y de la partes subterráneas (tamaño, forma y color) (Querol 1988).

Caracterizar es separar, diferenciar la variabilidad genética. La caracterización como cualquier otra actividad tiene sus herramientas y procesos, en este caso la herramienta de trabajo es el DESCRIPTOR (Holle 2006).

Los descriptores describen o califican a las accesiones con un valor numérico, una escala, un código, o un adjetivo calificativo, para cada característica; cada una de las variables con las que se califica se denomina estado (Sevilla y Holle 1995). En general los descriptores son las características morfológicas que se manifiestan más o menos estables bajo diferentes condiciones de medio ambiente. Esto significa que una característica morfológica para ser considerada como descriptor, no debe ser afectada en su expresión, por las diferentes condiciones del medio ambiente; o si son afectadas, estas variantes deben ser mínimas; en cuanto así ocurra, serán descriptores consistentes que permitan una adecuada caracterización morfológica (Gómez 2006).

La caracterización morfológica de las entradas en una colección es esencial no solamente para tener una descripción de cada entrada en la colección, sino también para identificar entradas duplicadas del mismo cultivar. Estos datos deben registrarse en plantas de todas las entradas de la colección crecidas en el mismo medio ambiente, bajo la misma densidad de plantas, y en la estación climática más favorable para que tengan un buen desarrollo (Huamán 2010).

2.7. Trabajos realizados sobre rendimiento y resistencia a racha

En el Marco, Cajamarca a 2600 msnm y en Porcón Alto a 3500 msnm, se evaluaron 110 clones y 24 variedades de papa, con la finalidad de validar su comportamiento frente a la racha. En estas condiciones se seleccionaron los clones 387164.4, 393046.7, 393371.58, 393042.50, 393349.5 y 393072.5 por sus altos rendimientos que van de 1,0 a 1,3 kg por planta y con valores de "área 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 presentó un valor alto de AUDPC que va desde 697.67 a 893.33 con rendimientos de 0,5 a 0,7 kg por planta (Roncal 1999).

En Chiara, Ayacucho a 3520 msnm, se evaluaron 33 clones. Durante la campaña agrícola 1998 – 1999; la ranca se presentó en su máxima expresión llegando a dañar hasta un 100 % del follaje y un 60 % de los tubérculos en los clones susceptibles. Bajo estas condiciones fueron seleccionados los clones H-C-4 (20 t ha⁻¹), 386650.2 (16 t ha⁻¹), 862108 (15 t ha⁻¹) y 384893.1 (14 t ha⁻¹), quienes presentaron un daño de 10 – 20 % de área foliar, y buena calidad comercial (Morote 2000).

En el estudio evaluación y selección de clones avanzados de papa para resistencia a ranca realizado durante la campaña 2005 - 2006, por el PNP, Estación Experimental Baños del Inca; en la localidad de Santa Clotilde, se encontró que los clones CAJ004.4, CAJ010.4 y 96CLB1.8, presentaron los rendimientos mas elevados del ensayo (49,83, 36,38 y 30,16 t ha⁻¹) respectivamente, además indican que estos clones presentaron 1 % de infestación de ranca (PNIP- INIA 2006).

El Programa Nacional de Investigación en Papa de INIA (2007), menciona en la investigación Comparativo de clones avanzados de papa con resistencia a ranca y calidad para procesamiento, desarrollada en la localidad de Santa Margarita; que los clones CAJ010.5, CAJ004.4, CAJ010.4 presentan un vigor bueno, tendencia a producir mayor número de tubérculos comerciales.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.6. Ubicación del experimento

El presente estudio ha sido conducido en el caserío Santa Rosa de Chaquil, localizado en el Distrito Baños del Inca, Provincia Cajamarca, cuyas coordenadas geográficas son 7° 8' 34" de latitud Sur y 78° 24' 21" de longitud Oeste, a una altitud de 3133 msnm; los principales índices meteorológicos que se presentaron durante la conducción del experimento, fueron tomados de la estación meteorológica la Encañada, ubicada a 2950 msnm, y en las coordenadas 7° 7' 7" de latitud Sur y 78° 19' 19" de longitud Oeste.

Las condiciones climáticas que se presentaron fueron un clima templado seco, temperatura promedio de 13°C, precipitación pluvial promedio de 97.36mm y una humedad relativa de 73.66 %.

Tabla 2. Índices climáticos que se presentaron durante el desarrollo del cultivo (2010 - 2011).

Año	Meses	Temperatura			Precipitación (mm)	Humedad (%)
		Max.	Min.	Media		
2010	Diciembre	18.97	7.84	13.41	94.00	67.00
2011	Enero	18.69	7.75	13.22	66.40	65.00
2011	Febrero	18.55	7.50	13.03	96.80	70.00
2011	Marzo	17.33	7.14	12.24	153.60	87.00
2011	Abril	18.38	7.60	12.99	140.48	82.00
2011	Mayo	18.78	7.53	13.16	32.90	71.00
	Promedio	18.45	7.56	13.00	97.36	73.66

Fuente: SENAMHI (2011), Estación Meteorológica, La Encañada.

3.7. Análisis físico-químico del suelo

Se determinó en el laboratorio de análisis de suelos de la Estación Experimental Baños del Inca; la muestra de suelo se tomó antes de la instalación del experimento (tabla 3).

Tabla 3. Análisis físico-químico del suelo

Determinación	Resultados	Método
Textura	Franco arcilloso	Hidrómetro
pH	5.6	Potenciómetro
Materia orgánica	3.53	Walkley - black
Nitrógeno total (%)	0.159	Microkjeldahl
Fósforo disponible (ppm)	7.7	Olsen
Potasio disponible (ppm)	250.0	Fotómetro de llama
Dosis de fertilización recomendada (N-P-K)		120 – 100 – 80

3.8. Materiales

3.3.5. Material experimental. El material biológico utilizado comprendió: 5 clones promisorios de papa, con los siguientes códigos de identificación: CAJ003.4, CAJ004.4, CAJ010.1, CAJ010.4, CAJ010.5 y 2 variedades como testigos locales: Chucmarina resistente a rancho y Canchan susceptible; los tubérculos semilla utilizados, fueron provenientes de la Estación Experimental Baños del Inca Cajamarca – INIA.

A los genotipos de papa utilizados, se les asignó un número (clave), mediante el cual se les representará en los tratamientos por bloque (figura 1).

Tabla 4. Genotipos utilizados en el experimento.

Clave	Genotipos	Pedigree
1	CAJ003.4	61T.5 x Bulk1 (1) x Bulk A
2	CAJ004.4	392657.8 x E (18) x Bulk B
3	CAJ010.1	61T.5 x Bulk1 (4) x Bulk A
4	CAJ010.4	61T.5 x Bulk1 (4) x Bulk A
5	CAJ010.5	61T.5 x Bulk1 (4) x Bulk A
6	Chucmarina	387170.16 X 389746.2
7	Canchán	BL-1.2 x Murillo III-80

A. Características de las variedades de papa usadas como testigo

INIA 310 – Chucmarina

Proviene de la población B3C1 del programa de mejoramiento para resistencia horizontal al tizón tardío del Centro Internacional de la Papa (CIP) y es el resultado de la cruce 387170.16 X 389746.2, clones con alta resistencia genética a rancho. La variedad de papa Chucmarina, posee un amplio rango de adaptación, se puede sembrar desde 0 hasta los 3800 msnm, principalmente en la zona norte del Perú. Su periodo vegetativo es de 110 – 120 días (semiprecoz), rendimiento en campo 40 t ha⁻¹, hábito de crecimiento semi-erecto, el inicio de la floración se da entre 70 a 80 días después de la siembra. Presenta tubérculos de forma Ovalada en un número de 15 – 25 por planta, de ojos superficiales, con color de piel amarilla y pulpa blanco cremoso; tiene entre 23 – 24 % de materia seca, con un peso específico mayor de 1.080, la dormancia del tubérculo es de 3 – 4 meses en el almacén; requiere suelos profundos, fértiles con pH de 4.8 a 6.4 y se siembra a un distanciamiento de 1m entre surcos y 0.30m entre plantas (INIA 2008).

Canchan - INIA

Es el resultado del cruce de BL-1.2 x Murillo III-80: N° CIP 380389.1; se adapta en la sierra central hasta 2700 msnm. y costa central. Canchan – INIA presenta plantas vigorosas, tallos y hojas verde claro, flores color lila, es de escasa floración y fructificación; su periodo vegetativo es de 120 - 130 días, su rendimiento promedio es de 30 t ha⁻¹. Presenta tubérculos redondos de ojos superficiales, con un color de piel rojo y pulpa blanca; tiene 25 % materia seca y 1.1 de peso específico, por lo cual presenta buena aptitud para fritura; es susceptible a rancho, medianamente susceptible a Rizoctonias (*Rhizoctonia solani*) y a pierna negra (*Erwinia carotovora spp atroseptica*) (INIA 1990).

3.3.6. Insumos

Abono químico

Urea (45 %)

Superfosfato triple de calcio (46 %)

Cloruro de potasio (62 %)

Abono orgánico

Gallinaza 2 t ha⁻¹ (1.5 – 2 % N)

Fungicidas

Antracol 70 % PM

Insecticida

Furadan 5G; 25 – 28 kg/ha

Adherente

Citowet 150 ml/200 litros

3.3.7. Material para caracterizar

- Guía y descriptores para las caracterizaciones morfológicas básicas (Gomez 2006)
- Cartilla de colores de la flor y tubérculo (Gomez 2006)

3.3.8. Otros materiales

Durante las etapas de preparación de terreno, conducción del cultivo y cosecha, se requirió de los siguientes materiales:

- Tracción animal.
- Equipos: mochila de fumigar, balanza.
- Herramientas: sapa pico, palana.
- Estacas, Cal, Cordeles, wincha (para medir, marcar y delimitar, los bloques, parcelas y calles).
- Bolsas de papel (para cosechar tubérculos).
- Etiquetas, lápices, sacos, y rafia (para identificar, recoger y transportar el material genético).

3.9. Metodología

El estudio fue instalado y evaluado entre los meses de diciembre del 2010 y mayo del 2011; se evaluó el comportamiento de cinco clones, bajo las condiciones de Santa Rosa de Chaquil, a fin de determinar cuál de ellos es el más sobresaliente; evaluando su comportamiento fenológico, agronómico, morfológico y de resistencia a racha.

3.4.1. Diseño experimental

El ensayo se estableció en un diseño experimental de bloques completos al azar, con siete tratamientos y tres repeticiones. En la tabla 4 y figura 1 se muestran las características del diseño experimental.

Características del campo experimental

Bloques

Número	3 m
Ancho	4.5 m
Largo	49 m
Área	220.5 m ²

Parcela

Número de parcelas por bloque	7
Surcos por parcela	7
Largo de parcela	7 m
Ancho de parcela	4.5 m
Número de golpes por parcela	105
Distanciamiento entre golpes	0.30 m
Distanciamiento entre surcos	1.00 m
Surcos a evaluar	2
Área de parcela	31.5m ²
Área neta por parcela	31.5 m ²

Calles

Número de calles	4
Ancho de calle	1.00 m
Largo de calle	51.00 m
Distanciamiento del bloque al borde	1.00 m

Área

Neta del experimento	661.5 m ²
Total del experimento	892.5 m ²

Croquis del campo experimental.

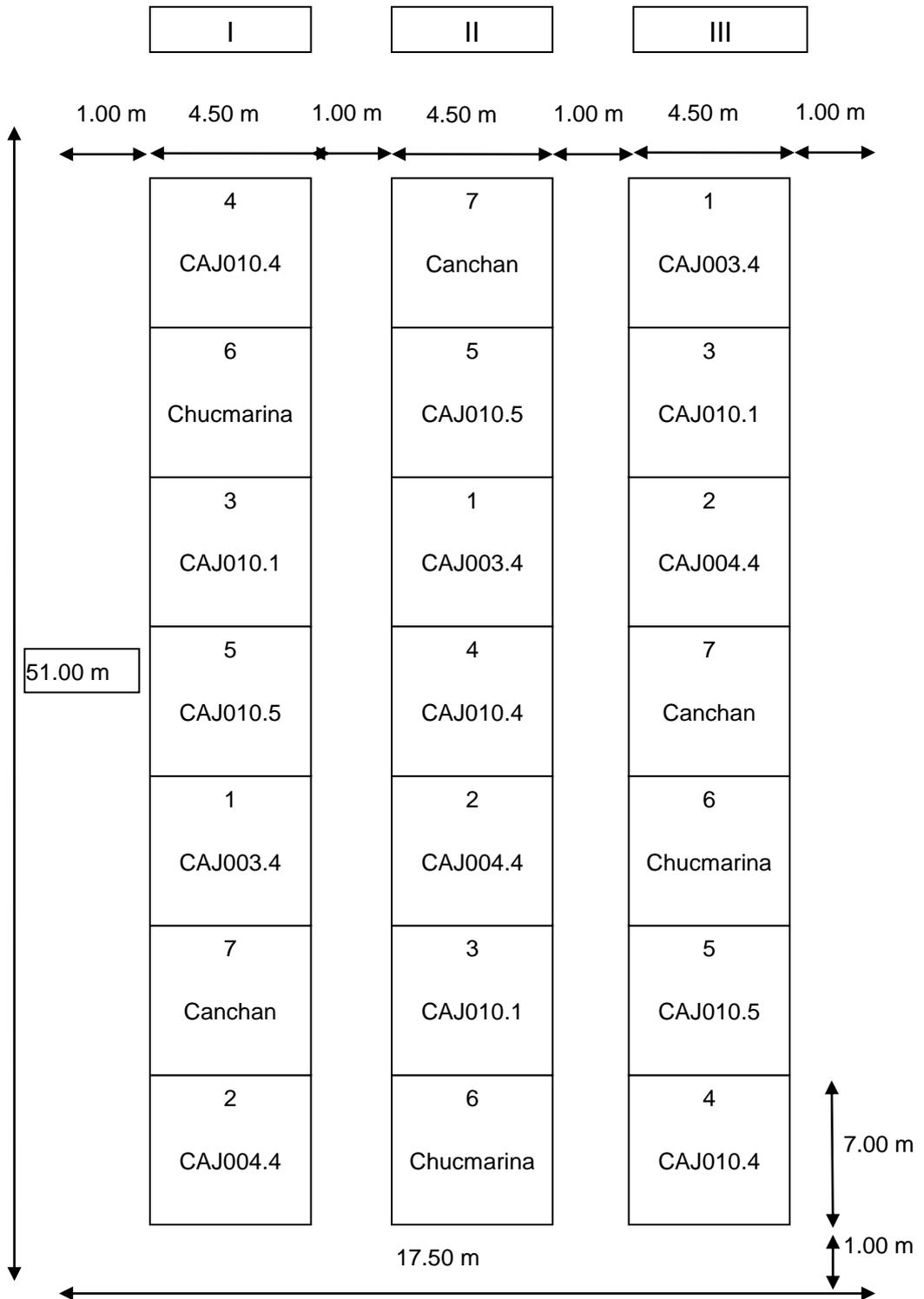


Figura 1. Distribución de tratamientos en el campo experimental de Santa Rosa de Chaquil.

3.4.2. Instalación del cultivo

Preparación de la semilla:

En almacén se seleccionó y se procedió a contar los tubérculos semilla (con brotamiento múltiple) de cinco clones y de dos variedades testigo, las que fueron colocadas en jabas debidamente identificadas, para luego ser transportadas a campo definitivo.

Preparación del terreno:

Esta labor agrícola se realizó con yunta, comprendió aradura, cruza, y surcado; el surcado se realizó a 1m de distancia entre surcos.

Siembra:

Se realizó de forma manual, instalándose los clones y variedades testigo, según el diseño experimental; sembrando un tubérculo por golpe a un distanciamiento de 0.30m entre planta, colocando un total de 105 tubérculos por parcela.

Fertilización:

Esta labor se realizó conjuntamente con la siembra, de acuerdo al análisis de suelo se utilizó fuentes inorgánicas: Urea, Superfosfato Triple de Calcio y Cloruro de Potasio; como fuente orgánica se usó gallinaza. Los fertilizantes químicos se mezclaron (50 % de la Urea, 100 % de Fosforo y Potasio) y aplicados al fondo del surco a chorro continuo, igualmente se realizó con la gallinaza.

Deshierbo:

Se realizó de forma manual con la ayuda de una lampilla, a los 35 días después de la siembra, tiempo en el cual se aplicó la segunda fertilización nitrogenada.

Aporque:

Esta actividad se realizó con ayuda de una lampa, a los 15 días después del deshierbo, y consistió en cubrir con tierra la base de la planta (35cm de altura), brindándole de esta manera una mayor protección contra plagas y enfermedades.

Control fitosanitario:

Esta actividad se realizó con el fin de prevenir posibles ataques de plagas y enfermedades para lo cual se aplicó:

- Furadan 5G, (25 – 28kg/ha): se aplicó 2.5 kg al momento de la siembra, para evitar un posible ingreso de insectos como gorgojo de los andes (*Premnotrypes vorax*).
- Antracol 70 % PM: se aplicó a los 45 días de haberse sembrado, para prevenir y homogenizar los tratamientos frente a la enfermedad *Phytophthora infestans*; para fijar el producto se utilizó el adherente Citowet

La aplicación fue general a todos los tratamientos con una dosis de 30g por mochila de 15 litros de agua, aplicando solamente una vez durante el periodo vegetativo.

Cosecha:

Días antes a esta actividad, se muestreó los bloques para determinar la madurez y fijar la fecha de cosecha. La cosecha se realizó a los 149 días después de la siembra; con la ayuda de una lampa se extrajo todos los tubérculos del campo experimental. Durante el desarrollo de esta labor, se realizó las evaluaciones programadas.

3.4.3. Evaluaciones registradas

Todas las evaluaciones, sean estas cuantitativas o cualitativas, fueron realizadas en las plantas de dos surcos centrales de cada tratamiento.

3.4.3.1. Evaluaciones fenológicas y agronómicas

Para desarrollar esta evaluación se tomó en cuenta los caracteres siguientes, determinándose el promedio por clon:

- Días a la aparición del botón floral: estos datos fueron registrados desde la siembra hasta la aparición de botones florales.
- Días de floración: los días fueron contados desde el inicio de la floración (10 % de plantas con flores) hasta su culminación (90 % de plantas con flores).
- Número de tallos por planta: fueron contados previos a la cosecha.

- Número de inflorescencia por planta: consistió en determinar, por conteo, el número de inflorescencias; se evaluó cuando la planta estaba en plena floración (50%).
- Número de flores por inflorescencia: se realizó al 50 % de la floración.
- Días de dormancia del brote: después de la cosecha se trasladó los tubérculos al almacén donde se los colocó en jabas, previamente seleccionados, contados e identificados. Este parámetro se determinó en una muestra de 10 tubérculos por clon, contando el número de días transcurridos desde la cosecha hasta la fecha donde el tubérculo presentó 25 % de brotes de 2-3mm de longitud.
- Intensidad de ataque de rancho: para realizar esta evaluación se utilizó la Escala para Tizón tardío del CIP-Lima, Perú. Esta evaluación se realizó desde la emergencia hasta la senescencia del cultivo, evaluándose periódicamente; los datos obtenidos se hicieron comparando porciones verdes con las no verdes (asumiendo que el tizón tardío es la única enfermedad dominante del follaje); de este modo, se estimó visual y mentalmente el porcentaje de follaje infectado en la parcela. Este procedimiento estándar funciona bien, sobre todo cuando las lecturas se integran en una medida como el AUDPC (Forbes y Korva 1994).

Tabla 5. Escala del Centro Internacional de la papa para evaluar Tizón tardío.

Grado	Porcentaje	Característica
1	0	No se observa tizón
2	0 – 5	Máximo 10 lesiones x planta
3	5 – 15	Planta sana, área foliar afectada (20 folios)
4	15 – 35	Mayoría de las plantas afectadas (25 del follaje destruido)
5	45 – 65	Parcela se observa verde, hojas inferiores muertas (50 % follaje destruido)
6	65 – 85	Parcela se ve verde, con mancha pardas (75 % follaje destruido)
7	85 – 95	Hojas superiores verdes, tallo con lesiones
8	95 – 100	Plantas se observan pardas, mayoría de tallos muertos
9	100	Tallos y hojas muertas

- Emergencia (inicio y finalización): se determinó por observación, contando las plantas emergidas, esta acción se realizó hasta los 29 días después de la siembra.
- Vigor de planta: se evaluó a los 80 días después de la siembra, utilizando la siguiente escala del CIP (2006):

M: Mala, tallos débiles, foliolos angostos, planta pequeña.

R: Regular, vigor mediano.

B: Bueno, tallos vigorosos, hojas grandes, planta mediana.

MB: Muy bueno características superiores al vigor B.

- Altura de planta: se realizó al 75 % de la floración, con una wincha se midió desde el cuello de la planta hasta el ápice del tallo principal.
- Peso de tubérculos: a la cosecha se realizó el peso total de tubérculos por planta de cada tratamiento y el peso de tubérculos comercial y no comercial.
- Número de tubérculos por planta: se determinó el número de tubérculos por planta en cada tratamiento.
- Materia seca: después de la cosecha se seleccionó 20 tubérculos representativos de cada clon, los cuales se enviaron al laboratorio de análisis de suelos de la Estación Experimental Baños del Inca para ser analizados y cuyos resultados fueron confirmados por el Centro Internacional de la Papa.

3.4.3.2. Caracterización morfológica

En la parcela instalada se realizó la identificación de características morfológicas de los clones de papa en estudio. La lista de descriptores, utilizados para caracterizar a los clones de papa, fue la elaborada por el Centro Internacional de la Papa (Gomes 2006), la cual consta de 33 descriptores destinados a la caracterización. La caracterización morfológica se inició cuando las plantas alcanzaron su plena floración, es decir más del 75 % de floración en cada tratamiento. Se realizó la evaluación de los siguientes caracteres:

- Hábito de la planta.
- Color de tallo
- Forma de alas del tallo
- Forma de la hoja
- Grado de floración
- Color de pedicelo
- Color de cáliz
- Forma de la corola
- Color de la flor
- Pigmentación de anteras
- Pigmentación en el pistilo
- Color de baya
- Forma de la baya
- Color de piel del tubérculo
- Color de carne del tubérculo
- Forma de tubérculo
- Color del brote
- Madurez

3.10. Sistematización de datos

Una vez ordenados los datos de campo, fueron transcritos a una base de datos Excel, donde se calcularon algunos estadígrafos, generando gráficas y figuras, para cada carácter evaluado. Respecto al análisis estadístico, los datos referidos a rendimiento, características agronómicas y fenológicas (transformados), fueron analizados con el software SAS versión 9.1, efectuándose los ANVAS, pruebas de rango múltiple de Duncan y su significación.

De forma complementaria, se hizo uso de una plantilla de evaluación para tizón tardío del programa Microsoft Excel del CIP, la cual está programada para encontrar los valores AUDPC a partir de las evaluaciones de rancho de cada uno de los tratamientos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se muestran los resultados de las evaluaciones realizadas, así como su análisis e interpretación.

4.5. Características agronómicas

Tabla 6. Características agronómicas evaluadas durante la conducción del experimento

Clave	Genotipo	Emergencia %	Vigor	Altura de planta (cm)	Nº de tallos	Nº tubérculos planta
1	CAJ003.4	93.3	B	94.33	8.7	20.2
2	CAJ004.4	97.8	B	77.67	8.3	11.1
3	CAJ010.1	94.4	B	76.33	8.3	9.7
4	CAJ010.4	92.2	B	81.00	8.0	17.9
5	CAJ010.5	95.6	B	79.33	7.0	13.4
6	Chucmarina	93.3	B	76.00	8.0	18.0
7	Canchan	97.8	R	66.33	5.7	9.0

5. R= regular B= bueno

Emergencia. Se evaluó a los 35 días después de la siembra, a través de conteo. El porcentaje de emergencia de los diferentes genotipos, por características propias y por el estado de brotamiento de las mismas, han permitido evaluar la emergencia entre 92,2 % a 97,8 %. Los genotipos CAJ004.4 y Canchan mostraron el mayor porcentaje de plantas emergidas a comparación del resto de genotipos.

Estos resultados son de importancia porque nos permite conocer la viabilidad del tubérculo semilla así como la uniformidad de la población y está en función de la precipitación, humedad, temperatura, madurez del tubérculo-semilla y propiedades físicas del suelo (Ipanaque 2000).

Vigor. Esta evaluación se realizó a los 80 días después de la siembra, donde se observó que varía de regular a bueno, según la escala del CIP. Esta característica está referida a la capacidad de las plantas para crecer y desarrollarse, en un ambiente determinado y se ve afectado cuando se presentan temperaturas por encima o debajo del óptimo (10 a 20°C) (Álvarez 2001; Malagamba 1983).

Altura de planta (Hp). Este carácter fue variable en todos los genotipos, presentando una altura promedio de 78,71 cm.

Tabla 7. Análisis de variancia para la característica altura de planta en cm, de cinco clones y dos variedades testigo de papa.

F.V	G.L	SC	CM	F	Pr>F
Bloques	2	50.00	25.00	1.93	0.1874
Genotipos	3	1250.95	208.49	16.11**	0.0001
Error	12	155.33	12.94		
Total	20	1456.28			

** Altamente significativo

CV 4,57 %

El análisis de variancia para la fuente genotipos fue altamente significativo, demostrando diferencias reales, entre las medias de altura de planta de cada genotipo en estudio.

El experimento muestra un coeficiente de variabilidad de 4,57 %, lo cual indica que la conducción del estudio ha sido eficiente.

Tabla 8. Prueba de rango múltiple de Duncan al 5 % de probabilidad para altura de plantas en cm, de cinco clones y dos variedades testigo de papa.

Clave	Genotipo	Altura (cm)	Significación
1	CAJ003.4	94.33	A
4	CAJ010.4	81.00	B
5	CAJ010.5	79.33	B
2	CAJ004.4	77.66	B
3	CAJ010.1	76.33	B
6	Chucmarina	76.00	B
7	Canchan	66.33	C

De la prueba de significación DUNCAN, mostrada en la tabla 8, realizada para encontrar las diferencias estadísticas entre los promedios de altura de los genotipos en estudio, muestra que el clon CAJ003.4 fue estadísticamente superior (94,33 cm) a los demás genotipos.

CAJ010.4, CAJ010.5, CAJ004.4, CAJ010.1 y Chucmarina, presentaron igual significación estadística con valores que varían de 81 a 76 cm. El genotipo Canchan presentó la menor altura con 66,33 cm. Estas diferencias se deben a las características genéticas de cada uno de los genotipos, lo cual concuerda con Vásquez (1988), quien menciona que el tamaño de la planta está relacionado directamente con el carácter genético de una

variedad o especie y esta varía de acuerdo a la interacción Genotipo - Medio Ambiente, ya que, el carácter altura es del tipo herencia poligénica afectada por el ambiente.

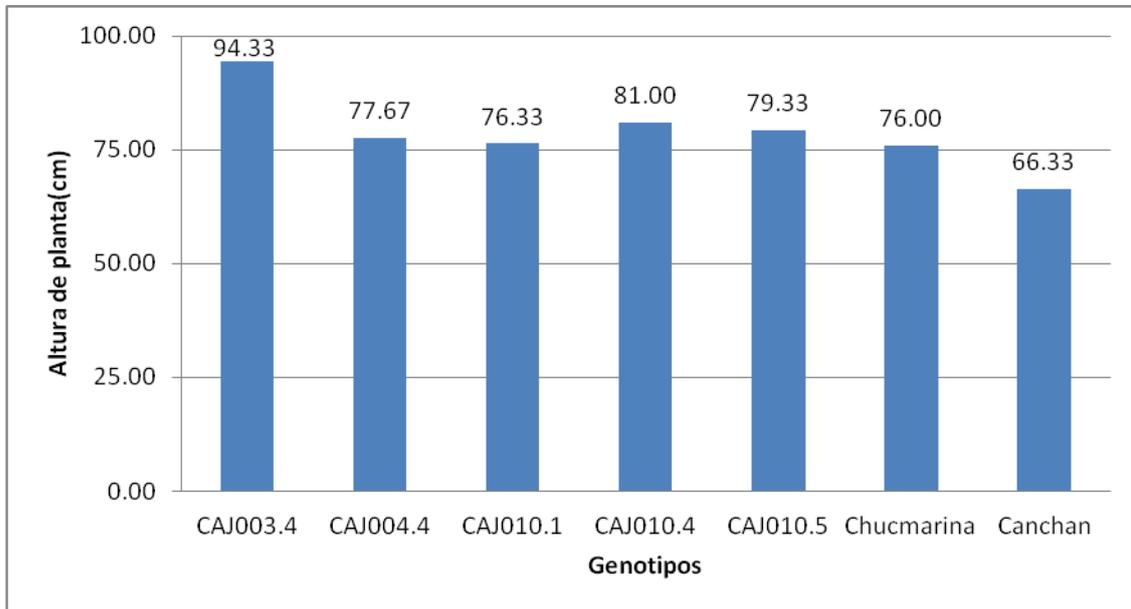


Figura 2. Altura promedio en cm de los genotipos en estudio.

Del histograma mostrado en la figura 2, se puede deducir que los clones CAJ003.4 y CAJ010.4 son los que presentaron mayor altura, esto permite inferir que los clones encontraron las condiciones edafoclimáticas (suelo, clima, temperatura, humedad) adecuadas para su desarrollo, presentando así un buen poder de adaptación a las condiciones de evaluación.

Número de tubérculos por planta. Se clasificaron en tubérculos comercial y no comercial, considerando a tubérculos comerciales entre 40 a 100 g que involucra a los de 1^{era} 2^{da} y 3^{era}; y no comerciales a menores de 40 g. Según Martínez (2009), manifiesta que las categorías de tubérculos son el resultado de una serie de factores que han hecho efecto durante el ensayo estas son: la constitución genética de cada genotipo, aspectos agroclimáticos del sitio del ensayo (heladas) y el manejo del cultivo.

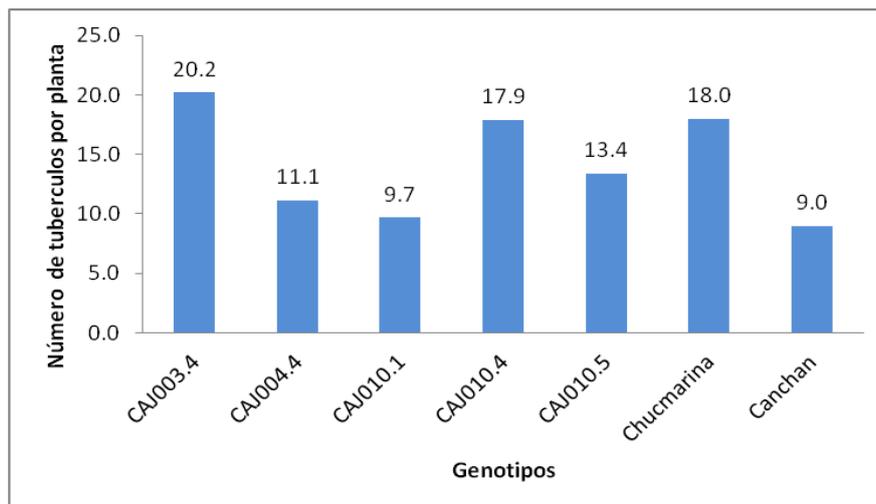


Figura 3. Número de tubérculos por planta.

De la figura 3, se deduce que el número de tubérculos totales por planta fue variado en los 7 genotipos, de los cuales, el clon CAJ003.4 con 20,2 tubérculos alcanzó el máximo número, a comparación del testigo Canchan quien alcanzó 9 tubérculos por planta, esto probablemente se debió al ataque de racha, que ocasionó la muerte prematura de tallos y por ende una reducción en el suministro de fotosintatos a los tubérculos, lo cual concuerda con Escalante (2000), quien menciona que las enfermedades foliares reducen el rendimiento del cultivo al interrumpir y reducir su normal desarrollo.

Según Pozo (1997), indica que la variación de tubérculos en número y tamaño se debe a entre otros factores a duración del periodo de crecimiento, número de tallos principales, densidad de plantación, método de siembra, tipo de suelo y condiciones de lecho. Esto sustentaría la diferencia de número de tubérculos totales entre los clones CAJ003.4 y CAJ010.1.

Número de tallos por planta. Esta evaluación se realizó a la cosecha. En promedio, el tratamiento que obtuvo mayor número fue el clon CAJ003.4 con 8,7 tallos, a este le siguen los clones CAJ004.4, CAJ010.1, con 8,3; la variedad Canchan obtuvo el menor número (5,7).

Según Wiersema (1986), una alta densidad de tallos (35 por m²) disminuye la cantidad de tubérculos producidos, lo que equivale a una reducción en la tasa de multiplicación y a su vez disminuye el número de tubérculos por tallo y el peso promedio de los mismos; por lo tanto variaciones en la densidad del cultivo afectan el rendimiento, pues éste es determinado por el número y el tamaño de los tubérculos.

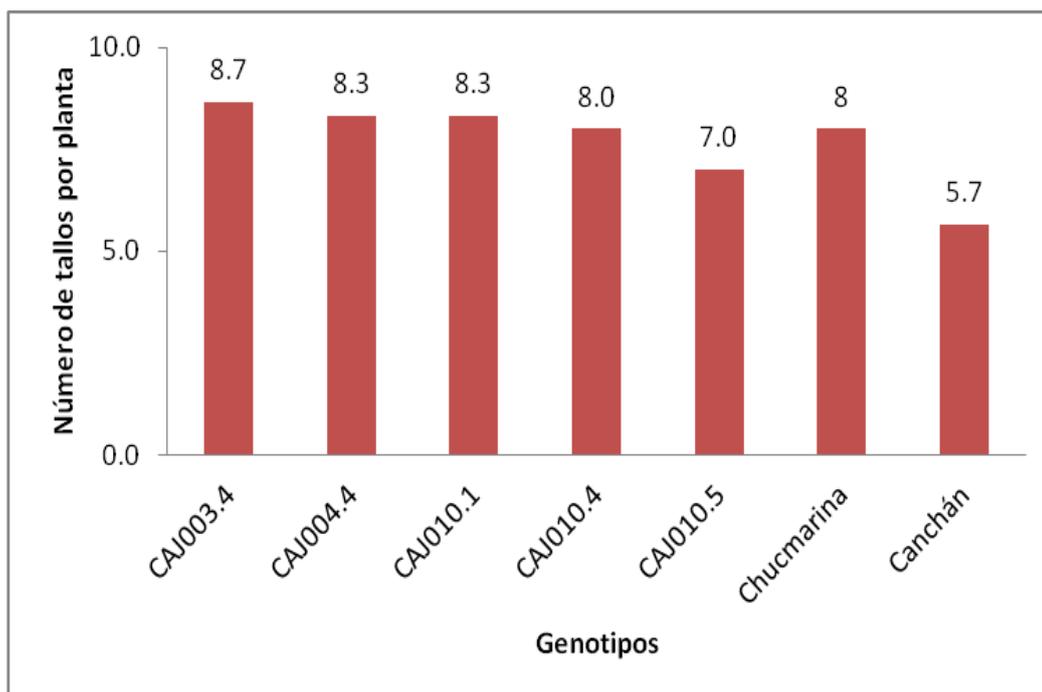


Figura 4. Número de tallos por planta.

Rendimiento total

Para determinar el rendimiento total por tratamiento, se sumó el peso comercial y no comercial, estos datos se expresan en $t\ ha^{-1}$. Los genotipos presentaron una media de peso comercial y no comercial de $36,39\ t\ ha^{-1}$.

Tabla 9. Análisis de variancia para rendimiento total ($t\ ha^{-1}$), de cinco clones y dos variedades testigo de papa.

F.V	G.L	SC	CM	F	Pr>F
Bloques	2	51326279	25663139	1.62	0.2381
Genotipos	3	2765791887	460965315	29.12 **	0.0001
Error	12	189957672	15829806		
Total	20	3007075838			

** Altamente significativo.

CV = 10,9 %.

Del análisis de variancia de la tabla 9, se deduce que la fuente de variación genotipos, es altamente significativa, demostrando que existe diferencia estadística entre las medias de rendimiento de los genotipos en estudio, lo cual nos permite seleccionar genotipos adecuados en producción.

El coeficiente de variabilidad en el experimento fue de 10,9 %, valor que se encuentra en el rango comúnmente aceptado para este tipo de estudio.

Tabla 10. Prueba de rango múltiple de Duncan al 5 % de probabilidad para los promedios de rendimiento total ($t\ ha^{-1}$) de los genotipos en estudio.

Clave	Genotipo	Rendimiento ($t\ ha^{-1}$)	Significación
4	CAJ010.4	52,74	A
6	Chucmarina	39,81	B
2	CAJ004.4	39,33	B
1	CAJ003.4	38,07	B
5	CAJ010.5	37,59	B
3	CAJ010.1	35,92	B
7	Canchán	11,29	C

En la tabla 10, Según la prueba de DUNCAN, se aprecia que el clon CAJ010.4 supera ampliamente en rendimiento al resto de genotipos, con $52,74\ t\ ha^{-1}$, este clon por lo tanto es de mejor rendimiento que el resto de los genotipos evaluados; también se encontró un grupo de genotipos estadísticamente iguales: Chucmarina, CAJ004.4, CAJ003.4, CAJ010.5 y CAJ010.1, con rendimientos que fluctúan entre $39,81$ y $35,92\ t\ ha^{-1}$.

La variedad Canchán (testigo), obtuvo un rendimiento inferior con $11,29\ t\ ha^{-1}$, lo cual es confirmado por su ficha técnica donde se indica que esta variedad produce $30\ t\ ha^{-1}$ en promedio; esta disminución en rendimiento para Herrera (2005), se debería a la pérdida de resistencia a la ranca.

El Programa Nacional de Investigación en Papa de INIA (2006), manifiesta que el clon CAJ010.4, presentó un rendimiento de $36,38\ t\ ha^{-1}$ en la localidad de Santa Clotilde (2962 msnm); esto permite suponer que el clon CAJ010.4 presenta una mejor adaptación a las condiciones donde se desarrolló el estudio, lo cual está relacionado con Vásquez (1998), quien indica que el rendimiento está determinado por el potencial genético de una determinada variedad o especie y está varía de acuerdo a las condiciones del ambiente en que se desarrollen. Además Hidalgo (1997), menciona que los clones son individuos genéticamente uniformes producidos asexualmente y que provienen de plantas con características deseadas, con buen rendimiento y un buen número de tubérculos grandes y bien formados.

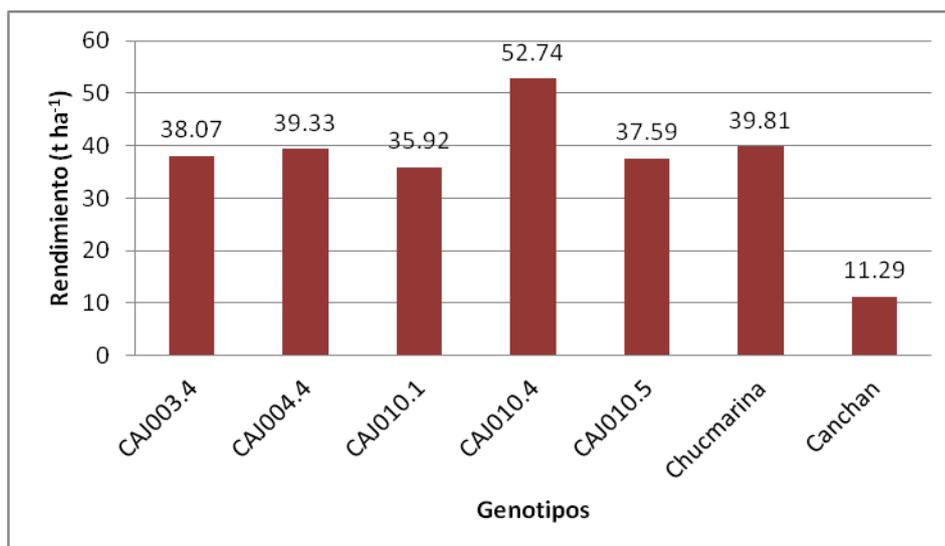


Figura 5. Rendimiento (t ha⁻¹) de 7 genotipos de papa.

De la figura 5, se puede deducir que el clon CAJ010.4 supera ampliamente a la variedad Chucmarina, (seleccionada como testigo por su elevado rendimiento y su adaptación al medio ambiente donde se desarrollo el estudio).

4.4.1. Análisis de regresión y correlación del rendimiento y sus componentes

Tabla 11. Análisis de regresión y correlación

Asociación	Coeficientes		
	Regresión (b)	Correlación (r)	Determinación (R ²)
Altura de planta Vs Rendimiento	0.8729	0.5869**	0.3445
Número de tubérculos por planta Vs Rendimiento	1.6954	0.6147**	0.3779
Número de tallos por planta Vs Rendimiento	9.0701	0.7638**	0.5834

**= altamente significativo

En la tabla 11, se puede apreciar la regresión altamente significativa de altura de planta, número de tallos por planta y número de tubérculos por planta, lo que indica que estos parámetros influyen notablemente en el rendimiento.

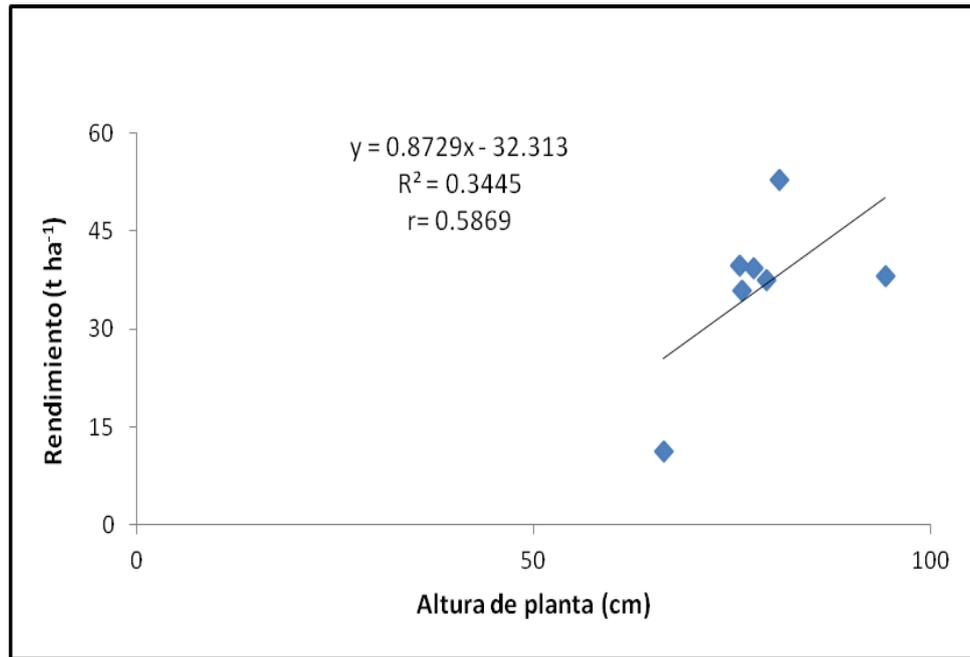


Figura 6. Diagrama de dispersión y línea de regresión de la altura de planta (cm) y el rendimiento (t ha⁻¹).

De la figura 6, podemos deducir que el coeficiente de correlación, de altura de planta Vs rendimiento ($r=0.5869$), muestra una alta asociación. Además el coeficiente de determinación ($R^2= 0.3445$), indica que el 34,45 % del rendimiento está influenciado por la altura de planta, mientras que el 65,55 %, es la interacción de otros factores.

El coeficiente de regresión; indica que por cada unidad que se incremente o disminuya en la altura de planta el rendimiento aumentará o disminuirá en 0.8729 t ha⁻¹; bajo los límites de la fórmula lineal $Y= 0.8729x - 32.313$. Esto concuerda con Segura y de la Puente (1974), quienes mencionan que existe una relación estrecha entre altura y rendimiento; de igual manera Colchado (1995), indica que en su estudio encontró una regresión positiva y significativa entre estas variables.

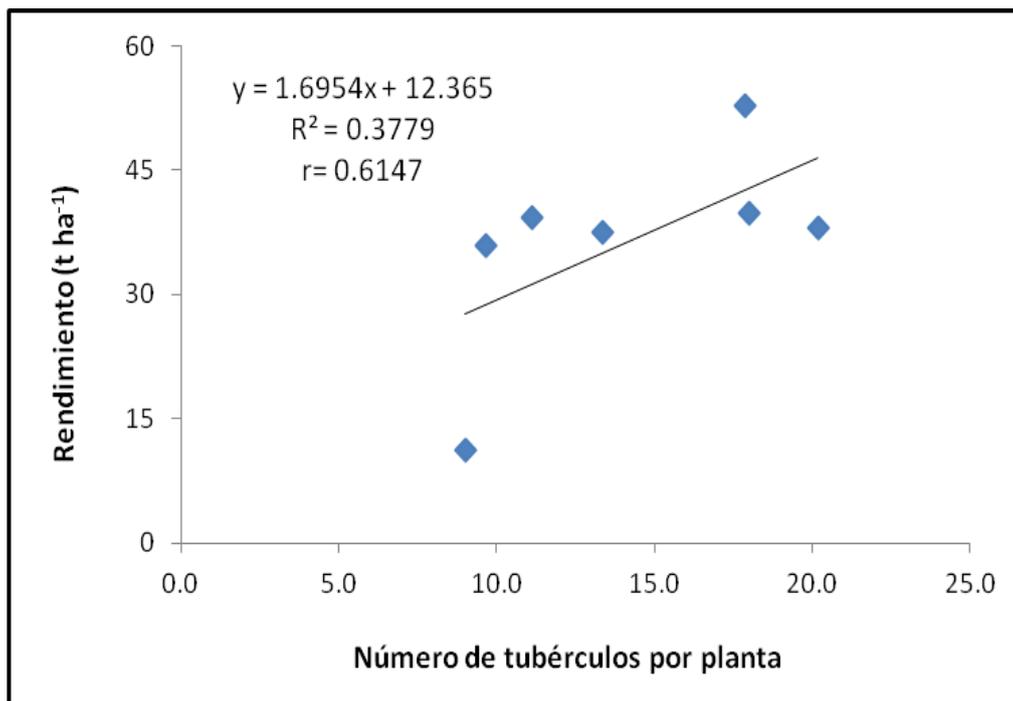


Figura 7. Diagrama de dispersión y línea de regresión de número de tubérculos y el rendimiento (t ha⁻¹).

De la figura 7, podemos deducir que el coeficiente de correlación, de número de tubérculos por planta Vs rendimiento ($r = 0.6147$), muestra una alta asociación siendo esta directa. Además el coeficiente de determinación ($R^2 = 0.3779$), indica que el 37,79 % del rendimiento está influenciado por el número de tubérculos, mientras que el 62,21 %, es la interacción de otros factores.

El coeficiente de regresión; indica que por cada unidad de tubérculo por planta que se incrementa o disminuye, el rendimiento aumentará o disminuirá en 1,6954 t ha⁻¹; bajo los límites de la fórmula lineal $Y = 1.6954x + 12.365$.

Segura y De la Puente (1974), mencionan que existe una asociación significativa entre el número de tubérculos por planta y rendimiento; para Pozo (1997), esta variable está influenciada por el distanciamiento entre plantas, ya que altas densidades incrementan el número de tubérculos por m².

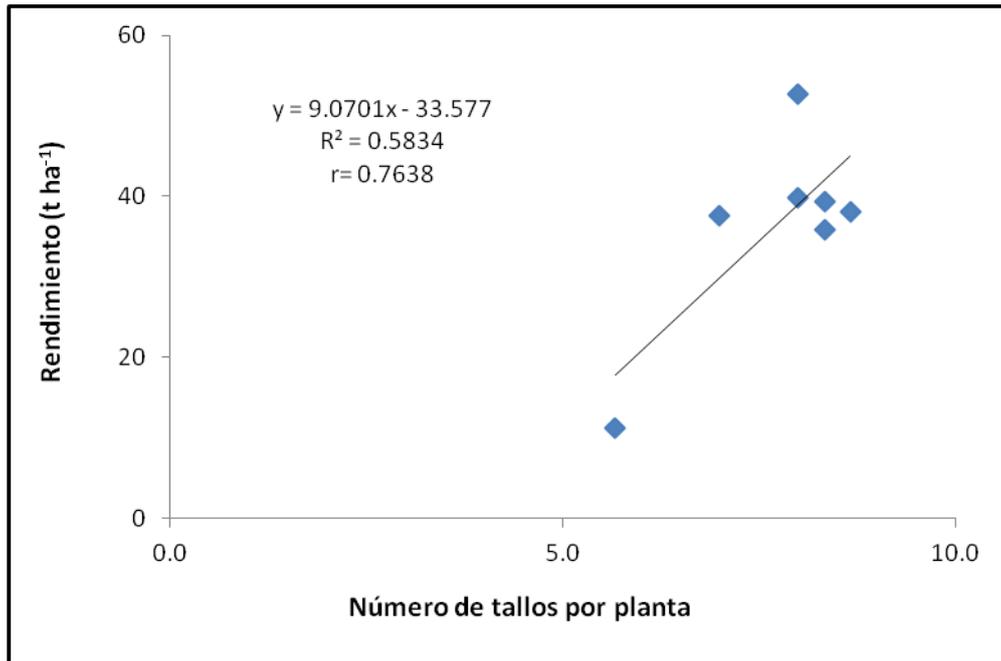


Figura 8. Diagrama de dispersión y línea de regresión de número de tallos y el rendimiento ($t\ ha^{-1}$).

De la figura 8, podemos deducir que el coeficiente de correlación, de número de tallos Vs rendimiento ($r=0.7638$), muestra una alta asociación siendo esta directa. Además el coeficiente de determinación ($R^2= 0.5834$), indica que el 58,34 % del rendimiento está influenciado por el número de tallos, mientras que el 41,66 %, es la interacción de otros factores.

El coeficiente de regresión; indica que por cada unidad de tallo por planta, se produce un incremento o disminución en el rendimiento de $9.0701\ t\ ha^{-1}$; bajo los límites de la fórmula lineal $Y= 9.0701x - 33.577$. Gerónimo (1988), menciona que existe una alta significación estadística para la correlación, número de tallos por planta versus rendimiento; afirmación que concuerda con los resultados obtenidos en este estudio.

4.2. Características fenológicas

El estudio del comportamiento fenológico se puede utilizar como una herramienta para ajustar el manejo agronómico al desarrollo de cada variedad, permitiendo optimizar su sistema productivo (Segura 2006).

Tabla 12. Resultados de las Características fenológicas (promedio días) de cinco clones de papa, cultivadas bajo condiciones Santa Rosa de Chaquil, Baños del Inca-Cajamarca.

Variedad y/o Clon	Clave	DBT	DF	N°Inf	N°f*inf	Tf	Dd
CAJ003.4	1	50	24	8	15	120	85
CAJ004.4	2	47	36	8	10	80	80
CAJ010.1	3	49	37	8	13	104	83
CAJ010.4	4	51	58	12	14	168	77
CAJ010.5	5	50	34	9	10	90	94
Chucmarina	6	49	23	-	-	-	62
Canchán	7	57	11	-	-	-	68

Leyenda

- DBT** = Días a la aparición del botón floral
DF = Días de floración
N°Inf = Número de inflorescencias por planta
N°f*inf = Número de flores por inflorescencias
Tf = Total de flores
Dd = Días de dormancia del tubérculo

Días a la aparición del botón floral. Esta evaluación se realizó a partir de los 47 días, donde el genotipo CAJ004.4 fue precoz. Y terminó a los 57 días con la variedad Canchan; esto indicaría que fue la más tardía a comparación del resto de genotipos.

Días de floración. El clon CAJ010.4 alcanzó el periodo más amplio de floración a comparación del resto de genotipos con 58 días, la variedad Canchan fue la que presentó el menor número de días de floración (11 días). Los genotipos presentaron una floración en promedio de 32 días.

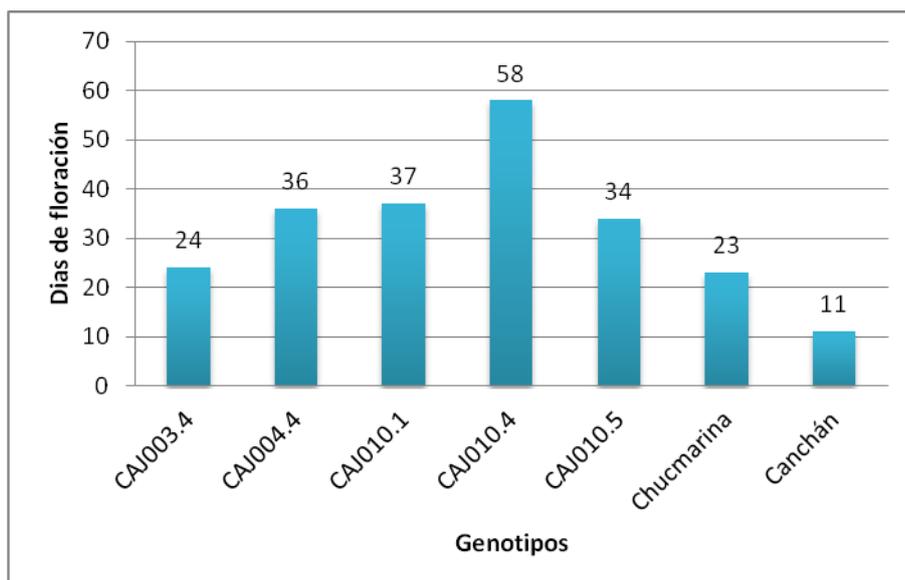


Figura 9. Promedio de días de floración de 7 genotipos de papa, bajo condiciones de Santa Rosa de chaquil, Baños del Inca.

Número de inflorescencias por planta. Se evaluó a los 76 días después de la siembra. Esta característica para los clones CAJ003.4, CAJ004.4 y CAJ010.1 fue similar ya que mostraron 8 Inflorescencias, el CAJ010.5 presentó 9 Inflorescencias y el CAJ010.4, 12 Inflorescencias, siendo este el mayor número para esta característica.

Número de flores por inflorescencia (N^f*inf). El clon que presentó mayor número de flores por inflorescencia fue CAJ003.4, con 15 flores por inflorescencia y la menor producción fue de los clones CAJ004.4 y CAJ010.5, con 10 flores por inflorescencia.

Días de dormancia del tubérculo. Bajo condiciones de almacén, la variedad precoz fue Chucmarina quien inicio el brotamiento a los 62 días y la tardía fue CAJ010.5 quien inicio el brotamiento a los 94 días. En promedio el inicio de brotamiento ocurrió a los 78 días de haberse almacenado los tubérculos.

4.3. Evaluación de la incidencia de rancha (*Phytophthora infestans*)

De los genotipos en estudio, solo la variedad Canchan presentó rancha, mostrando una alta infestación con un valor de Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (AUDPC) de 2192.0. El ataque se presentó, debido a que las condiciones climáticas fueron propicias para el desarrollo de la enfermedad, como muestra la tabla 2.

Roncal (1999), infiere que valores de “área bajo la curva del progreso de la enfermedad” (AUDPC) bajos, van desde 0.67 a 95.67; y valores altos de AUDPC van desde 697.67 a 893.33.

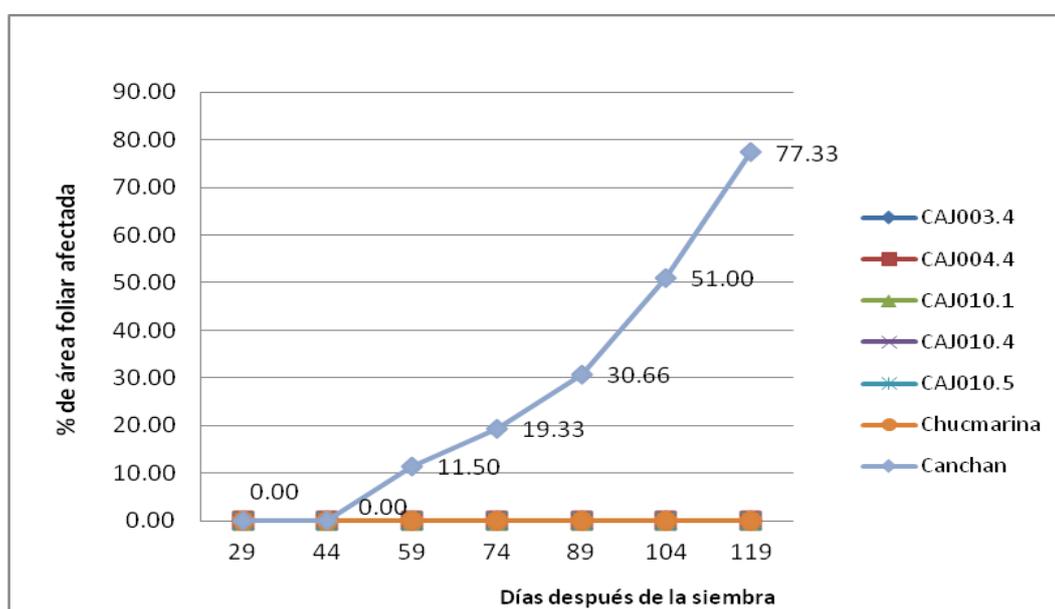


Figura 10. Curvas del progreso de la enfermedad (*Phytophthora infestans*) expresada en % de área foliar afectada, en siete genotipos de papa.

De la figura 13, se deduce que la variedad Canchan, utilizada como testigo susceptible, mostró la mayor área afectada por rancha, muy por el contrario se observa que los demás genotipos incluida Chucmarina usada como testigo resistente, no presentaron síntomas de ataque, lo que indica los niveles altos de resistencia de los clones en estudio; esto concuerda con lo determinado por el Programa Nacional de Investigación en Papa de INIA (2007), quien menciona en la investigación “Comparativo de clones avanzados de papa con resistencia a rancha y calidad para procesamiento”, desarrollada en la localidad de Santa Margarita; que los clones CAJ010.5, CAJ004.4, CAJ010.4, presentaron un daño del 1 %.

4.4. Caracterización morfológica de 5 clones promisorios con 33 descriptores morfológicos, bajo condiciones climáticas de Santa Rosa de Chaquil

4.4.1. Características generales de los clones de papa

Los clones de papa, en su mayoría presentaron un hábito de crecimiento semi-erecto; a excepción del clon CAJ003.4, que mostró un hábito de crecimiento erecto; la forma de hoja fue disectada con 3 pares de folíolos laterales, 2 pares de interhojuelas entre folíolos laterales y 1 par de interhojuelas sobre el peciolulo para los clones CAJ003.4, CAJ010.1 y CAJ010.5; los demás clones no presentaron Interhojuelas sobre peciolulo; el color de tallo que presentaron fue variable en tres clones y semejante en dos, estos colores son verde (CAJ003.4), pigmentado con poco verde (CAJ004.4, CAJ010.5), pigmentado con abundante verde (CAJ010.1), verde con abundantes manchas (CAJ010.4), en la mayoría de clones la forma de alas del tallo fue ondulada, y, la minoría presentó alas rectas.

El grado de floración fue similar en los clones CAJ003.4, CAJ010.1, CAJ010.4 (floración moderada profusa), y los clones CAJ004.4, CAJ010.5 (floración moderada), los clones presentaron una forma de corola rotada, con diferentes colores como: morado, lila, violeta, blanco, presentando una intensidad de pálido a intermedio, la distribución del color secundario se presentó ausente en un clon (CAJ004.4) y variable para el resto, las anteras y los pistilos no presentaron antocianinas.

De los cinco clones, el CAJ004.4 presentó un color de baya verde con áreas pigmentadas y el clon CAJ010.5 un color verde con bandas pigmentas, mientras que el resto de clones presentaron un color de baya verde; todos presentaron forma globosa.

Los clones presentaron una madurez media (149 días), el color de peridermis (piel del tubérculo) que presentaron los clones fueron: rojo, negruzco, rojo-morado, con una intensidad que va de intermedio a intenso, el color secundario varió de ausente, amarillo a rojo-morado y la distribución del color secundario varia de cejas, manchas salpicadas a manchas dispersas, la forma de los tubérculos que presentaron los clones fueron redondo aplanado, ojos profundos (CAJ003.4 y CAJ004.4), comprimido ojos profundos (CAJ010.1), oblongo aplanado ojos superficiales (CAJ010.4) y redondo aplanado ojos medios (CAJ010.5); el color de carne predominante para los clones CAJ003.4 (crema), CAJ004.4(crema, violeta, áreas), CAJ010.1 (crema, morado, anillo vascular y médula), CAJ010.4 (crema, morado, pocas manchas), CAJ010.5 (blanco).

El clon CAJ003.4 presentó un color de brote morado, los clones CAJ004.4 y CAJ010.1 presentaron un color violeta, estos clones presentaron un color secundario blanco-

verdoso con una distribución en ápice, el clon CAJ010.4 presentó un color predominante morado sin color secundario, mientras que el clon CAJ010.5 su color predominante fue morado y su color secundario blanco - verdoso con una distribución en la base.

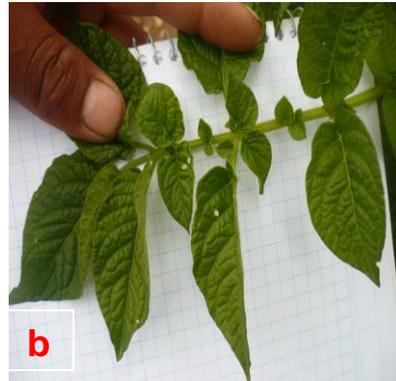
Tabla 13. Resultados de la caracterización morfológica de cinco clones de papa con 33 descriptores y sus respectivos valores de cada carácter.

Clave		1	2	3	4	5	
Entrada		CAJ003.4	CAJ004.4	CAJ010.1	CAJ010.4	CAJ010.5	
Descriptores	Hp	1	2	2	2	2	
	Forma de la hoja	D	3	3	3	3	3
		NI	3	3	3	3	3
		Nil	2	2	2	2	2
		Nip	1	0	1	0	1
	Ct	1	5	4	4	5	
	Fa	2	1	1	2	2	
	Gf	6	5	6	6	5	
	Fc	7	7	7	7	7	
	Color de flor	Cp	7	8	6	1	7
		I	2	1	1	1	2
		Cs	1	0	1	7	1
		Ds	2	0	3	8	3
	Pa	0	0	0	0	0	
	Pp	0	0	0	0	0	
	Cc	3	4	4	4	5	
	Cpd	2	4	4	4	4	
	Cb	1	5	1	1	6	
	Fb	1	1	1	1	1	
	M	5	5	5	5	5	
	C.P.T.	Cp	6	9	9	6	7
		I	3	3	3	2	3
		Cs	2	0	7	0	8
		Ds	6	0	2	0	4
	F.T.	Fg	2	2	1	6	2
		Vf	1	1	0	1	1
		Po	7	7	7	3	5
	C.p.T.	Cp	2	2	2	2	1
		Cs	0	8	7	7	0
		Ds	0	2	5	1	0
	Color de brote	Cp	4	5	5	4	4
		Cs	1	1	1	0	1
		Ds	2	2	2	0	1

Leyenda de la tabla 13

Hp	=	Habito de crecimiento de la planta
Ct	=	Color de tallo
Fa	=	Forma de alas del tallo
D	=	Tipo de disección
NI	=	Número de foliolos laterales
Nil	=	Número interhojuelas entre foliolos laterales
Nip	=	Número interhojuelas sobre peciolulos
Gf	=	Grado de floración
Cpd	=	Color de pedicelo
Cc	=	Color de cáliz
Fc	=	Forma de la corola
Cp	=	Color predominante
I	=	Intensidad del color predominante
Cs	=	Color secundario
Ds	=	Distribución del color secundario
Pa	=	Pigmentación de anteras
Pp	=	Pigmentación en el pistilo
Cb	=	Color de baya
Fb	=	Forma de la baya
C.P.T.	=	Color de piel del tubérculo
C.p.T	=	Color de pulpa del tubérculo
F.T.	=	Forma de tubérculo
Fg	=	Forma general
Vf	=	Variante de forma
Po	=	Profundidad de ojos
M	=	Madurez

Figura 11. Características morfológicas del Clon CAJ003.4, según cuatro fases de desarrollo (CIP 2006).



Fase floración

- a. Hábito de planta: erecto.
- b. Tipo de disección: disectada.
- c. Color de tallo y Forma de alas del tallo: verde, ondulado.
- d. Grado de floración: moderada-profusa.
- e. Forma y Color de la corola: rotada, morado.
- f. Color cáliz: verde con abundantes manchas.
- g. Color de pedicelo: solo articulación pigmentada.





Fase de fructificación

h. Color y forma de baya: verde, globosa.

Fase tubérculos a la cosecha

i. Color de piel y pulpa del tubérculo: rojo, crema.

Fase brotamiento

j. Color de brote: morado.



Figura 12. Características morfológicas del Clon CAJ004.4, según cuatro fases de desarrollo (CIP 2006).



Fase floración

- a. Hábito de planta: semi-erecto.
- b. Tipo de disección: disectada.
- c. Color y Forma de alas del tallo: pigmentado con poco verde, recto.
- d. Grado de floración: moderada.
- e. Color y Forma de la corola: violeta, rotada.
- f. Color cáliz: pigmentado con abundante verde.
- g. Color de pedicelo: ligeramente pigmentado a lo largo y en articulación.



Fase de fructificación

- h. Color y forma de baya: verde con áreas pigmentadas, globosa.



Fase tubérculos a la cosecha

- i. Color de piel y pulpa del tubérculo: negruzco, crema.



Fase brotamiento

- j. Color de brote: violeta.



Figura 13. Características morfológicas del Clon CAJ010.1, según cuatro fases de desarrollo (CIP 2006).



Fase floración

- a. Hábito de planta: semi-erecto.
- b. Tipo de disección: disectada.
- c. Color y Forma de alas del tallo: pigmentado con abundante verde, rectas.
- d. Grado de floración: moderada-profusa.
- e. Color y Forma de la corola: lila, rotada.
- f. Color cáliz: pigmentado con abundante verde.
- g. Color de pedicelo: ligeramente pigmentado a lo largo y en articulación.





Fase de fructificación

- h. Color y forma de baya: verde, globosa.

Fase tubérculos a la cosecha

- i. Color de piel y pulpa del tubérculo: negruzco, crema.

Fase brotamiento

- j. Color de brote: violeta.



Figura 14. Características morfológicas del Clon CAJ010.4, según cuatro fases de desarrollo (CIP 2006).



Fase floración

- a. Hábito de planta: semi-erecto.
- b. Tipo de disección: disectada.
- c. Color y Forma de alas del tallo: pigmentado con abundante verde, ondulado.
- d. Grado de floración: moderada-profusa.
- e. Color y Forma de la corola: blanco, rotada.
- f. Color de cáliz: pigmentado con abundante verde.
- g. Color de pedicelo: ligeramente pigmentado a lo largo y en articulación.





Fase de fructificación

h. Color y forma de baya: verde, globosa.

Fase tubérculos a la cosecha

i. Color de piel y pulpa del tubérculo: rojo, crema.

Fase brotamiento

j. Color de brote: morado.



Figura 15. Características morfológicas del Clon CAJ010.5 según cuatro fases de desarrollo (CIP 2006).



Fase floración

- a. Hábito de planta: semi-erecto.
- b. Tipo de disección: disectada.
- c. Color y Forma de alas del tallo: pigmentado con poco verde, ondulado.
- d. Grado de floración: moderada.
- e. Color y Forma de la corola: morado, rotada.
- f. Color cáliz: pigmentado con poco verde.
- g. Color de pedicelo: ligeramente pigmentado a lo largo y en articulación.





Fase de fructificación

- h. Color y forma de baya: verde con bandas pigmentadas, globosa.

Fase tubérculos a la cosecha

- i. Color de piel y pulpa del tubérculo: rojo-morado, blanco.



Fase brotamiento

- j. Color de brote: morado.



CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Los cinco clones en estudio, y el testigo resistente presentaron niveles altos de resistencia al tizón tardío, ya que no fueron afectados en ninguna fase fenológica por esta enfermedad, pese a que el testigo Canchan susceptible, mostró grado 7 de ataque.

Bajo condiciones de Santa Rosa de Chaquil, Baños del Inca se determinó que el clon CAJ010.4, presentó mayor rendimiento y número de tubérculos comerciales/planta con 52,74 t ha⁻¹ y 13 respectivamente; considerándose como el clon sobresaliente en dicho trabajo, superando al testigo Chucmarina, seleccionado por su alto rendimiento.

Al realizar el análisis de los componentes del rendimiento, se determinó una regresión y correlación altamente significativa para altura de planta, número de tallos por planta y número de tubérculos por planta, lo que indica que estos parámetros en dicho estudio guarda relación directa con el rendimiento con 34.45, 58.34 y 37.79 % respectivamente.

Durante el transcurso de las fases de floración, fructificación, tubérculos a la cosecha y brotamiento de los cinco clones de papa, nos permitió conocer y comprender la amplitud de las características cuantitativas y cualitativas que poseen cada uno de los clones y poderlos diferenciar en: color de tallo, formas de alas del tallo, color y forma de flor – baya – tubérculo, color del brote, grado de floración, número de folíolos laterales.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda evaluar los materiales sobresalientes en otras localidades y años

CAPÍTULO VI

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la localidad de Santa Rosa de Chaquil, distrito de Baños del Inca, provincia de Cajamarca, ubicada a una altitud de 3133msnm, con una temperatura promedio de 13 °C, humedad relativa promedio de 73.66% y una precipitación de 97.33mm. En dicha localidad se instaló las parcelas con los objetivo de: evaluar el comportamiento de cinco clones y dos variedades de papa resistentes a racha y caracterizar la morfología de clones resistentes a dicha enfermedad, para lo cual se utilizó un diseño de bloque completos al azar. La siembra se realizó con un distanciamiento entre planta de 0.30m y 1.00m entre surco; por tratamiento se sembró 105 tubérculos. La dosis de fertilización utilizada fue 120-100-80 de NPK, aplicando el 50 % de nitrógeno, 100 % de fósforo y potasio a la siembra y el 50 % restante de nitrógeno se aplicó al deshierbo. La cosecha se realizó de forma manual con ayuda de lampillas. Se obtuvo como resultado, que los cinco clones presentaron un comportamiento estable bajo las condiciones ambientales de la zona, mostraron resistencia a la racha; de los cinco clones evaluados para producción, el clon CAJ010.4 alcanzó el máximo rendimiento con 52.74 t ha⁻¹, además obtuvo el mayor número de tubérculos comerciales y un contenido de materia seca de 21.09 %, lo que indica que fue el clon más sobresaliente en este estudio.

CAPÍTULO VII

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Agrios, G. 2005. Plant pathology. 5 ed. Editorial British Library Cataloguing in Publication Data. San Diego, California. 948p.

Aguiluz, A. 1998. Evaluación de híbridos de maíz (*Zea mays*) de grano blanco y amarillo en ambientes de Centro América, Panamá y El Caribe en 1996. En: Agronomía Mesoamericana. Costa Rica. 9(1): 25-37.

Álvarez, S. 2001. Evaluación comparativa de rendimiento de cultivares y clones avanzados de papa en la localidad de Santa Margarita Cajamarca. Tesis. Ing. Agrónomo. U.N.C. 69p.

Andrade, H; Cuesta, X. 2002. El cultivo de papa. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Centro Internacional de la Papa (CIP). Quito, Ecuador. 21p.

Andrade, H; Revelo, J. 1994. Breve diagnóstico de la Problemática del cultivo de la papa con énfasis en Resistencia a Enfermedades: resistencia duradera en cultivos Alto Andinos. Quito, Ecuador. 79 - 83 p.

Arse, F. 1996. Cultivo de la patata. Madrid, España. Ediciones Mundiprensa. 272 p.

Cabrera, H. 2008. La Ranca de la Papa en Cajamarca. Editorial Unidad de Medios y Comunicación Técnica. Lima, Perú 36p.

Ceretta, S; Abadie, T; Ozerami, H; Arbelbide, M. 1998. el uso de redes de experimentos para estudiar la adaptación de los cultivos. In actas de la VII reunión de coordinación de la investigación algodona en el cono sur. De. Belot, Jean Louis ed. Universidad de la Republica, Facultad de agronomía. CIRAD. Paysandú, 9-13p.

CIP 1996. Informe Anual. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú 50p.

CIP. 2000. Manual de las enfermedades más importantes de la papa en el Perú. Editorial Tarea Asociación Gráfica Educativa. Lima, Perú.19p.

CIP. 2010. Procedimientos para pruebas de evaluaciones estándar de clones avanzados de papa. Editorial Tarea Asociación Gráfica Educativa. Lima, Perú.151p.

Coca, M; Montealegre, N. 2006. Resistance to *Phytophthora infestans* in populations of wild potato species in the Sorata microcentre of genetic diversity. La Paz, Bolivia. Spanish Journal of Agricultural Research 4(2): 156-160 p.

Colchado, C.1995. Comparativo de rendimiento de 20 genotipos de papa, en Cajamarca. Tesis. Ing. Agrónomo. U.N.C. 81p.

Colque, C. 1996. Caracterización de genes de virulencia en poblaciones de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, que infectan a la papa y determinación de la resistencia en *Solanum spp.* Cochabamba, Bolivia. 223 p.

Crossa, J; Gauch, H; Zobel, R. 1990. Additive main effects and multiplicative interaction analysis of two international maize cultivar trials. En: Crop Science 30: 493-500 p.

Eguillor, P. 2010. El mercado de la papa 2009 – 2010. (En línea). Consultado el 23 de diciembre del 2010. Disponible desde Internet en: <http://www.ODEPA.gob.cl.htm>

Egusquiza, R y Lopez, C. 1980. Cultivo de la papa. Centro Nacional de Capacitación e Innovación para la Reforma Agraria (CENCIRA). Lima, Perú.197p.

Egúsquiza, R. 1994. Resistencia Genética Duradera en el Cultivo de la papa en el Perú: resistencia duradera en Cultivos Alto Andinos. Quito, Ecuador. 89-93 p.

Egúsquiza, R. 2000. La papa, producción, transformación y comercialización. Lima, Perú. s.p.

Erwin,D.; Ribero O. 1996. Phytophthora diseases worldwide. Minnesota. The American phytopathological society . 562p.

Escalante, B. 2006. Fisiología de cultivos. FCAF- UNC. Copias mimeografiadas. Cajamarca, Perú. 47p.

Estrada, R. 2000. La biodiversidad en el mejoramiento genético de la Papa. CIP. La Paz, Bolivia. 372 p.

FAO. 2000. Genotype x Environment – Challenges and Opportunities for plant Breeding and Cultivar Recommendations. En: Plant and Protection paper. Roma, Italia. 174: 355 p.

FAOSTAT. 1999. El Mercado mundial de la papa. (En línea). Consultado el 23 de diciembre del 2010. Disponible desde Internet en: <http://www.fao.org/faostat/note/units-htm>.

Forbes, G y Korva, J.1994. The effect of using a Horsfall-Barratt scale on precision and accuracy of visual estimation of potato late blight severity in the field. *Phytopathology* 82 (10):1112 p.

Fox, P; Crossa, J; Romagosa, L.1997. Multienvironmental testing and genotype x environment interaction. In *Statistical methods for plant variety evaluation*. R.A. Kempton and P.N. Fox (eds). London, Chapman & Hall. 117- 138p.

Gabriel, J. 2010. Estrategias y perspectivas del mejoramiento genético de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Bolivia. Cochabamba, Bolivia. 60p.

Gabriel, J; Carrasco, E; García, W; Equize, H; Thiele, G; Torrez, R; Ortuño, N; Navia, O; Franco, J; Estrada, N. 2001. Experiencias y Logros sobre Mejoramiento convencional y selección participativa de cultivares de papa en Bolivia. *Revista ALAP* 1:169-192p.

Geronimo, A. 1988. Comparativo de selecciones avanzadas y variedades mejoradas de papa en el valle de Viru, La Libertad. Cajamarca, Perú. Tesis. Ing. Agrónomo. U.N.C. 83p.

Gómez, R. 2006. Guía para las caracterizaciones morfológicas básicas en colecciones de papas nativas. in: Manual para Caracterización In Situ de Cultivos Nativos. Estrada, R; Medina T; Roldan, A. INEA. Lima, Perú. 26-50 p.

Herrera, E. 2005. Comparativo de clones de papa con resistencia horizontal a rancha (*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary). Tesis. Ing. Agrónomo. U.N.C. 75p.

Hidalgo, O. 1997. Producción de tubérculos – semilla de papa. 2 ed. Manual de capacitación. Lima, Perú. Fascículo 5-23p.

Holle, M. 2006. Manual para Caracterización in situ de cultivos nativos, Conceptos y Procedimientos. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria – INIEA. Lima, Perú. 164p.

Huamán, Z. 1986. Botánica sistemática y morfología de la papa. Centro Internacional de la Papa(CIP), Lima, Perú. 22 p. (Boletín de Información Técnica no. 6)

Huamán, Z. 2010. Descriptores morfológicos de la papa (*Solanum tuberosum* L.). Centro de conservación de la biodiversidad agrícola de TENERIFE (CCBAT). Editorial Producciones Graficas s.l. 40p.

INIAA-SEINPA. 1990. Curso: Producción, manejo y distribución de la semilla de papa. Instituto Nacional de Investigación Agraria y agroindustrial “Baños del Inca”. Cajamarca, Perú. 71p.

Ipanaque, J. 2000. Evaluación del rendimiento de clones de papa (*Solanum tuberosum*) resistentes al ataque de *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary), Cajamarca. Tesis. Ing. Agrónomo. U.N.C. 66p

Jaramillo, S. 2003. Monografía de *Phytophthora infestans* (MONT) DE BARY. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Medellín, Colombia. 141p.

Kooman, P. 1995. Yielding ability of potato crop as influenced by temperatura and daylenght. Doctoral tesis. Wageningen Agricultural University. Wageningen Netherlands. 155p.

Landeo, J; Díaz, L; Gastelo, M. 2006. Estrategias de mejoramiento para resistencia al Tizón Tardío y desarrollo de variedades en el CIP. Lima, Perú. 34p.

Lescay, E. 2003. Interacción genotipo / ambiente y estabilidad del rendimiento de bulbos en cuatro variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) ITEA. 99(3): 5-16 p.

Lindao, V. 1991. El manejo del cultivo de papa. Fundación para el desarrollo agropecuario. Quito, Ecuador. 40p.

Martínez, F. 2009. Caracterización morfológica e inventario de conocimientos colectivos de variedades de papas nativas (*Solanum tuberosum*. L) en la provincia de Chimborazo. Tesis. Ing. Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 207p.

Memoria Anual. (2006, Cajamarca).2007. Programa Nacional de Investigación en Papa. Estación Experimental Baños del Inca- Cajamarca. 21p.

Memoria Anual. (2007, Cajamarca).2008. Programa Nacional de Investigación en Papa. Estación Experimental Baños del Inca- Cajamarca. 56p.

Montalvo, A. 1984. Cultivo y mejoramiento de la papa. Editorial IICA. San José, Costa Rica. 301- 308 p.

Morote, M. 2000. Selección y comprobación de clones de papa resistentes a rancho. Resumen de experimentos en papa y camote. Programa nacional de investigación en papa y camote. Ministerio de agricultura. Instituto nacional agraria. Lima, Perú. 46p.

Perez, W. *et al.* 1998. Poblaciones de *Phytophthora infestans* en el Sur del Perú. Resumen del 5^{to} Congreso peruano de Fitopatología. Pucalpa, Perú. 28p.

Pérez, w; Forbes, G. 2008. Manual Técnico. El tizón tardío de la papa. Editorial Gráfica Sucre. Lima, Perú. 39p.

Pineda, R; Corzo, P. 1994. Desarrollo y Mejoramiento Genético del cultivo de la papa en Colombia: resistencia duradera en Cultivos Alto Andinos. Quito, Ecuador. 83-89 p.

Pozo, C. 1997. Tuberización de la semilla y corte de tubérculos. Fase 2,3. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 19p.

Querol, D. 1988. Recursos Genéticos, Nuestro tesoro olvidado; aproximación técnica y socioeconómica. Editorial industria grafica. Lima, Perú. 218p.

Rodríguez, L. 2001. Evaluación del efecto de la densidad de población sobre variables fisiológicas y componentes de rendimiento en *Solanum tuberosum L.* variedad Parda pastusa en dos localidades. Programa de Posgrados. Bogotá, Colombia. 133 p.

Roncal, E. 1999. Selección y comprobación de clones de papa resistentes a rancha y estudio de los componentes de manejo integrado de rancha en el cultivo de papa. Resumen de experimentos en papa y camote. Instituto nacional de investigación agraria. Ministerio de agricultura. Lima, Perú. 46p.

Sansome, E y Brasier, C. 1973. Diploidy and chromosomal structural hybridity in *Phytophthora infestans*. Nature 241:344-345p.

Segura, M; Santos, M; Núñez, C. 2006. Desarrollo fenológico de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*) en el municipio de Zipaquirá (Cundinamarca). Fitotecnia Colombiana 6(2): 33-43.

Segura, M y de la Puente, F. 1974. Correlaciones fenotípicas de componentes de rendimiento en cultivos diploides en papa. Lima, Perú. 4:1-2p.

Sevilla, R y Holle, M. 1995. Recursos Genéticos Vegetales. CIP-La Molina. Lima, Perú. 332p.

Spooner, D; Hijmans, J. 2001. Potato systematics and germplasm collecting, 1989 - 2000. Revista American Journal of Potato Research 78: 237-268p.

Van Eeuwijk, F. 1996. Between and beyond additivity and non additivity: The statistical model of genotype by environment interaction in plant breeding. Doctoral Thesis. Wageningen Agriculture University. The Netherlands. 293p.

Vargas, M; Crossa, J; Van Eeuwijk, F; Ramírez, M; Sayre, K. 1999. Using partial Least Squares regression, factorial regression y AMMI, models for interpreting genotype x environment interaction. Crop Sci. 39:955-967.

Vasquez, A. 1988. Mejoramiento genético de la papa. Editorial AMARU. Lima, Perú. 208p.

Wiersema, S.1985. Evaluación de tecnología para la producción de tubérculos – semilla, de semilla botánica de papa. CIP. Serie de evaluación de tecnología N° 8. Lima – Perú. 22p.

ANEXO

Anexo 1. Glosario

Carácter, Cualquier propiedad o evidencia taxonómica que varía entre las entidades estudiadas o descritas. Ejemplo: Forma de las alas del tallo.

Caracterización, medida o evaluación de la presencia, ausencia o grado de especificidad de los caracteres (morfológicos, bioquímicos y moleculares) cuya expresión es poco modificada por el ambiente.

Caracterización morfológica, Descripción de las diferentes partes que componen la planta y diferenciación de las cualidades entre los materiales en estudio.

Clon, conjunto de individuos procedentes de un genotipo por multiplicación vegetativa o asexual (sin recombinación genética), todos estos individuos son genéticamente idénticos.

Cultivares, es el termino que se reserva para aquellas poblaciones de plantas cultivadas que son genéticamente homogéneas y comparten características de relevancia agrícola que permiten distinguir claramente a la población de las demás poblaciones de la especie y traspasan estas características de generación en generación, de forma sexual y asexual.

Descriptor, Es la característica morfológica que se manifiestan más o menos establemente bajo diferentes condiciones de medio ambiente.

Estados, Los posibles valores que ese carácter pueda presentar. Ejemplo para forma de las alas del tallo: ausente, recto, ondulado y dentado.

Fenotipo, conjunto de caracteres visibles o medibles de un individuo que resulta de la expresión de un genotipo en un medio determinado.

Genotipo, Conjunto de genes de un individuo que codifican la expresión del fenotipo. Por extensión, este término se aplica al individuo o grupo de individuos que porta un genotipo determinado.

Morfología, Estudio e interpretación de las formas y colores de los tejidos, órganos y estructuras (expresiones), y el desarrollo durante el ciclo vital de las plantas.

Promisorio, material genético que posee cualidades de mayor jerarquía entre todos los materiales que se evaluaron.

Variación, diferencia entre individuos dentro de una población o entre poblaciones.

Variiedad: (en sentido agronómico= cultivar), población artificial de características agronómicas bien definidas y reproducible según un determinado sistema de producción y de conservación.

Valores o Datos.- Valor registrado que codifica el estado de un carácter. Ejemplo: Cada uno de los valores: 0, 1, 2 o 3 que describen cada uno de los estados de las Formas de las alas del tallo.

Anexo 2. Evaluación de características agronómicas y fenológicas

Tabla 14. Resultados (promedio) de algunas características agronómica de cinco clones y 2 variedades de papa, cultivadas bajo condiciones Santa Rosa de Chaquil, Baños del Inca- Cajamarca.

Variedad y/o Clon	Clave	NºPC	PC	PNC	PT(kg)	NºTC	NºTNC	TT	NºTa	Hp	MS %
CAJ004.4	2	25	34.5	1.7	36.2	200	48	248	8	74	26.63
Canchán	7	25	8	2.4	10.4	114	105	219	6	67	23.13
CAJ003.4	1	30	30	3	33	320	150	470	8	96	23.9
CAJ010.5	5	26	29.5	2.3	31.8	224	81	305	7	78	24.53
CAJ010.1	3	26	26.8	1.6	28.4	175	45	220	8	78	15.81
Chucmarina	6	24	32.2	3.6	35.8	290	166	456	8	72	23.30
CAJ010.4	4	26	38.1	2.7	40.8	300	106	406	7	81	21.44
Canchán	7	24	8.6	2.5	11.1	113	103	216	5	71	21.27
CAJ010.5	5	23	28.8	2.7	31.5	228	83	311	7	79	23.26
CAJ003.4	1	26	28.4	6.6	35	270	310	580	9	98	24.35
CAJ010.4	4	25	48.3	3.8	52.1	303	141	444	9	86	19.83
CAJ004.4	2	26	34.6	1.6	36.2	311	55	366	8	78	16.44
CAJ010.1	3	25	32	1	33	181	17	198	9	75	21.50
Chucmarina	6	25	37.8	3.6	41.4	298	193	491	9	79	27.12
CAJ010.4	4	23	46.3	3.2	49.5	330	135	465	8	76	22.01
CAJ010.5	5	25	36.4	1.8	38.2	292	79	371	7	81	21.31
Chucmarina	6	26	26.8	3.5	30.3	279	120	399	7	77	23.87
Canchán	7	25	7	2	9	121	110	231	6	61	23.05
CAJ004.4	2	25	32.2	1.6	33.8	185	50	235	8	81	27.38
CAJ010.1	3	24	33	2.6	35.6	215	88	303	9	76	18.78
CAJ003.4	1	25	29.2	5.6	34.8	339	225	564	9	89	24.89

Leyenda

- NºPC = Número de plantas cosechadas
 PC = Peso comercial
 PNC = Peso comercial
 PT = Peso total
 NºTC = Número de tubérculos comerciales
 NºTNC = Número de tubérculos no comerciales
 TT = Total tubérculos
 NºTa = Número de tallos
 Hp = Altura de planta

Tabla 15. Rendimiento total en t ha⁻¹, según bloque y tratamiento

Clave	Genotipo	Bloque			Total	Promedio
		I	II	III		
1	CAJ003.4	36666.67	38888.89	38666.67	114222.23	38074.0767
2	CAJ004.4	40222.22	40222.22	37555.56	118000	39333.3333
3	CAJ010.1	31555.56	36666.67	39555.56	107777.79	35925.93
4	CAJ010.4	45333.33	57888.89	55000	158222.22	52740.74
5	CAJ010.5	35333.33	35000	42444.44	112777.77	37592.59
6	Chucmarina	39777.78	46000	33666.67	119444.45	39814.8167
7	Canchan	11555.56	12333.33	10000	33888.89	11296.2967
Total		240444.45	267000	256888.9	764333.35	254777.783
Promedio		34349.2071	38142.8571	36698.4143	109190.479	36396.8262

Tabla 16. Rendimiento comercial en t ha⁻¹, según bloque y tratamiento

Clave	Genotipo	Bloque			Total	Promedio
		I	II	III		
1	CAJ003.4	33333.33	31555.56	32444.44	97333.33	32444.4433
2	CAJ004.4	38333.33	38444.44	35777.78	112555.55	37518.5167
3	CAJ010.1	29777.78	35555.56	36666.67	102000.01	34000.0033
4	CAJ010.4	42333.33	53666.67	51444.44	147444.44	49148.1467
5	CAJ010.5	32777.78	32000	40444.44	105222.22	35074.0733
6	Chucmarina	35777.78	42000	29777.78	107555.56	35851.8533
7	Canchan	8888.89	9555.56	7777.78	26222.23	8740.74333
Total		221222.22	242777.79	234333.33	698333.34	232777.78
Promedio		31603.1743	34682.5414	33476.19	99761.9057	33253.9686

Tabla 17. Rendimiento no comercial en t ha⁻¹, según bloque y tratamiento

Clave	Genotipo	Bloque			Total	Promedio
		I	II	III		
1	CAJ003.4	3333.33	7333.33	6222.22	16888.88	5629.62667
2	CAJ004.4	1888.89	1777.78	1777.78	5444.45	1814.81667
3	CAJ010.1	1777.78	1111.11	2888.89	5777.78	1925.92667
4	CAJ010.4	3000	4222.22	3555.56	10777.78	3592.59333
5	CAJ010.5	2555.56	3000	2000	7555.56	2518.52
6	Chucmarina	4000	4000	3888.89	11888.89	3962.96333
7	Canchan	2666.67	2777.78	2222.22	7666.67	2555.55667
Total		19222.23	24222.22	22555.56	66000.01	22000.0033
Promedio		2746.03286	3460.31714	3222.22286	9428.57286	3142.85762

Tabla 18. Evaluación del número de plantas emergidas, en dos surcos por tratamiento y bloque.

Clave	Genotipo	Bloque			Total	Promedio
		I	II	III		
1	CAJ003.4	30	26	28	84	28.0
2	CAJ004.4	30	28	30	88	29.3
3	CAJ010.1	26	29	30	85	28.3
4	CAJ010.4	26	27	30	83	27.7
5	CAJ010.5	26	30	30	86	28.7
6	Chucmarina	29	29	26	84	28.0
7	Canchan	28	30	30	88	29.3
Total		195.0	199.0	204.0	598.0	199.3
Promedio		27.9	28.4	29.1	85.4	28.5

Tabla 19. Número de tubérculos comerciales por bloque y tratamiento

Clave	Genotipo	Bloque			Total	Promedio
		I	II	III		
1	CAJ003.4	320	270	339	929	309.7
2	CAJ004.4	200	200	185	585	195.0
3	CAJ010.1	175	181	215	571	190.3
4	CAJ010.4	300	303	330	933	311.0
5	CAJ010.5	224	228	292	744	248.0
6	Chucmarina	290	298	279	867	289.0
7	Canchan	114	113	121	348	116.0
Total		1623.0	1593.0	1761.0	4977.0	1659.0
Promedio		231.9	227.6	251.6	711.0	237.0

Tabla 20. Número de tubérculos no comerciales por bloque y tratamiento

Clave	Genotipo	Bloque			Total	Promedio
		I	II	III		
1	CAJ003.4	150	310	225	685	228.3
2	CAJ004.4	48	55	50	153	51.0
3	CAJ010.1	45	17	88	150	50.0
4	CAJ010.4	106	141	135	382	127.3
5	CAJ010.5	81	83	79	243	81.0
6	Chucmarina	166	193	120	479	159.7
7	Canchan	105	103	110	318	106.0
Total		701.0	902.0	807.0	2410.0	803.3
Promedio		100.1	128.9	115.3	344.3	114.8

Tabla 21. Número de tubérculos por planta según tratamiento y bloque

Clave	Genotipo	Bloque			Total	Promedio
		I	II	III		
1	CAJ003.4	15.67	22.31	22.56	60.54	20.2
2	CAJ004.4	9.92	14.08	9.4	33.4	11.1
3	CAJ010.1	8.46	7.92	12.63	29.01	9.7
4	CAJ010.4	15.62	17.76	20.22	53.6	17.9
5	CAJ010.5	11.73	13.52	14.84	40.09	13.4
6	Chucmarina	19	19.64	15.35	53.99	18.0
7	Canchan	8.76	9	9.24	27	27.0
Total		89.2	104.2	104.2	297.6	117.2
Promedio		12.7	14.9	14.9	42.5	16.7

Anexo 3. Lista de Descriptores morfológicos, utilizados en la caracterización de clones

Variables Morfológicas

Para la caracterización morfológica se dividió en 4 fases citadas por el centro internacional de la papa (CIP, 2000): floración, fructificación, tubérculos a la cosecha y brotamiento. Descriptores Gomez (2006).

a. Fase floración

I. HABITO DE CRECIMIENTO DE LA PLANTA

- 1 Erecto
- 2 Semi-erecto
- 3 Decumbente
- 4 Postrado
- 5 Semi-arrosetado
- 6 Arrosetado

II. FORMA DE LA HOJA (abcd)

a	B	c	d
TIPO DE DISECCIÓN	NÚMERO DE FOLIOLOS LATERALES	NÚMERO INTER HOJUELAS ENTRE FOLIOLOS LATERALES	NÚMERO INTER HOJUELAS SOBRE PECIOLULOS
1 Entera	0 Ausente	0 Ausente	0 Ausente
2 Lobulada	1 par	1 par	1 par
3 Disectada	2 pares	2 pares	2 pares
	3 pares	3 pares	3 pares
	4 pares	4 ó más pares	4 ó más pares
	5 pares		
	6 pares		
	7 ó más pares.		

III.- COLOR DEL TALLO

- 1 Verde
- 2 Verde con pocas manchas
- 3 Verde con muchas manchas
- 4 Pigmentado con abundante verde
- 5 Pigmentado con poco verde
- 6 Rojizo
- 7 Morado

IV. FORMA DE LAS ALAS-TALLO

- 0 Ausente
- 1 Recto
- 2 Ondulado
- 3 dentado

V. GRADO DE FLORACIÓN

- 0 Sin botones
- 1 Aborto de botones
- 3 Floración escasa
- 5 Floración moderada
- 7 Floración profusa

VI. FORMA DE LA COROLA

- 1 Estrellada
- 3 Semi-estrellada
- 5 Pentagonal
- 7 Rotada
- 9 Muy rotada

VII. COLOR DE LA FLOR (abcd)

a	b	c	d
COLOR PREDOMINANTE	INTENSIDAD DE COLOR PREDOMINANTE	COLOR SECUNDARIO	DISTRIBUCIÓN DEL COLOR SECUNDARIO
1 Blanco	1 Pálido	0 Ausente	0 Ausente
2 Rojo- rosado	2 Intermedio	1 Blanco	1 Acumen (blanco)- haz
3 Rojo- morado	3 Intenso / Oscuro	2 Rojo- rosado	2 Acumen (blanco)- envés
4 Celeste		3 Rojo- morado	3 Acumen (blanco)- ambos
5 Azul- morado		4 Celeste	4 En estrella
6 Lila		5 Azul- morado	5 Bandas en el haz
7 Morado		6 Lila	6 Bandas en el envés
8 Violeta		7 Morado	7 Bandas en ambas caras
		8 Violeta	8 Manchas salpicadas
			9 Pocas manchas o puntos

VIII. PIGMENTACIÓN EN ANTERAS

- 0 Sin antocianinas
- 1 Bandas laterales pigmentadas (PAS)
- 2 Mancha pigmentada en el ápice (PAT)
- 3 Bandas y ápice pigmentadas PAS+PAT
- 4 Anteras rojo-marrón

IX. PIGMENTACIÓN EN EL PISTILO

- 0 Sin antocianinas
- 1 Estigma pigmentado (PS)
- 2 Ovario pigmentado (PO)
- 3 Pigmentado en pared interna del ovario (POW)
- 4 Pigmentado PS+PO
- 5 Pigmentado PS+POW
- 6 Pigmentado PO+POW
- 7 Pigmentado PS+PO+POW
- 8 Otro (Estilo pigmentado)

X. COLOR DEL CÁLIZ

- 1 Verde
- 2 Verde con pocas manchas
- 3 Verde con abundantes manchas
- 4 Pigmentado con abundante verde
- 5 Pigmentado con poco verde
- 6 Rojizo
- 7 Morado

XI. COLOR DEL PEDICELO

- 1 Verde
- 2 Sólo articulación pigmentada
- 3 Ligeramente pigmentado a lo largo s/artic
- 4 Ligeramente pigmentado a lo largo y en articulación
- 5 Pigmentado sobre la articulación
- 6 Pigmentado debajo de la articulación
- 7 Mayormente pigmentado y articulación verde
- 8 Completamente pigmentado

b. Fase fructificación

Luego de la polinización y fecundación, el crecimiento y desarrollo de las bayas se incrementa. La caracterización se hizo cuando las bayas alcanzaron 1.0 a 1.5cm de diámetro y se evaluó los siguientes parámetros.

XII. COLOR DE LA BAYA

- 1 Verde
- 2 Verde con pocos puntos blancos
- 3 Verde con bandas blancas
- 4 Verde con abundantes puntos blancos
- 5 Verde con áreas pigmentadas
- 6 Verde con bandas pigmentadas
- 7 Predominantemente pigmentado.

XIII. FORMA DE LA BAYA

- 1 Globosa
- 2 Globosa con mucrón terminal
- 3 Ovoide
- 4 Ovoide con mucrón terminal
- 5 Cónica
- 6 Cónica alargada
- 7 Periforme

c. Fase tubérculos a la cosecha

Los tubérculos deben ser caracterizados al momento de la cosecha o en caso contrario, hay que recoger más de 5 tubérculos representativos por cada planta en evaluación o planta marcada (colores y formas más frecuentes y que estén maduros, tubérculos sin verdeado por la luz), recoger en bolsas opacas para evitar que se verdeen y por lo tanto se tergiversen los colores tanto de piel como de pulpa. Hay que caracterizarlos dentro de la semana de cosechado.

XV. COLOR DE PIEL DEL TUBÉRCULO

COLOR PREDOMINANTE	INTENSIDAD DEL COLOR REDOMINANTE	COLOR SECUNDARIO	DISTRIBUCIÓN DEL COLOR SECUNDARIO
1 Blanco– crema	1 Pálido / Claro	0 Ausente	0 Ausente
2 Amarillo	2 Intermedio	1 Blanco – crema	1 En los ojos
3 Anaranjado	3 Intenso / Oscuro	2 Amarillo	2 En las cejas
4 Marrón		3 Anaranjado	3 Alrededor de los ojos
5 Rosado		4 Marrón	4 Manchas dispersas
6 Rojo		5 Rosado	5 Como anteojos
7 Rojo – morado		6 Rojo	6 Manchas salpicadas
8 Morado		7 Rojo – morado	7 Pocas Manchas
9 Negruzco		8 Morado	
		9 Negruzco	

XVI. FORMA DEL TUBÉRCULO

FORMA GENERAL	VARIANTE DE FORMA	PROFUNDIDAD DE OJOS
1 Comprimido	0 Ausente	1 Sobresaliente
2 Redondo	1 Aplanado	3 Superficial
3 Ovalado	2 Clavado	5 Medio
4 Obovado	3 Reniforme	7 Profundo
5 Elíptico	4 Fusiforme	9 Muy profundo
6 Oblongo	5 Falcado	
7 Oblongo – alargado	6 Enroscado	
8 Alargado	7 Digitado	
	8 Concertinado	
	9 Tuberosado	

XVII COLOR DE LA PULPA DEL TUBÉRCULO

COLOR PREDOMINANTE	COLOR SECUNDARIO	DISTRIBUCIÓN DEL COLOR SECUNDARIO
1 Blanco	0 Ausente	0 Ausente
2 Crema	1 Blanco	1 Pocas manchas
3 Amarillo claro	2 Crema	2 Áreas
4 Amarillo	3 Amarillo claro	3 Anillo vascular angosto
5 Amarillo intenso	4 Amarillo	4 Anillo vascular ancho
6 Rojo	5 Amarillo intenso	5 Anillo vascular y médula
7 Morado	6 Rojo	6 Todo menos médula
8 Violeta	7 Morado	7 Otro (salpicado)
	8 Violeta	

d. Fase brotamiento

XVIII. COLOR DEL BROTE

COLOR PREDOMINANTE	COLOR SECUNDARIO	DISTRIBUCIÓN DEL COLOR SECUNDARIO
1 Blanco – verdoso	0 Ausente	0 Ausente
2 Rosado	1 Blanco – verdoso	1 En la base
3 Rojo	2 Rosado	2 En el ápice
4 Morado	3 Rojo	3 Pocas manchas a lo largo
5 Violeta	4 Morado	4 Muchas manchas a lo largo
	5 Violeta	5 En las yemas

Anexo 4. Evaluaciones de Tizón tardío (% de Follaje afectado)

Tabla 22. Resultados de evaluaciones de ranca realizadas en la conducción del experimento

Codigo	Entradas	Días después de la siembra								
		29	44	59	74	89	104	119	AUDPC	AUDPCr
2	CAJ004.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Canchán	0	0	0	3	7	18	55	806	0.1
1	CAJ003.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	CAJ010.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	CAJ010.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Chucmarina	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	CAJ010.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Canchán	0	0	20	30	35	60	87	2809	0.3
5	CAJ010.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	CAJ003.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	CAJ010.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	CAJ010.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Chucmarina	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	CAJ004.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	CAJ010.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	CAJ010.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Chucmarina	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Canchán	0	0	3	25	50	75	90	2961	0.3
2	CAJ004.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	CAJ010.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	CAJ003.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 5. Análisis de suelos utilizados en el estudio



PERÚ Ministerio de Agricultura

Instituto Nacional de Innovación Agraria

Estación Experimental Agraria Baños del Inca

"DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERU"
"AÑO DE LA CONSOLIDACION ECONOMICA Y SOCIAL DEL PERU"

LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

NOMBRE : **PNI - PAPA**
ANDRES BARDALES R.

PROCEDENCIA : Encañada – Santa Rosa de Chaquil Fecha: **11/11/2010**

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Nombre Parcela	Código Laboratorio	P Ppm	K ppm	pH	M.O %	Al meq/100g	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
El Eucalipto	SU0819-EEBI-10	7.7	250.0	5.6	3.53	--	50	74	27	Fr Ar

INTERPRETACIÓN

Fósforo (P) : Medio
Potasio (K) : Alto
pH (reacción) : Medianamente ácido
Materia orgánica (M.O) : Medio
Clase textural : Franco Arcilloso

RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES

Cultivo a Sembrar: PAPA

NUTRIENTES	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton /ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton /ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton /ha
Cantidad	120	100	80	--								

Recomendaciones y Observaciones Especiales:



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA
 Estación Experimental Baños del Inca

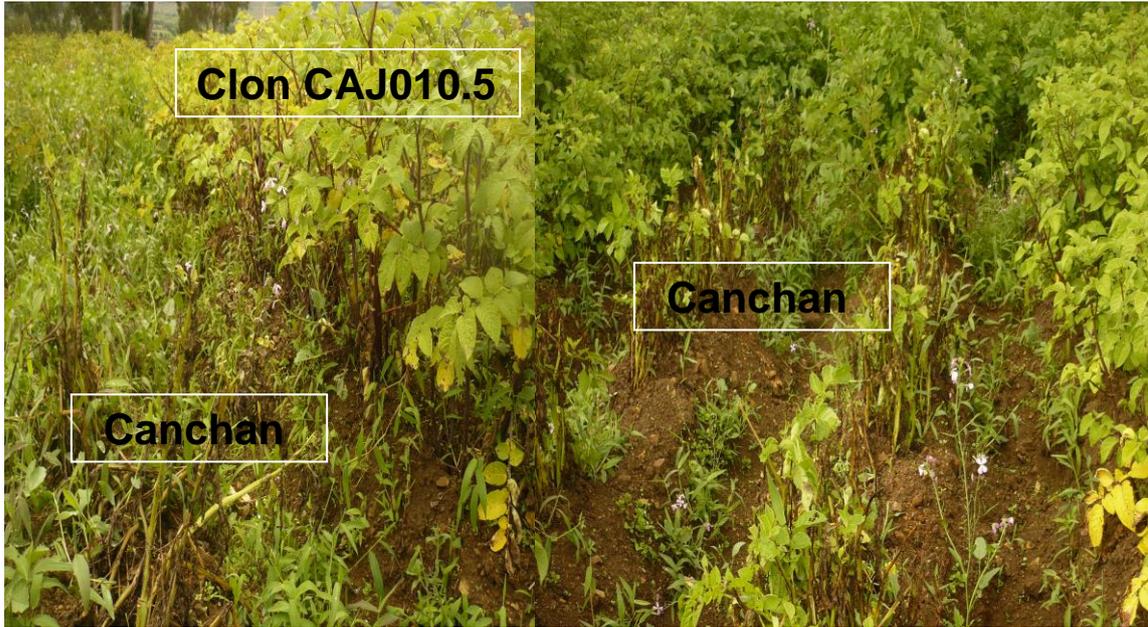
Ing. Julio A. Velásquez Camacho
 JEFE LABORATORIO DE SUELOS

Jr. Wiracocha S/N - Baños del Inca - Cajamarca Teléfono:076-348648, 076-348121
Teléfax: 076- 348386 E-mail: binca@inia.gob.pe

Anexo 6. Incidencia de rancha en el campo experimental



- a).** Ataque de rancha al testigo susceptible (Canchan).
- b).** interacción de la variedad susceptible y el clon resistente.



c.- Comparativo de resistencia a rancho de la variedad Canchan y el Clon CAJ010.5

