

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA



**“EVALUACIÓN DE CINCO FAMILIAS DE SEMILLA SEXUAL DE
PAPA EN CONDICIONES DE SIERRA CENTRAL DEL PERÚ”**

Presentado por:

GABRIELA CÁRDENAS HUAMÁN

Tesis para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Lima - Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA

**“EVALUACIÓN DE CINCO FAMILIAS DE SEMILLA SEXUAL DE PAPA
EN CONDICIONES DE SIERRA CENTRAL DEL PERÚ”**

Presentado por:

GABRIELA CÁRDENAS HUAMÁN

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE:
INGENIERO AGRONOMO**

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

Ing. Mg. Sc. Gilberto Rodríguez Soto
PRESIDENTE

Dr. Raúl Blas Sevillano
ASESOR

Ing. Mg. Sc. Rolando Egúsquiza Bayona
MIEMBRO

Ing. Saray Siura Céspedes
MIEMBRO

Lima - Perú
2018

DEDICATORIA

A mis padres por saber conducirme en la vida y por brindarme
la oportunidad de ser profesional.

A mis hermanas, quienes son ejemplos de lucha y valor.

A Nataly, mi amiga incondicional.

A Diogardo, quien me comprende y cuida día a día.

A mi querido hijo Valentino por ser mi fortaleza y mi motivo de superación.

AGRADECIMIENTOS

- Mi inmensa gratitud a mi alma mater la Universidad Nacional Agraria La Molina, por la formación brindada, y por el honor que tengo de integrar la “Familia Molinera”.
- Agradezco al Centro de Investigación de Cultivos Agrícolas (CICA - Huancayo), por considerarme tesista de uno de sus proyectos de investigación.
- Un agradecimiento especial al Dr. Raúl Humberto Blas Sevillano, por su asesoramiento y sabios consejos para la culminación de la presente tesis.
- Agradezco al Ing. Gustavo S. Osorio Pagán, Director del Centro de Investigación de Cultivos Agrícolas (CICA - Huancayo), por el apoyo brindado en la realización de esta Tesis.

INDICE

I.	INTRODUCCION	1
II.	REVISION DE LITERATURA	3
2.1	MARCO CONCEPTUAL	3
2.1.1	Semilla sexual	3
2.1.2	Híbrido	3
2.1.3	Segregación	3
2.2	MARCO TEÓRICO	3
2.2.1	Morfología del cultivo de papa	3
2.2.2	Semilla sexual de papa	5
2.2.2.1	Obtención	6
2.2.2.2	Selección de progenitores	7
2.2.2.3	Cruzamiento	7
2.2.2.4	Objetivo del mejoramiento genético de la papa	8
2.2.3	Producción de tubérculos a partir de semilla botánica	8
2.2.3.1	Tratamiento de la semilla	8
2.2.3.2	Requerimientos para la producción de plántulas de papa	8
2.2.3.3	Almácigo	9
2.2.3.4	Trasplante	9
2.2.3.5	Aporque	10
2.2.4	Ventajas y desventajas de la semilla sexual	10
2.2.4.1	Ventajas	11
2.2.4.2	Desventajas	11
2.2.5	Caracterización	11
2.2.5.1	Descriptores de la planta	11
2.2.5.2	Descriptores de evaluación agronómica relativa	12
2.2.6	<i>Solanum tuberosum</i>	12
2.2.6.1	<i>Solanum tuberosum</i> ssp. <i>tuberosum</i>	12
2.2.6.2	<i>Solanum tuberosum</i> ssp. <i>andígena</i>	13
2.2.7	Descripción de las familias empleadas en la investigación	13

2.2.7.1	Yungay	13
2.2.7.2	Serranita	14
2.2.7.3	Ccompis	15
2.2.7.4	Amarilis	16
2.2.7.5	Perricholi	17
2.2.7.6	Atzimba	17
2.2.7.7	TPS-13	18
2.2.8	Importancia del cultivo de papa	18
2.3	MARCO REFERENCIAL	19
III.	MATERIALES Y METODOS	21
3.1	LUGAR DE EJECUCIÓN	21
3.1.1	Situación política	21
3.1.2	Ubicación geográfica	21
3.1.3	Clima	21
3.1.4	Historial del campo	21
3.2	MATERIALES	22
3.2.1	Listado de las familias de papa en estudio	22
3.3	DISEÑO EXPERIMENTAL	22
3.3.1	Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA)	22
3.3.2	Características del experimento	23
3.3.2.1	Primera etapa: almácigo	23
3.3.2.2	Segunda etapa: campo	23
3.4	CONDUCCIÓN Y MANEJO	23
3.4.1	Primera fase: manejo en el invernadero	23
3.4.1.1	Preparación de la semilla	23
3.4.1.2	Elaboración de cápsulas para el almácigo	24
3.4.1.3	Preparación del sustrato	24
3.4.1.4	Siembra en cápsulas de enraizamiento	24
3.4.1.5	Riego	24
3.4.1.6	Labores culturales	25
3.4.2	Segunda fase: manejo en el campo definitivo	25
3.4.2.1	Preparación del terreno	26

3.4.2.2	Instalación en el campo	26
3.4.2.3	Fertilización	27
3.4.2.4	Riego	27
3.4.2.5	Control de malezas	27
3.4.2.6	Aporque	27
3.4.2.7	Control fitosanitario	28
3.4.2.8	Corte de follaje	28
3.4.2.9	Cosecha	28
3.4.2.1	Selección de tubérculos	29
3.5	VARIABLES EN ESTUDIO	29
3.5.1	Establecimiento de plántulas en campo	29
3.5.2	Altura de planta	29
3.5.3	Número de tallos secundarios	29
3.5.4	Vigor de planta	30
3.5.5	Número de tubérculos por planta	31
3.5.6	Peso de tubérculos por planta	31
3.5.7	Caracterización de color, forma, y profundidad de yemas de los tubérculos	32
3.6	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	33
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	34
4.1	ALTURA DE PLANTA	34
4.2	NÚMERO DE TALLOS SECUNDARIOS	35
4.3	VIGOR DE PLANTA	37
4.4	NÚMERO DE TUBÉRCULOS	37
4.5	PESO DE TUBÉRCULOS	39
4.6	SELECCIÓN CLONAL	40
V.	CONCLUSIONES	46
VI.	RECOMENDACIONES	48
VII.	BIBLIOGRAFIA	49
VIII.	ANEXOS	52
9.1	Porcentaje de establecimiento de plántulas en campo	52
9.2	Altura de planta (cm)	52

9.3	Número de tallos secundarios	52
9.4	Número total de tubérculos	53
9.5	Peso de tubérculos (kg/planta)	53
9.6	Caracterización de tubérculos por color, forma, profundidad de yemas y color de pulpa.	53

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Caracterización de color, forma, profundidad de yemas de tubérculos	32
Cuadro 2: Análisis de Variancia.	33
Cuadro N° 3. Análisis de variancia de la altura de planta (cm) a los 120 DDT.	34
Cuadro N° 4. Prueba de significación de los promedios de los tratamientos para altura de planta (cm) a los 120(DDT), según Tukey.	35
Cuadro N° 5. Análisis de variancia del número de tallos a los 120 días después del trasplante.	36
Cuadro N° 6. Prueba de significación de los promedios de los tratamientos para el número de tallos por planta, según Tukey.	36
Cuadro N° 7: Vigor de plantas procedentes de semilla sexual de cinco familias de papa.	37 38
Cuadro N° 8. Análisis de variancia para el número de tubérculos por planta.	39
Cuadro N° 9. Prueba de significación de los promedios de los tratamientos para el número de tubérculos por planta, según Tukey.	39
Cuadro N° 10. Análisis de variancia del peso promedio de tubérculos por planta (kg).	40
Cuadro N° 11. Prueba de significación de los promedios de los tratamientos para el peso de tubérculos por planta (kg), según Tukey.	
Cuadro 12a. Selección de clones de la familia ATZIMBA x CCOMPIS por el peso (kg), número de tubérculos, profundidad de yemas, forma, color de piel y color de pulpa de los tubérculos.	41
Cuadro 12b. Selección de clones de la familia AMARILIS x CO5LG4-13.5 por el peso (kg), número de tubérculos profundidad de yemas, forma, color de piel y color de pulpa de los tubérculos.	42
Cuadro 12c. Selección de clones de la familia SERRANITA x TPS-13 por el peso (kg), número de tubérculos, profundidad de yemas, forma, color de piel y color de pulpa de los tubérculos.	43

Cuadro 12d. Selección de clones de la familia PERRICHOLI por el peso (kg), número de tubérculos, profundidad de yemas, forma, color de piel y color de pulpa de los tubérculos. 44

Cuadro 12e. Selección de clones de la familia YUNGAY por el peso (kg), número de tubérculos, profundidad de yemas, forma, color de piel y color de pulpa de los tubérculos. 45

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. a. Cápsulas con substrato, b. Siembra	24
Figura 2. Croquis de los tratamientos y su distribución en el campo experimental	25
Figura 3. Proceso de trasplante de plántulas en campo definitivo.	26
Figura 4. Fertilización con materia orgánica.	27
Figura 5. a Primer aporque, b Aporque final.	28
Figura 6. Cosecha de tubérculos.	29
Figura 7. Evaluación de la altura de planta	30
Figura 8. Evaluación del vigor	30

RESUMEN

Esta investigación se realizó en el distrito de Huayucachi, Provincia de Huancayo, a una altitud de 3,201 m.s.n.m., con el propósito de evaluar el comportamiento agronómico de cinco familias de papa procedentes de semilla sexual (TPS) y seleccionar los clones de mayor rendimiento. Las familias de semilla sexual evaluadas fueron ATZIMBA x CCOMPIS, AMARILIS x CO5LG4 – 13.5, SERRANITA x TPS – 13, PERRICHILI (Autofecundación) y YUNGAY (Autofecundación), suministrados por el Centro de Investigación de Cultivos Agrícolas (CICA) de Huancayo. Estos TPS fueron sembrados bajo el Diseño de Bloques Completamente al Azar con cuatro repeticiones; cada unidad experimental se conformó de 80 plantas dispuestas en ocho surcos distanciados a 90 cm y 30 cm entre plantas. Todas las familias se cosecharon a los 185 días después de la siembra. Los mejores rendimientos se obtuvieron con la familia de YUNGAY con un promedio de 26,9 t.ha⁻¹, seguido por la familia ATZIMBA x CCOMPIS tuvo un rendimiento de 22,7 t.ha⁻¹. Este resultado debe ser por su procedencia a partir de progenitores con periodo vegetativo largo, lo que muestra un alto rendimiento para producción de papa a partir de semilla sexual.

Palabras Clave: semilla sexual (TPS), papa, comportamiento agronómico

ABSTRACT

This research was carried out in the district of Huayucachi, Province of Huancayo, at 3201 masl, with the purpose to evaluate the agronomic performance of five potato families from true potato seed (TPS) and to select the clones with the highest yield. The TPS families evaluated were ATZIMBA x CCOMPIS, AMARILIS x CO5LG4 - 13.5, SERRANITA x TPS - 13, PERRICHILI (Self - fertilization) and YUNGAY (Self - fertilization), supplied by the Centro de Investigación de Cultivos Agrícolas (CICA) from Huancayo. Those TPS were sown under Randomized Complete Block Design with four repetitions; each experimental unit was made up of 80 plants arranged in eight rows separated by 90 cm and 30 cm between plants. All families were harvested at 185 days after sowing. The best yields were obtained from the YUNGAY family with an average of 26.9 t.ha⁻¹, followed by the ATZIMBA x CCOMPIS family with 22.7 t.ha⁻¹. This result must be due to its origin from parents with a long vegetative period, which shows a high yield for potato production from sexual seed.

Keywords: sexual seed (TPS), potato, agronomic behavior

I. INTRODUCCION

La papa (*Solanum spp.*), es una planta alimenticia oriunda del Perú, en cuyo territorio se encuentra la mayor cantidad de especies. Es el tercer cultivo alimenticio del orden de importancia a escala mundial, después del trigo y el arroz (CIP, 2013).

El problema más frecuente para la productividad de este cultivo es la calidad de la semilla, por ser escasa la semilla certificada y por tener elevados costos. Los costos de transporte desde los centros productores de semilla son altos, esto ocasiona que los agricultores los obtengan de comercializadores mayoristas, perdiendo garantía de su calidad.

Los esfuerzos del Centro Internacional de la Papa (CIP) y otras instituciones como el Centro de Investigación de Cultivos Agrícolas – Huancayo (CICA) en adaptar la tecnología de semilla sexual de papa (SSP), vienen permitiendo que las comunidades andinas obtengan semillas de alta calidad. Por tal razón, es necesario realizar investigaciones en diferentes regiones del país, que nos permitan identificar ambientes favorables bajo las condiciones particulares de las zonas de producción de papa.

En este sistema de producción de SSP, es importante conocer el tipo de progenie por emplear (híbrida, autofecundación, de polinización libre o sintética). Las progenies híbridas producidas por programas de semilla especializados son generalmente superiores en vigor y rendimiento de tubérculos. Por ello, para efectuar la presente investigación se emplearon semillas de cruces entre variedades comerciales, considerando la alta heterocigosidad de los clones.

Los objetivos planteados fueron:

- a) Evaluar el comportamiento agronómico de cinco familias segregantes de semilla sexual de papa, bajo condiciones de producción en Sierra Central (Huancayo).
- b) Comparar los componentes de rendimiento de las cinco familias en estudio.
- c) Seleccionar los clones de las familias que presentan mejores características agronómicas.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. MARCO CONCEPTUAL

2.1.1. Semilla sexual

La semilla sexual o semilla botánica es la que se origina por la unión de gametos sexuales contenidos en el grano de polen y en el óvulo, por lo que se combina características de los padres (Egúsquiza, 2000)

2.1.2. Híbrido

Es cada uno de los descendientes de primera generación de la cruce entre dos individuos que difieren en uno o más genes. Es la descendencia de un cruzamiento entre especies del mismo género o de géneros distinto (Poehlman, 2005).

2.1.3. Segregación

Separación de los cromosomas homólogos (y genes) provenientes de diferentes progenitores durante la meiosis (Poehlman, 2005).

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Morfología del cultivo de papa

La papa es una planta dicotiledónea, herbácea anual que pertenece a la familia de las solanáceas. Con las siguientes características morfológicas:

a. Raíz

Si la planta procede de una semilla sexual su raíz es axonomorfa con abundantes ramificaciones laterales. En las plantas procedentes de tubérculos, todas las raíces que brotan de este son secundarias del tipo fasciculadas. La mayor parte de las raíces se encuentran en los primeros 30 cm del suelo (Huamán, 1994).

Se origina en los nudos de los tallos subterráneos y en conjunto forma un sistema fibroso, las raíces de la papa son débiles y se encuentran en las capas superficiales (Egúsquiza, 2000).

b. Tallos

Está compuesto de un conjunto de tallos aéreos y subterráneos los cuales son: Tallo principal, se origina del brote del tubérculo semilla o de la semilla sexual. Tallo secundario, se origina de una yema subterránea del tallo principal. Tallo estolonífero, se origina de un estolón que toma contacto con la luz. La rama, se origina de yema aérea del tallo principal. El estolón es un tallo subterráneo, especializado en traslocar los azúcares desde el follaje y almacenarlos en el tubérculo en forma de almidones. El tubérculo es la porción apical del estolón cuyo crecimiento es fuertemente comprimido y orientado hacia los costados, es el tallo subterráneo especializado para el almacenamiento de los excedentes de energía (Egúsquiza, 2000).

c. Hojas

Son compuestas, e irregularmente imparipinadas, con folíolos primarios, secundarios y hasta terciarios. Las hojas constan de nueve o más folíolos cuyo tamaño aumenta conforme se va alejando del nudo de inserción (Huamán, 1994).

d. Flores

La inflorescencia es cimosa y generalmente son terminales. Las flores constan de cinco sépalos, la corola de cinco pétalos, ligados en la base formando una superficie plana de cinco lóbulos. El androceo consta de cinco estambres (cada uno formado por antera y filamento) y el gineceo consta de un pistilo (compuesto de ovario súpero, bilocular, estilo y estigma). El número de flores al igual que su color dependerá de cada genotipo (Sánchez, 2003).

e. Fruto

Es una baya pequeña, oval y carnosa en cuyo interior se encuentran las semillas sexuales. El color de la baya varía, presentándose de colores verde, amarillo, café e incluso violeta (Huamán, 1994).

f. Semilla

La semilla es de forma ovalada, aplanada, cuyo color varía del marrón oscuro, pasando por un amarillo grisáceo, hasta un amarillo pálido, casi blanquecino. El número de semilla por fruto puede variar desde cero hasta 400. Cada semilla tiene la facultad de originar una planta que, adecuadamente aprovechada, puede producir cosechas satisfactorias. Las partes de la semilla son: (a) El embrión: ocupa la mayor porción de la semilla. Está compuesto por la radícula, el hipocotilo, plúmula y dos hojas cotiledóneas, (b) El endosperma o tejido de reserva: derivado entre la fusión del polar y el núcleo esperma en la célula central del saco embrionario. Su primera función es almacenar reservas alimenticias que se requieren para abastecer el embrión antes que emerja de la semilla, y (c) Tegumento: es una estructura delgada fina que protege las partes internas de la semilla. Usualmente cubierto con tricomas de diferentes formas y cantidades (Soplin, 1983)

2.2.2 Semilla sexual de papa

Sadik (1979) citado por Ríos (1985) menciona que la semilla sexual de papa, denominada también semilla botánica de papa o semilla verdadera, es la que se obtiene por reproducción sexual en el interior de los frutos (bayas) de la planta, los cuales por lo general tiene la apariencia de pequeños frutos verdes de tomate con grado variable de pigmentación de antocianina, dependiendo del cultivar.

La semilla “recién cosechada” generalmente se encuentra en estado de “reposo”. Por consiguiente, germina con dificultad bajo temperaturas que oscilan alrededor de los 25°C. Es por esto que, en condiciones de campo, generalmente se observa que la germinación de la semilla sexual es muy

desuniforme (2-4semanas) como para producir con ella directamente el cultivo. Cuando la semilla es almacenada en forma apropiada, sale del estado de reposo y adquiere la capacidad de germinar en menos de siete días bajo condiciones de alta temperatura (27 – 47 °C) (CIP, 1991).

Pallais (1995), menciona las siguientes conclusiones sobre la semilla sexual de papa:

- 1). Que el porcentaje de germinación al séptimo día en alta temperatura (27/40°C) es un parámetro altamente confiable para poder predecir el vigor de la semilla durante su emergencia y el desarrollo inicial de las plántulas después de sembradas en condiciones de campo.
- 2). La semilla debe permanecer siempre almacenada con un bajo contenido de humedad (3-5%).
- 3). El reposo, el vigor y la viabilidad de la semilla se preserva mejor cuando es almacenada con un bajo contenido de humedad (5%) y a baja temperatura (15°C).
- 4). El reposo, el vigor y la viabilidad de la semilla se pierden rápidamente cuando es almacenada con un alto contenido de humedad (>7%) y a mayor temperatura (>15°C).

El éxito del uso de la semilla en la producción comercial de papa depende básicamente de la calidad y cantidad de semilla disponible. Para el segundo caso, pasos importantes son: (a) el tipo de semilla a producir, (b) la elección de genotipos parentales (clones o variedades) con buenas características de rendimiento de tubérculos, (c) resistencia a enfermedades y producción de semilla, (d) la identificación de ambientes adecuados que favorezcan la producción de semilla, y (e) el apropiado manejo de las progenitoras femeninas durante el desarrollo de la semilla para optimizar su calidad (Pallais, 1989).

2.2.2.1 Obtención

Las semillas de papa son extraídas de bayas maduras, la viabilidad de la semilla depende de la temperatura y del contenido de humedad de la semilla

en su periodo de almacenamiento. Para separar las semillas se utiliza abundante agua a presión y se deja que las semillas se depositen en el fondo del recipiente y se lavan hasta que estén completamente libres de restos de la baya (Osorio *et al.*, 2008).

2.2.2.2 Selección de progenitores

La selección de los materiales parentales es importante porque determina el potencial de éxito del método de mejoramiento genético por hibridación. Los cruzamientos se hacen entre variedades comerciales o con plantas obtenidas a partir de métodos de mejoramiento de la población. Dado que la papa es un cultivo que se propaga vegetativamente, las variedades comerciales que se utilizan como progenitores son heterocigóticas y la segregación de caracteres se encontrará en la generación F₁ después de la hibridación. La selección clonal se practica en la generación F₁ y rara vez se practica en la generación F₂ (Pohlman, 2005).

2.2.2.3 Cruzamiento

La técnica del cruzamiento tiene como fase inicial seleccionar botones florales maduros para emascularlos. Los botones restantes y las flores abiertas del racimo se desprenden para facilitar la emasculación de los botones seleccionados y evitar que las flores emasculadas sean contaminadas por las flores abiertas. Las flores emasculadas se cubren luego con bolsas. La polinización puede llevarse a cabo en cualquier hora del día en tanto la temperatura no sea demasiado alta. Se colectan flores abiertas de la planta para utilizarlas como progenitor masculino. Las flores colectadas se ponen a secar durante toda la noche. A la mañana siguiente, se colecta el polen de ellas agitándolas en cápsulas de gelatina. Para llevar a cabo la polinización, el estigma se introduce en el polen contenido en la cápsula, se coloca luego la etiqueta de polinización y la bolsa se coloca sobre la flor y se deja ahí hasta que se cosecha el fruto (Poehlman, 2005).

2.2.2.4 Objetivo del mejoramiento genético de la papa

Golmirzaie *et. al.* (1990) mencionan que el objetivo en el mejoramiento de la papa utilizando progenies de semilla, es seleccionar progenies con alto rendimiento y aceptable uniformidad de tubérculos. Y que la obtención de semilla híbrida, debe reproducirse a partir de cruzamientos (hibridaciones) controlados entre progenitores masculinos y femeninos cuyas progenies han demostrado poseer las características genéticas y fenológicas deseables.

2.2.3 Producción de tubérculos a partir de semilla botánica

2.2.3.1 Tratamiento de la semilla

La SBP (semilla botánica de papa), tiene un período de dormancia de 4-6 meses, dependiendo de la variedad. La dormancia de la semilla puede ser rota mediante una inmersión de ellas a una solución de ácido giberélico, durante 24 horas. Después la semilla es lavada con agua y secada al aire libre, quedando lista para la siembra.

Cantidad de semilla por hectárea: 1 gramo = 1600 a 1800 semillas ó 1 c.c.= 900 a 1200 semillas. La cantidad de semilla por hectárea es de aproximadamente 100 g, variando de 70 a 100 g.

2.2.3.2 Requerimientos para la producción de plántulas de papa

La semilla sexual por su tamaño pequeño, requiere un suelo suelto, mullido y fino, con un alto contenido de materia orgánica y buen drenaje. De esta manera se logra emergencia uniforme y crecimiento vigoroso de las plántulas. Considerando que el estado inicial de las plántulas es delicado, debemos dar énfasis a las mejores condiciones físicas y de fertilidad del sustrato o suelo, asimismo, es recomendable cuidar el aspecto sanitario del suelo, proporcionando a las plántulas medio libre de patógenos, insectos y malezas (Cabello, 1996).

Cabello *et al.* (1995), señalan que en regiones de día corto, los factores que afectan la producción de semilla híbrida son: longitud e intensidad de

floración, fertilidad del polen, % de prendimiento, receptividad del ovario y calidad de semilla.

2.2.3.3 Almacigo

Uso de sombra

La SBP puede ser sembrada en bandejas o directamente en camas hechas en el campo, donde es transmitida el 75-80% de luz.

- La emergencia de plántulas es más rápida, más uniforme y el crecimiento es más vigoroso en almacigos sombreados, que cuando las plántulas son expuestas directamente a la luz del sol. El desempeño superior de las plántulas en almacigos sombreados, es atribuido al efecto de la reducción de la temperatura del suelo y aire. Por el sombreado, las temperaturas fueron reducidas a casi 7°C. La germinación de la semilla y el desarrollo temprano de la plántula, son particularmente sensibles a las temperaturas altas.

2.2.3.4 Trasplante

Condiciones para el trasplante

Soplin (1987) citado por Salazar (1997) reporta que, para asegurar el máximo prendimiento de plántulas trasplantadas se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Para reducir el estrés del trasplante, se debe mantener al mínimo la diferencia del contenido de humedad entre el suelo del almacigo y el campo.
- El tiempo empleado para remover las plántulas de los almacigos y colocarlas en el suelo, debe ser tan corto como sea posible.
- Trasplantar plántulas con la mayor cantidad posible de sustrato adherido a las raíces.
- Regar inmediatamente después del trasplante y durante los primeros días después al trasplante.
- De 10 a 15 días del trasplante, es recomendable efectuar un pequeño aporque, tratando de no tapar las plántulas. Esto ayudará a controlar las malezas y mejora la aireación del sistema radicular. El segundo aporque

puede darse cuando las plantas tengan entre 20 a 25 cm de altura y se aprovecha para efectuar la aplicación de nitrógeno. El manejo posterior es el mismo que se practica comúnmente en el cultivo de papa.

Cabello (1995) menciona que, el trasplante de plántulas de semilla sexual al campo tiene menos riesgo que la siembra directa, porque las plántulas tienen un grado de desarrollo y autosuficiencia fotosintética que les permite adaptarse al nuevo ambiente más rápidamente. El tamaño de plántulas de 9 a 12 cm, de altura rinde significativamente más que las plantas pequeñas de la misma variedad.

2.2.3.5 Aporque

El aporque es una práctica crucial para asegurar una alta producción y una alta calidad de tubérculos, especialmente si se trata de SBP. El proceso de aporque necesita hacerse tan pronto como las plántulas estén establecidas, normalmente casi a los 10-15 días después del trasplante. Esta labor debe hacerse cuidadosamente, para evitar dañar las pequeñas plántulas y para un buen movimiento de agua. Como las plántulas siguen creciendo, y las nuevas malezas empiezan a desarrollarse, otro aporque es recomendable para proveer un buen soporte a la planta y mantener los estolones cubiertos de la luz solar.

2.2.4 Ventajas y desventajas de la semilla sexual

La semilla sexual tiene como función producir tubérculos de primera generación, y como tales son normalmente de bajo grado de contaminación por enfermedades viróticas y ocurrencia de marchitez bacteriana. Por otro lado, surge la necesidad de contar con progenies de características uniformes, de libre disponibilidad y que puedan competir con ventaja respecto a variedades comerciales. La alta tasa de multiplicación que posee el cultivo al usar la semilla sexual como material de siembra inicial, conduce a un sistema altamente eficiente, agregando a ello el hecho de partir siempre con un material libre de enfermedades viróticas(Malagamba, 1992).

Según Golmirzaie *et al.* (1990) y Malagamba (1992) las ventajas y desventajas del uso de semilla sexual de papa son las siguientes:

2.2.4.1 Ventajas:

- Se emplea de 80 a 120 g/ha de semilla según la densidad de siembra o de trasplante.
- Libre de nematodos, insectos, bacterias, hongos y la mayoría de virus. Pueden estar infectado por PSTV.
- Costo de almacenamiento y transporte extremadamente bajo.
- El costo total de producción se reduce por eliminación de los costos en tubérculos-semilla, almacenamiento y transporte.
- Fácil de almacenar por mucho tiempo. Distribución fácil y económica, se adapta fácilmente a los sistemas de cultivo debido a que la época de siembra no depende del envejecimiento de los tubérculos.

2.2.4.2 Desventajas:

- Requiere mayor labor en la fase inicial del cultivo.
- En las etapas iniciales de crecimiento de la planta esta es más vulnerable a la competencia de malezas, plagas, enfermedades y estreses. En esta etapa requiere irrigación artificial.
- Tendencia a madurar 15 a 20 días más tarde. Rendimiento comparable o mayor. Menor uniformidad en tamaño de tubérculos.
- Los tubérculos son menos adecuados para procesamiento industrial.

2.2.5 Caracterización

2.2.5.1 Descriptores de la planta

Los cultivares a ser caracterizados morfológicamente deben estar instaladas en una misma localidad bajo las mismas condiciones ambientales y bajo un mismo manejo agronómico con una misma densidad y fecha de siembra. Los datos de los caracteres morfológicos vegetativos se recomiendan registrar en plena floración y los datos de tubérculo inmediatamente después de la cosecha. El registro de los datos de los caracteres de color se harán

utilizando la tabla de colores, bajo condiciones de luz natural difusa al norte del caracterizador.

2.2.5.2 Descriptores de evaluación agronómica relativa

La evaluación es relativa dependiendo del ambiente donde se realice.

2.2.6 Solanum tuberosum

La especie *Solanum tuberosum* es originaria de América del Sur desde los 10° latitud Norte en Venezuela, siguiendo al sur a través de la cordillera de los Andes y regiones adyacentes de Colombia, Ecuador y Perú y el sudoeste por Bolivia y al norte de Argentina (CIP, 1999).

Decenios después de la conquista de los españoles en Perú y Chile, la papa es introducida a España en 1570 donde es cultivada por algunos años; de allí se difunde a todo el resto de Europa continental. Con el pasar de los años la papa se difundió a todo el mundo (Arce, 2002).

Especie Tetraploide ($2n = 48$) *Solanum tuberosum*, está formado por dos subespecies: *Solanum tuberosum* subespecie andígena y *Solanum tuberosum* subespecie *tuberosum*.

2.2.6.1. *Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*.

Constituye la única subespecie de papa cultivada de amplia difusión y adaptación en todo el mundo. Esta subespecie proviene de la subespecie ***andígena***, a través de un proceso de adaptación a las condiciones de días con fotoperíodo largo, que son características climáticas peculiares de los países no andinos (Chile, Uruguay, Brasil, etc.), países de América del Norte, América Central y el Caribe, Europa, Asia, África y Oceanía.

Es de periodo vegetativo corto de 3 a 4 meses, floración escasa y por corto tiempo, polen estéril en muchas variedades, escasa o nula producción de bayas. Los tubérculos son regulares y de buena forma, con ojos superficiales, de gran tamaño y escasos en cuanto a número de tubérculos. Se distribuye principalmente en la región sur de Chile. (Hawkes, 1990).

2.2.6.2. *Solanum tuberosum* subsp. *andígena* Hawkes.

Es ampliamente cultivada y de mayor distribución en las zonas altoandinas del Perú, Bolivia, Colombia, Venezuela, Ecuador y Norte de Argentina, se originó de la cruce entre un híbrido anfiploide de *S. stenotomum* y la especie silvestre diploide *S. sparsipilum* de gran difusión como maleza. Es la especie que posee mayor número de variedades, entre todas las papas cultivadas andinas. Es de período vegetativo largo de 5 a 7 meses, floración abundante, pólen muy fértil y abundante producción de bayas. Los tubérculos son de formas muy variadas, numerosos y de tamaño mediano y pequeño, con ojos ligeramente profundos y de alto porcentaje de almidón (Hawkes, 1990).

2.2.7 Descripción de las familias empleadas en la investigación.

2.2.7.1 Yungay

(Altet, 2000) indica que esta variedad fue desarrollado por cruzamiento y selección; fue liberada en 1970 por Calos Ochoa docente investigador de la UNALM (Universidad Nacional Agraria La Molina).

Genealogía:

(Saskia x Earline) x (Huagalina x Renacimiento)

Características morfológicas:

- Plantas: erectas con tallo verde claro; pigmentaciones rojizas en los nudos; hojas color verde oscuro.
- Flores: Color rojizo claro; acúmenes blancos y estrella verde claro.
- Tubérculos: Ovalado aplanados con ojos superficiales; piel de color amarillento con ojos rojos; carne amarillenta.
- Brotes: color morado intenso.

Características agronómicas:

- Período vegetativo: Tardío (150 a 180 días)

- Rendimiento: hasta 50 t.ha⁻¹. Alto porcentaje de tubérculos grandes y estolones largos.
- Adaptación: toda la sierra central hasta los 3700 msnm.

Calidad culinaria:

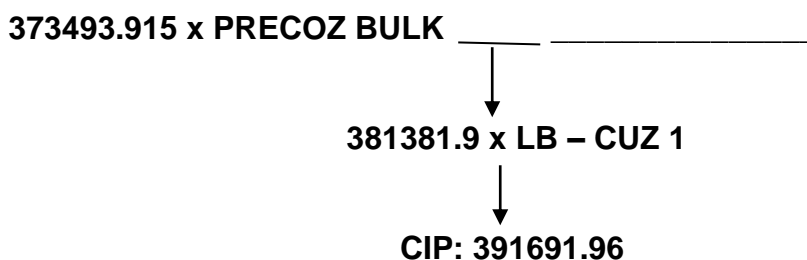
- Muy buena, 20 a 24% de materia seca.

2.2.7.2 Serranita

(INIA, 2012) nombra al INIA y CIP como las instituciones participantes en el desarrollo de la variedad “Serranita”, y que fue liberada el año 2005 en los departamentos de Junín, Huánuco, Cusco, Ayacucho y Cajamarca.

Código de identificación: INIA 309, CIP: 391691.96

Genealogía:



Características morfológicas:

- Hábito de crecimiento: semi-erecto
- Color de flor: morado
- Forma del tubérculo: oblongo
- Color de piel del tubérculo: morado
- Color de pulpa del tubérculo: blanco
- Profundidad de ojos del tubérculo: superficial.

Reacción a factores abióticos:

- Heladas: moderadamente tolerante
- Granizadas: moderadamente tolerante

Resistencia a enfermedades:

- Ranchara (*Phytophthora infestans*): resistente

- Pudrición rosada (*Phytophthora erythroseptica*): susceptible
- Nematodo quiste de la papa (*Globodera pallida*): moderadamente resistente

Características agronómicas:

- Rendimiento: 40-50 t.ha⁻¹
- Adaptación: costa y sierra, 2000-3800 msnm
- Periodo vegetativo: 120-150 días
- Dormancia: 90-120 días

2.2.7.3 Ccompis

Descripción realizada por Muñoz (2012), en el “Proyecto Mejoramiento de Capacidades Técnico Productivas para la Competitividad de los Cultivos Andinos de Papa Nativa, Haba y Cañihua en la Región Puno.”

Especie: *Solanum tuberosum ssp. andígena*.

Características morfológicas:

- Hábito de crecimiento: decumbente
- Color de tallo y hojas: verde claro
- Forma y color de flor: rosado, blanco pálido.
- El tubérculo presenta color de piel rosado, forma redondeado, yemas semiprofundas, color de pulpa crema, forma de brote bulbosa, color del brote rosado intenso

Características agronómicas:

- Senescencia (días): 140 a 160 días
- Rendimiento (kg/planta): 0.900 kg/planta
- Se cultiva desde los 3000 msnm, en los departamentos de Cusco, Puno, Apurímac y Ayacucho.

Reacción a factores abióticos:

- Helada: Moderadamente tolerante
- Sequía: Moderadamente susceptible

Resistencia a enfermedades:

- Rancho (*Phytophthora infestans*): susceptible

La asociación Cadenas Productivas Agrícolas de Calidad (CAPAC) - Perú, describe en su manual técnico de las variedades modernas a Amarilis INIA y Perricholi de la siguiente forma:

2.2.7.4 Amarilis INIA

(INIA, 2012) menciona que la variedad Amarilis- INIA fue liberada el año 1993, con la participación de las instituciones del CIP-INIA.

Código de identificación del CIP: 384866.5

Características morfológicas:

- Planta de porte mediano
- Hojas con foliolos anchos
- Flores blancas y numerosas
- Escasa fructificación.
- Tubérculos ovalados; piel crema; ojos superficiales; pulpa amarillenta; brotes cremosos con pigmentos rojizos.

Características agronómicas:

- Período vegetativo precoz (4 meses)
- Se adapta a condiciones de costa y sierra.

Resistencia a enfermedades:

- Rancho (*Phytophthora infestans*): resistente

2.2.7.5 Perricholi

(INIA, 2012) menciona que la variedad Perricholi fue liberada el año 1984, con la participación de las instituciones del CIP-INIPA (Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agraria).

Código de identificación del CIP: 374080.5

Características morfológicas:

- Planta alta
- Abundante floración pero escasa fructificación
- Flores moradas con acúmenes blancos.
- Tubérculos redondeados, piel con fondo cremoso y pigmentos morados de distribución irregular más concentrados en los ojos apicales.

Características agronómicas:

- Periodo vegetativo intermedio (5 meses)
- Se siembra en costa y sierra.
- Excelente capacidad de producción pero bajo contenido de materia seca en los tubérculos que tienen fuerte tendencia a ser muy grandes, a rajarse y presentar "corazón vacío".

Resistencia a enfermedades:

- Rancho (*Phytophthora infestans*): resistente

2.2.7.6 Atzimba

El libro Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica de la Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola del Ministerio de Agricultura y Ganadería (1991) describen a Atzimba como una variedad mejicana que presenta las siguientes características:

Características morfológicas:

- Las plantas son de porte mediano.
- La floración es profusa y su color es blanco.
- Los tubérculos son color blanco crema, de forma oval oblonga, ojos semiprofundos.

Características agronómicas:

El ciclo de cultivo es de 90 a 150 días, según la altitud donde se cultive.

Calidad culinaria:

La calidad del tubérculo para papas tostadas y a la francesa es mediana, pero buena para puré o hervida.

Resistencia a enfermedades:

- Rancho (*Phytophthora infestans*): susceptible

2.2.7.7 TPS-13

Salazar (2008), describe a TPS-13 como un clon avanzado de papa, cuyas características que presenta el tubérculo son las siguientes:

Características del tubérculo:

- Profundidad de los ojos: semi-profundo
- Forma del tubérculo: oval alargado
- Tamaño: mediano
- Tipo de piel: liso
- Color de piel: amarillo claro
- Color de pulpa: amarillo

2.2.8 Importancia del cultivo de papa**Producción nacional**

La producción de papa entre los años 2004-2013, se incrementó de 3 millones 8 miles de toneladas en el año 2004 hasta alcanzar las 4 millones 571 mil de toneladas métricas en el 2013, lo que significó un crecimiento de 45% y una tasa promedio anual de 3,8%. Asimismo, informó que en el año 2013 creció en 2,1% y en el primer trimestre del presente año en 2,3%. Cabe indicar que nuestro país tiene la mayor diversidad de papa (*Solanum tuberosum*) en el mundo, al contar con ocho especies nativas domesticadas y 2 mil 301 de las más de 4 mil variedades que existen en Latinoamérica. Asimismo, el Perú posee 91 de las 200 especies que crecen en forma

silvestre en casi todo nuestro continente. Departamento de Puno es el principal productor de papa en el año 2013 con 643 mil toneladas, seguido de Huánuco, Cusco, Junín y La Libertad que juntos aportan con el 55% de la producción nacional. Rendimiento del cultivo de papa aumentó en 17,2%, que relaciona las toneladas métricas producidas respecto a la superficie cosechada, muestra un crecimiento en los últimos 10 años de 17,2%, destacando los departamentos de Apurímac (17,8 toneladas por hectárea), Junín (17,5 toneladas por hectárea), La Libertad (16,3 toneladas por hectárea), Huánuco (15,6 toneladas por hectárea), Ayacucho (14,9 toneladas por hectárea) y Cusco (12,8 toneladas por hectárea). **INEI 2013**

2.3 MARCO REFERENCIAL

Verástigui (1992) reporta que, en su trabajo de investigación “Estudio comparativo de la semilla botánica y tubérculo semilla en la producción de papa con la variedad Yungay”, obtuvo los siguientes resultados: utilizando semilla sexual de papa (autofecundación de la variedad Yungay) alcanzó un rendimiento promedio de 0,572 kg/planta y utilizando tubérculos semilla de la generación 1 (G1 o pre básica) alcanzo un rendimiento promedio de 0,904 kg/planta.

Ríos (1985), en su trabajo de investigación sobre “Evaluación de métodos agronómicos para el mejor establecimiento de plántulas de semilla botánica de papa” indica que los resultados de las plántulas sin inicio de tuberización en almácigo, rinden significativamente más que aquellos que mostraron pequeños tubérculos. Además, se hicieron comparaciones en plántulas en donde se determino en todas las pruebas, que las de raíz desnuda tuvieron los rendimientos más bajos.

El potencial de rendimiento que viene mostrando la semilla botánica en experimentos tanto a nivel de estaciones experimentales como en campos de los agricultores, es una ventaja que permite ver con optimismo el futuro de esta tecnología. Existen muchas evidencias que permiten abrigar grandes esperanzas al respecto. En 1983 se realizaron algunos experimentos

directamente en campo de agricultores en Callao y Cañete, en varios casos se lograron superar los rendimientos obtenidos con las variedades comerciales, mientras que en pocos los resultados no fueron tan satisfactorios (Achata, 1985).

III. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Distrito de Huayucachi, ubicado en la margen izquierda del Río Mantaro, al sur de la Provincia de Huancayo.

3.1 LUGAR DE EJECUCION

3.1.1 Situación política:

Localidad : Barrio Colpa

Distrito : Huayucachi

Provincia : Huancayo

Departamento : Junín

3.1.2 Ubicación geográfica:

Latitud Sur: 120 31'5"

Longitud Oeste: 750 12'27"

Altitud: 3201 msnm

3.1.3 Clima

El clima del distrito de Huayucachi es templado, frío y seco, con diferentes temperaturas entre el día y la noche, y variable en los diferentes meses del año.

3.1.4 Historia del campo

Las tres campañas anteriores al experimento la rotación fue la siguiente:

Campaña 2010 -2011: Papa

Campaña 2011 – 2012: Maíz

Campaña 2012 – 2013: Maíz

3.2 MATERIALES

El material genético seleccionado para el estudio, estuvo formado por cinco familias de papa que han sido generados de cruzamiento entre variedades superiores y clones mejorados. Estas familias fueron proporcionadas por el Centro de Investigación en Cultivos Agrarios (CICA) - Huancayo).

3.2.1 Listado de las familias de papa en estudio:

N° Tratamiento	Familia
1	ATZIMBA x CCOMPIS
2	AMARILIS x CO5LG4-13.5
3	SERRANITA x TPS-13
4	PERRICHOLI (autofecundación)
5	YUNGAY (autofecundación)

Códigos:

C : Clon

TPS : True potato seed (Semilla verdadera de la papa). Tiene habilidad para un buen rendimiento y resistencia a Phytophthora.

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

3.3.1 Diseño de Bloques Completamente al azar (DBCA)

El Modelo Aditivo Lineal para un DBCA es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Valor observado en el i-ésimo familia y el j-ésimo bloque.

μ : Efecto de la media general.

τ_i : Efecto aleatorio del i-ésimo familia.

β_j : Efecto aleatorio del j-ésimo bloque.

ε_{ij} : Efecto del error experimental en el i-ésimo familia y el j-ésimo bloque.

i : 1, 2, ..., t

j : 1, 2, ..., b

3.3.2 Características del experimento

3.3.2.1 Primera etapa: Almacigo

- Numero de tratamientos	:	5
- Número de repeticiones	:	4
- Número de contenedores por tratamiento	:	120
- Área por tratamiento	:	0.5 m ²
- Área neta	:	2 m ²
- Área total	:	2.6 m ²

3.3.2.2 Segunda etapa: Campo

- Numero de tratamientos	:	5
- Número de repeticiones	:	4
- Numero de surcos por parcela	:	10
- Número de surcos por tratamiento	:	2
- Número de plantas por tratamiento	:	20
- Longitud de surco	:	3 m ²
- Distancia entre surcos	:	0.90 m
- Distancia entre plantas	:	0.30 m
- Ancho de calles	:	1 m
- Área de parcela	:	29.7 m ²
- Área neta	:	148.50 m ²
- Área total del experimento	:	188.10 m ²

3.4 CONDUCCION Y MANEJO

3.4.1 Primera fase: Manejo en el invernadero

La germinación de las semillas producto de las hibridaciones y/o autofecundaciones se realizaron en un invernadero.

3.4.1.1 Preparación de la semilla

El material genético en estudio fue proporcionado por el Centro de Investigación en Cultivos Agrarios (CICA - Huancayo), este material fue

debidamente seleccionado e identificado con sus respectivos códigos. Empleándose 240 semillas por cada tratamiento.

3.4.1.2 Preparación del sustrato

Se utilizó como sustrato de germinación tierra negra, luego se humedeció hasta llegar a capacidad de campo.

3.4.1.3 Siembra

Se sembraron 120 entradas por tratamiento, en su interior se colocó como sustrato 100% de tierra negra a capacidad de campo (Figura 1a). Luego se realizó la siembra de 2 semillas por golpe, se tapó la semilla con la mano, presionando suavemente (Figura 1b). Posteriormente fueron llevadas a un invernadero.



a



b

Figura 1. a. Cápsulas con sustrato, b. Siembra

3.4.1.4 Riego

Los primeros riegos fueron frecuentes y ligeros, para lo cual se utilizó una pulverizadora, en las siguientes semanas se incrementó el volumen de agua y se redujo la frecuencia, siempre utilizando la pulverizadora, en donde la frecuencia de riego fue 2 veces por semana.

3.4.1.5 Labores Culturales

Se eliminó las malezas de cada contenedor de forma manual y se desahijó a los 30 DDS (días después de la siembra), luego se procedió a cambiar la

cubierta del invernadero por malla rashell, este procedimiento fue para someter a las plántulas a las condiciones medioambientales, para que así tengan menos dificultades de adaptarse en el campo.

3.4.2 Segunda fase: manejo en el campo definitivo

El experimento se realizó tal como se muestra en el croquis de la figura 2.

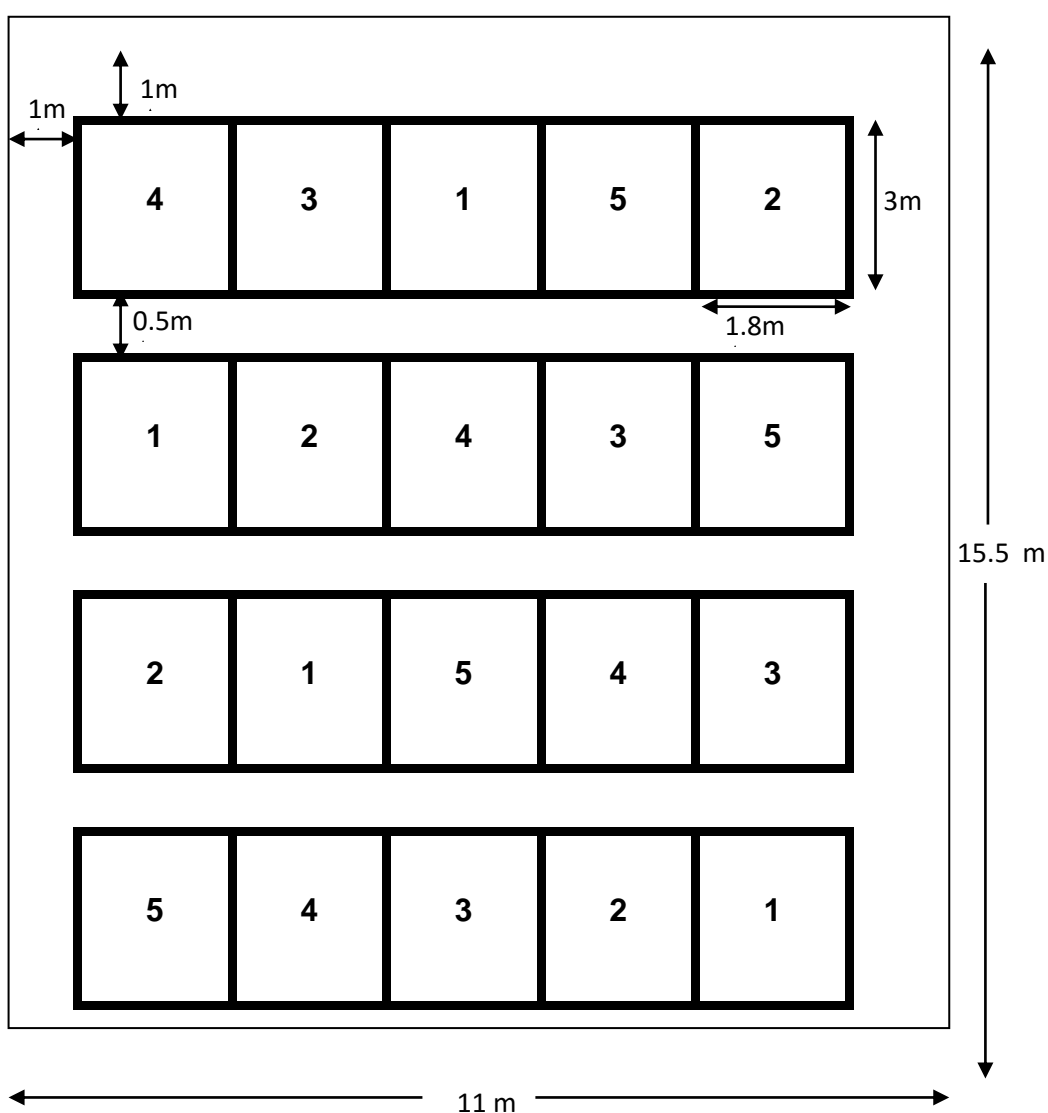


Figura 2. Croquis de los tratamientos y su distribución en el campo experimental

3.4.2.1 Preparación del terreno

El suelo se preparó de forma tradicional, usando yunta o “bueyes”. La roturación se efectuó luego de precipitaciones constantes, realizándose en forma longitudinal y transversal al terreno, para permitir roturación profunda. La nivelación del terreno y el surcado se realizó de forma manual empleando pico y rastrillo.

3.4.2.2 Instalación en campo

El método de trasplante se llevó a cabo cuando las plantas tenían una altura de 15 cm, con 45 días después de la siembra, se trasplantó en terreno a capacidad de campo durante las primeras horas de la mañana para proteger las plántulas de la radiación solar excesiva. Previo al trasplante se regó ligeramente a las plántulas en las bandejas. Las plántulas se colocaron en los surcos a una distancia de a 0.30 m entre plantas y se tapó el tercio inferior con la ayuda de un azadón, tal como se muestra en la Figura 3.



a. Surcado



b. Trasplante



c. Tapado



d. Campo sembrado

Figura 3. Proceso de trasplante de plántulas en campo definitivo.

3.4.2.3 Fertilización

La fertilización se realizó a chorro continuo en el fondo del surco en el trasplante, se empleó como fuente orgánica estiércol descompuesto (Figura 4). La segunda fertilización se efectuó en el primer aporque usando una mezcla de NPK 15-25-15 + 2MgO + 3S (CP) kg.ha⁻¹.



Figura 4. Fertilización con materia orgánica.

3.4.2.4 Riego

Las precipitaciones determinaron la frecuencia de riego. Las plantas estuvieron expuestas al régimen normal de lluvias.

3.4.2.5 Control de malezas

El primer deshierbo se realizó empleando un herbicida selectivo (Sencor), el segundo deshierbo se realizó de forma manual con la ayuda de un azadón, paralelamente se realizó el primer aporque.

3.4.2.6 Aporque

Se realizó el primer aporque (Figura 5a) cuando las plantas tenían 30 días en el campo, con la finalidad de darle mejores condiciones a la zona radicular; junto a esta operación se aplicó la mezcla de fertilizantes sintéticos. El aporque final (Figura 5b) se realizó a los 75 DDT semana del trasplante, esta labor fue realizada manualmente con ayuda de azadones.



Figura 5. a Primer aporque, b Aporque final.

3.4.2.7 Control fitosanitario

El cultivo de papa durante su desarrollo vegetativo, fue atacado por plagas como *Epitrix sp.* durante las primeras semanas en campo, haciendo necesario la aplicación del insecticida Anato. Para prevenir enfermedades como la “rancho” y controlar su incidencia se realizaron aplicaciones de fungicidas como: Poliram y Fitoraz.

3.4.2.8 Corte de follaje

El corte del follaje se realizó a los cuatro meses de instalado en el campo, las plantas fueron cortadas al nivel de suelo para evaluar en cada repetición los pesos fresco y seco del follaje. Luego se dejó suberizar a los tubérculos por dos semanas antes de la cosecha.

3.4.2.9 Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual utilizando picos, se cosechó en forma individual para no dañar los tubérculos, luego los tubérculos fueron colocados en mallas, y etiquetados por número de planta y repetición correspondiente.



Figura 6. Cosecha de tubérculos.

3.4.2.10 Selección de tubérculos

Se realizó la selección de tubérculos y posteriormente el pesado y la clasificación de los mismos. Los criterios de selección empleados fueron los que se menciona en la lista de descriptores mínimos de papa (*Solanum spp.*). INIA (2009).

3.5 VARIABLES EN ESTUDIO

3.5.1 Establecimiento de plántulas en campo

De igual forma se contó el número de plántulas trasplantadas por cada tratamiento y repetición, y mediante la regla de tres simple se transformó a porcentaje.

3.5.2 Altura de planta

En esta evaluación se midió la altura de todas las plantas por tratamiento y repetición. Para ello, se utilizó una regla graduada de madera, este registro se realizó a los 120 días después del trasplante (DDT).

3.5.3 Vigor de planta

El vigor de la planta fue evaluada utilizando la siguiente escala de 1 a 9, en donde “1” corresponde a las plantas menos vigorosas y “9” a las muy vigorosas (Gómez, 2006).

- 1 muy poco vigor
- 3 poco vigor
- 5 vigor medio
- 7 buen vigor
- 9 excelente vigor



Figura 7. Evaluación de la altura de planta



Figura 8. Evaluación del vigor

3.5.4 Número de tallos por planta

Esta evaluación se ejecutó a los 120 DDT, se contabilizó los tallos principales.

3.5.5 Número de tubérculos por planta – caracterización por cantidad

Esta evaluación se efectuó al momento de la cosecha, se contaron los tubérculos de cada planta.

Descriptores de evaluación agronómica relativa

Número de tubérculos

1 Escaso	menor o igual a 10
3 Mediano	de 11 a 25
5 Abundante	mayor a 25

3.5.6 Peso de tubérculos por planta – caracterización por rendimiento relativo

Peso de tubérculo por planta, en kilogramos. Luego de cosechadas, los tubérculos fueron colocados en mallas para ser pesadas, en esta operación se empleó una balanza digital.

3.5.7 Caracterización de color, forma, profundidad de yemas de tubérculos

Estas variables fueron evaluadas empleando la lista de descriptores mínimos de papa del Instituto de Innovación Agraria (INIA).

Cuadro 1. Caracterización de color, forma, profundidad de yemas de tubérculos

Escala	Color predominante de la piel	Color secundario de la piel	Color predominante de la pulpa	Forma	Profundidad de yemas
0		Ausente			
1	Blanco – crema	Blanco – crema	Blanco	Comprimida	Sobresaliente
2	Amarillo	Amarillo	Crema	Redondo	
3	Anaranjado	Anaranjado	Amarillo claro	Ovalado	Superficial
4	Marrón	Marrón	Amarillo	Obovado	
5	Rosado	Rosado	Amarillo intenso	Elíptico	Medio
6	Rojo	Rojo	Rojo	Oblongo	
7	Rojo-Morado	Rojo-Morado	Morado	Oblongo-alargado	Profundo
8	Morado	Morado	Violeta	Alargado	
9		Negrusco			Muy profundo

Fuente: INIA (2009).

3.6 ANALISIS ESTADISTICO

Los datos evaluados fueron analizados mediante análisis de variancia para el Diseño de Bloques Completamente al Azar.

3.6.1 Análisis de variancia

Está representado en el siguiente:

Cuadro 2: Análisis de Variancia.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fcal
Tratamientos	$t-1$	$SC(Trat)$	$SC(Trat)/(t-1)$	$CM(Trat)/CM(Error)$
Bloques	$b-1$	$SC(Bloq)$	$SC(Bloq)/(b-1)$	
Error	$(t-1)(b-1)$	$SC(Error)$	$SC(Error)/(b-1)$	
Total	$tb-1$	$SC(Total)$		

Además se utilizó la prueba de los promedios de los tratamientos según Tukey, con un nivel de significación de $\alpha = 0,05$.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 ALTURA DE PLANTA

Luego de analizar el cuadro N° 3 del análisis de variancia (ANVA) encontramos que a un nivel de significación del 5% no existe diferencia significativa entre las repeticiones. Así mismo, en la fuente de tratamientos tampoco hubo diferencia estadística.

El coeficiente de variabilidad es 14,49% valor considerado como “bajo”, el cual indica que, la altura de planta dentro de los tratamientos fue homogénea.

Cuadro N° 3. Análisis de variancia de la altura de planta (cm) a los 120 DDT.

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Sig.
Repeticiones	3	93,169	31,056	1,15	n.s.
Tratamientos	4	467,659	116,915	4,32	n.s.
Error	12	324,413	27,034		
TOTAL	19	885,241			

$$S = 5,199$$

$$\bar{X} = 35,889$$

$$C.V. = 14,49 \%$$

Al realizar la prueba de significación de Tukey para la variable altura de planta (cm) (Cuadro N° 4) se observa que, los 4 primeros tratamientos según el orden de mérito no muestran significación estadística entre ellos, debido a que presentaron respuestas estadísticas similares en esta variable.

Los tratamientos T1 (ATZIMBA x CCOMPIS) y T5 (YUNGAY) con promedios de 40,93 y 40,86 cm respectivamente, superan estadísticamente al T3 (SERRANITA x TPS-13) que presento un promedio de 28,75 cm,

debido a que los progenitores CCOMPIS y YUNGAY pertenecen a la sub especie *andígena*, presentando plantas de porte alto y tardías.

Por otro lado, el T3 es la cruce a partir de SERRANITA y TPS–13 que son plantas precoces y de porte bajo, características propias de la sub especie *tuberosum* (Hawkes, 1990).

Cuadro N° 4. Prueba de significación de los promedios de los tratamientos para altura de planta (cm) a los 120(DDT), según Tukey.

O.M.	Tratamiento	Promedio
1	ATZIMBA x CCOMPIS	40,93 a
2	YUNGAY (Autofecundación)	40,86 a
3	PERRICHOLI (Autofecundación)	36,88 a b
4	AMARILIS x CO5LG4 – 13.5)	32,03 a b
5	SERRANITA x TPS - 13	28,75 b

A.L.S.(T)0.05 = 11,72

4.2 NUMERO DE TALLOS

En el cuadro N° 5 del análisis de variancia para el número de tallos por planta a los 120 DDT, se observa que, en la fuente de repeticiones no existe diferencia estadística significativa, lo que demuestra que no hubo efecto ambiental dentro del área experimental que inflencie en este caracter; de forma similar, en la fuente de tratamientos no existe diferencia estadística significativa, esto debido a que se realizaron dos aporques, el primero a los 30 DDT y el segundo a los 75 DDT que favorecieron la formación de tallos secundarios a partir de las yemas de los entrenudos. Cabe resaltar que, las plantas provenientes de semilla sexual presentan un solo tallo principal (Osorio, 2010).

El coeficiente de variabilidad de 23,01% es considerado como “moderadamente alto”; el cual indica que dentro de cada tratamiento (familia) el número promedio de tallos secundarios por planta tiende a ser heterogéneo.

Cuadro N° 5. Análisis de variancia del número de tallos a los 120 días después del trasplante.

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Sig.
Repeticiones	3	3,800	1,267	1,75	n.s.
Tratamientos	4	13,700	3,425	4,72	n.s.
Error	12	8,700	0,725		
TOTAL	19	26,200			

$$S = 0,851$$

$$\bar{X} = 3,700$$

$$C.V. = 23,01 \%$$

En el cuadro N° 6 de la prueba de significación de los promedios de los tratamientos para el número de tallos por planta; se observa que, los tratamientos T5 (YUNGAY), T1 (ATZIMBA x CCOMPIS) y T4 (PERRICHOLI) no muestran significación estadística entre ellos, debido que son familias procedentes de la sub especie *andígena* que son tardías, lo que permitió la formación de mayor número de tallos secundarios, buena cobertura y vigor de planta en campo. Sin embargo, el T5 (YUNGAY) y el T1 (ATZIMBA x CCOMPIS) con promedio de 5 tallos secundarios/planta superan estadísticamente al T2 (AMARILIS x CO5LG4-13.5) y el T3 (SERRANITA x TPS-13) que presentaron un promedio de 3 tallos secundarios/planta, con estos resultados se demuestra que las plantas de la primera generación son agresivas en su desarrollo vegetativo en el campo.

Cuadro N° 6. Prueba de significación de los promedios de los tratamientos para el número de tallos por planta, según Tukey.

O.M.	Tratamiento	Promedio
1	5	5 a
2	1	5 a
3	4	4 a b
4	2	3 b
5	3	3 b

$$A.L.S.(T)0.05 = 1,92$$

4.3 VIGOR DE PLANTA

En el cuadro N° 7 del vigor de plantas procedentes de semilla sexual de cinco familias de papa; se observa que, los tratamientos 5 y 1 pertenecientes a las familias YUNGAY y ATZIMBA x CCOMPIS muestran vigor 7 (buen vigor), debido a que estas familias pertenecen a la sub especie *andígena*, que presentan tallos vigorosos. El tratamiento 3 (SERRANITA x TPS-13) presentó vigor 3 (poco vigor), debido a que sus parentales pertenecen a la sub especie *tuberosum*, que tiene como características plantas de porte bajo y semi-erectas. Es necesario mencionar que las plantas procedentes de semilla sexual presentan un solo tallo principal.

Cuadro N° 7: Vigor de plantas procedentes de semilla sexual de cinco familias de papa.

Familia	Vigor*
5 YUNGAY	7
1 ATZIMBA x CCOMPIS	7
4 PERRICHOLI	5
2 AMARILIS x CO5LG4-13.5	5
3 SERRANITA x TPS-13	3

*Escala cualitativa del 1 a 9: 1 = bajo vigor, 9 = excelente vigor

4.4 NÚMERO DE TUBERCULOS

En el cuadro N° 8 del análisis de variancia para el número de tubérculos por planta; se observa que, en la fuente de repeticiones no existe diferencia estadística significativa, lo que demuestra que no hubo efecto ambiental (pendiente, humedad, textura del suelo) dentro del área experimental que influyera en este carácter; mientras que, en la fuente de tratamientos existe diferencia estadística altamente significativa, esto debido al carácter genético que influyó en la segregación dentro de cada familia para esta característica evaluada.

El coeficiente de variabilidad de 26,79% es considerado como “moderadamente alto”, el cual indica que dentro de cada tratamiento el número de tubérculos por planta tiende a ser heterogéneo.

Cuadro N° 8. Análisis de variancia para el número de tubérculos por planta.

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Sig.
Repeticiones	3	6,800	2,267	0,10	n.s.
Tratamientos	4	1261,200	315,300	13,27	**
Error	12	285,200	23,767		
TOTAL	19	1553,200			

$$S = 4,875$$

$$\bar{X} = 18,200$$

$$C.V. = 26,79 \%$$

En el cuadro N° 9 de la prueba de significación de los promedios de los tratamientos para el número de tubérculos por planta; se observa que, los tres primeros tratamientos según el orden de mérito no muestran significación estadística entre ellos, debido a que sus parentales tienen genes pertenecientes a la sub especie *andígena*, con características de generar alto número de tubérculo. Sin embargo, los tratamientos T4 (PERRICHOLI) y T5 (YUNGAY) con promedios de 27,5 y 25 tubérculos/planta respectivamente (catalogado como número abundante de tubérculos), superan estadísticamente al tratamiento 3 (SERRANITA x TPS-13) que presenta como promedio 7 tubérculos/planta catalogado como escaso (INIA, 2009).

Es necesario resaltar que el número de tubérculos es una variable que no determina superioridad dentro de la progenie de cada familia, ya que existirá alta variabilidad en el tamaño de los tubérculos. Por otro lado, las plantas que presentan menor número de tubérculos por planta, presentan generalmente tubérculos medianos a grandes (Osorio, 2010).

Cuadro N° 9. Prueba de significación de los promedios de los tratamientos para el número de tubérculos por planta, según Tukey.

O.M.	Tratamiento	Promedio
1	4	27,50 a
2	5	25,00 a
3	1	20,50 a b
4	2	11,00 b c
5	3	7,00 c

A.L.S.(T)0,05 = 10,99

4.5 PESO DE TUBERCULOS

En el cuadro N° 10 del análisis de variancia para el peso promedio de tubérculos por planta (kg); se observa que, en la fuente de repeticiones no existe diferencia estadística significativa, lo que demuestra que no hubo efecto ambiental dentro del área experimental que influencie en este carácter; de igual manera, en la fuente de tratamientos no existe diferencia estadística significativa, esto indica que no hubo efecto entre los genotipos por tener respuestas similares a nivel de familia.

El coeficiente de variabilidad de 41,21% es considerado como “Muy alto”, el cual indica que dentro de cada tratamiento el peso promedio de tubérculo por planta es muy heterogéneo.

Cuadro N° 10. Análisis de variancia del peso promedio de tubérculos por planta (kg).

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Sig.
Repeticiones	3	0.051	0.017	0.37	n.s.
Tratamientos	4	0.339	0.085	1.86	n.s.
Error	12	0.549	0.046		
TOTAL	19	0.939			

S = 0,214

\bar{X} = 0,519

C.V. = 41,21 %

En el cuadro N° 11 de la prueba de significación de los promedios de los tratamientos para el peso de tubérculos por planta; se observa que, los 5 tratamientos según el orden de mérito no muestran significación estadística entre ellos, debido que este carácter fue muy variable en la muestra dentro de cada familia. Sin embargo, el tratamiento 5 (Yungay) ocupó el primer lugar con un promedio de 0.728 kg/planta superando estadísticamente a los demás tratamientos. Este tratamiento presentó mejor vigor de planta (8), mayor promedio de tallos (5 tallos secundarios/planta) y como promedio 25 tubérculos por planta. Los pesos promedios entre tratamientos oscilaron desde 0,395 kg/planta hasta 0.728 kg/planta.

Cuadro N° 11. Prueba de significación de los promedios de los tratamientos para el peso de tubérculos por planta (kg), según Tukey.

O.M.	Tratamiento	Promedio
1	5	0.728 a
2	1	0.613 a
3	2	0.447 a
4	4	0.411 a
5	3	0.395 a

A.L.S.(T)0.05 = 0.482

4.6 SELECCION CLONAL

Los criterios de selección de clones dentro de cada familia empleada en el presente trabajo de investigación fueron los siguientes:

- Rendimiento relativo superior de la progenie de cada familia.
- Tubérculos que presenten yemas superficiales y medio.

Cuadro 12a. Selección de clones de la familia ATZIMBA x CCOMPIS por el peso (kg), número de tubérculos, profundidad de yemas, forma, color de piel y color de pulpa de los tubérculos.

Familia	N° de orden de los clones seleccionados	Peso/planta (kg)	N° de tubérculos	Profundidad de yemas	Forma	Color de piel	Color de pulpa
ATZIMBA x CCOMPIS	1	0.584	21	Medio	Oblongo	Blanco	Blanco
ATZIMBA x CCOMPIS	2	0.627	25	Medio	Comprimido	Rosado	Blanco
ATZIMBA x CCOMPIS	3	0.669	20	Medio	Oblongo	Blanco	Blanco
ATZIMBA x CCOMPIS	4	0.579	19	Profundo	Comprimido	Rojo	Amarillo
ATZIMBA x CCOMPIS	5	0.616	17	Profundo	Comprimido	Blanco - rojo	Crema
ATZIMBA x CCOMPIS	6	0.704	13	Profundo	Comprimido	Rosado	Amarillo

La selección de los clones de la familia ATZIMBA x CCOMPIS fue de 7.5% del total de plantas evaluadas. Los rendimientos oscilaron desde 0.579 hasta 0.704 kg.planta⁻¹ respectivamente; esto equivale a un rendimiento estimado de 21 a 26 t.ha⁻¹, los pesos de los tubérculo promedio fueron de 0.054 y 0.030 respectivamente. Este tratamiento presento yemas medias a profundas, esto se debe al carácter heredado del progenitor CCOMPIS. El 66.7% de los clones seleccionados presentaron forma comprimido (forma del progenitor ATZIMBA y el resto oblongo. Los colores fueron blanco, rosado, blanco – rojo y rojo, esto debido a la segregación y en la pulpa osciló de blanco a amarillo.

Cuadro 12b. Selección de clones de la familia AMARILIS x CO5LG4-13.5 por el peso (kg), número de tubérculos, profundidad de yemas, forma, color de piel y color de pulpa de los tubérculos.

Familia	N° de orden de los clones seleccionados	Peso/planta (kg)	N° de tubérculos	Profundidad de yemas	Forma	Color de piel	Color de pulpa
AMARILIS x CO5LG4-13.5	1	0.606	4	Superficial	Oblongo	Blanco	Blanco
AMARILIS x CO5LG4-13.5	2	0.812	8	Superficial	Oblongo	Blanco	Amarillo
AMARILIS x CO5LG4-13.5	3	0.817	15	Superficial	Oblongo alargado	Blanco - rosado	Crema
AMARILIS x CO5LG4-13.5	4	1.007	20	Superficial	Comprimido	Blanco	Blanco
AMARILIS x CO5LG4-13.5	5	1.281	15	Superficial	Oblongo	Blanco	Blanco
AMARILIS x CO5LG4-13.5	6	0.648	12	Medio	Oblongo	Blanco	Amarillo
AMARILIS x CO5LG4-13.5	7	0.795	13	Medio	Oblongo	Blanco - rosado	Crema

Se seleccionó el 8.75% del total de plantas evaluadas de la familia AMARILIS x CO5LG4-13.5. Los rendimientos oscilaron desde 0.606 hasta 1.281 kg.planta⁻¹ respectivamente; esto equivale a un rendimiento estimado de 22 a 47 t.ha⁻¹, se obtuvo como peso promedio de tubérculo 0.152 y 0.085 kg. Las formas y colores de piel fueron similares, predominando la forma oblongo y el color blanco como color principal de la piel. Los tubérculos seleccionados mayormente presentaron yemas superficiales.

Cuadro 12c. Selección de clones de la familia SERRANITA x TPS-13 por el peso (kg), número de tubérculos, profundidad de yemas, forma, color de piel y color de pulpa de los tubérculos.

Familia	N° de orden de los clones seleccionados	Peso/planta (kg)	N° de tubérculos	Profundidad de yemas	Forma	Color de piel	Color de pulpa
SERRANITA x TPS-13	1	0.225	5	Superficial	Oblongo	Blanco	Amarillo
SERRANITA x TPS-13	2	0.265	4	Superficial	Oblongo	Blanco	Amarillo claro
SERRANITA x TPS-13	3	0.289	6	Superficial	Oblongo alargado	Blanco	Blanco
SERRANITA x TPS-13	4	0.294	6	Medio	Oblongo	Blanco	Amarillo claro
SERRANITA x TPS-13	5	0.428	8	Medio	Oblongo alargado	Blanco	Blanco
SERRANITA x TPS-13	6	0.967	13	Medio	Oblongo	Blanco	Amarillo

Dentro de la familia SERRANITA x TPS-13 se seleccionó el 7.5% del total de plantas evaluadas. Los rendimientos oscilaron desde 0.225 a 0.967 kg.planta⁻¹; esto equivale a un rendimiento estimado de 8 a 35 t.ha⁻¹, los pesos promedio de tubérculos fueron de 0.045 y 0.074 kg respectivamente. La profundidad de yema que presentaron los clones seleccionados fue de superficial a medio. Todos los clones seleccionados presentaron como color de piel el blanco, el 66.6% tuvo forma oblongo, la pulpa fue de color blanco a amarillo.

Cuadro 12d. Selección de clones de la familia PERRICHOLI por el peso (kg), número de tubérculos, profundidad de yemas, forma, color de piel y color de pulpa de los tubérculos.

Familia	N° de orden de los clones seleccionados	Peso/planta (kg)	N° de tubérculos	Profundidad de yemas	Forma	Color de piel	Color de pulpa
PERRICHOLI	1	0.372	28	Superficial	Redondo	Rojo morado	Amarillo
PERRICHOLI	2	0.364	27	Medio	Elíptico	Rojo morado	Amarillo
PERRICHOLI	3	0.406	32	Medio	Oblongo	Rojo	Amarillo
PERRICHOLI	4	0.578	48	Medio	Redondo	Rojo	Amarillo
PERRICHOLI	5	0.633	26	Medio	Elíptico	Rojo	Amarillo intenso

Del total de plantas evaluadas de la familia PERRICHOLI, se seleccionó el 7%. Los rendimientos oscilaron desde 0.364 hasta 0.633 kg.planta⁻¹ respectivamente; esto equivale a un rendimiento estimado de 13 a 23 t.ha⁻¹. Dentro de las características morfológicas del tubérculo presentaron mayormente tubérculos con yemas medias, el color de piel osciló de rojo a rojo morado, y el color de pulpa fue amarillo y amarillo intenso.

Cuadro 12e. Selección de clones de la familia YUNGAY por el peso (kg), número de tubérculos, profundidad de yemas, forma, color de piel y color de pulpa de los tubérculos.

Familia	N° de orden de los clones seleccionados	Peso/planta (kg)	N° de tubérculos	Profundidad de yemas	Forma	Color de piel	Color de pulpa
YUNGAY	1	0.891	30	Superficial	Alargado	Blanco – rojo	Crema
YUNGAY	2	0.484	16	Medio	Comprimido	Blanco - rosado	Crema
YUNGAY	3	0.563	15	Medio	Comprimido	Blanco	Amarillo
YUNGAY	4	0.703	18	Medio	Oblongo alargado	Negruzco	Crema

En la familia YUNGAY se obtuvo en la selección el 5% del total. Los rendimientos de las plantas seleccionadas oscilaron de 0.484 hasta 0.891 kg.planta⁻¹, esto equivale a un rendimiento estimado de 17 a 33 t.ha⁻¹, presentando tubérculos de 0.030 kg para ambos casos. Este tratamiento presento yemas superficiales a medias. El 50% de los clones seleccionados presentaron forma comprimido y el 25% forma alargado y el resto oblongo alargado. Los colores fueron blanco, blanco - rosado, blanco - rojo y negruzco, esto debido a la segregación y en la pulpa fue crema y amarillo.

V. CONCLUSIONES

- La tecnología de semilla sexual de papa, mostro buen comportamiento agronómico bajo condiciones de producción en Sierra Central, pero no es competitivo frente al tubérculo semilla. Todos los tratamientos mostraron alto porcentaje de establecimiento, considerando esta respuesta al uso de cápsulas de enraizamiento y a la adecuada humedad del substrato y el suelo al momento del trasplante. Durante su desarrollo vegetativo las familias ATZIMBA x CCOMPIS y YUNGAY fueron superiores en altura de planta, número de tallos principales y vigor de planta. La familia SERRANITA x TPS-13 obtuvo en estas variables los resultados más bajos o inferiores.
- Las progenies híbridas de ATZIMBA x CCOMPIS presentaron resultados superiores dentro de los componentes de rendimiento. Obtuvo el primer lugar en la variable altura de planta obteniendo un promedio de 40,93 cm, para el número de tallos por planta ocupó el segundo lugar presentado 5 tallos, su vigor de planta fue calificado como “buen vigor”, y por último produjo 20,5 tubérculos/planta. Estos resultados permitieron obtener un rendimiento de 0,613 kg.planta⁻¹ (22,7t.ha⁻¹). Así mismo, las progenies de la autofecundación de YUNGAY ocupó el segundo lugar en altura promedio de planta de 40,86 cm; para el número promedio de tallos secundarios ocupó el primer lugar con 5 tallos, para el vigor de planta presentó el primer lugar, calificándose como “buen vigor”, para el número de tubérculos por planta tuvo un promedio de 25 tubérculos. El rendimiento obtenido fue de 0,728 kg.planta⁻¹, esto equivale a un rendimiento estimado de 26,9 t.ha⁻¹. Es necesario resaltar que la autofecundación de PERRICHOLI superó estadísticamente en el número de tubérculos a las demás familias, produciendo 27,5 tubérculos por planta. Algunas progenies de AMARILIS x CO5LG4-13.5 mostraron

menor variabilidad en el rendimiento que llegaron a pesar 1,007 y 1,281 kg.planta⁻¹ respectivamente (37,3 y 47,4 t.ha⁻¹), número de tubérculos por planta de 15 a 20, de forma comprimido y oblongo, de yemas superficiales.

- Atzimba x Ccompis y Yungay fueron clones escogidos para difundir la tecnología, debido a su rapidez y uniformidad en germinar, vigor de planta y rendimiento por planta. Se seleccionaron clones de la familia ATZIMBA x CCOMPIS en 7.5% equivalente a 6 clones. En la familia AMARILIS x CO5LG4-13.5 se seleccionó el 8.75% (7 clones). Dentro de la familia SERRANITA x TPS-13 se seleccionó el 7.5% (6 clones). En la familia PERRICHOLI, se seleccionó el 7% equivalente a 5 clones. Dentro de la familia Yungay se obtuvo en la selección el 5% del total (4 clones).

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de tierra negra como sustrato para el almácigo, puesto que permite asegurar mayor cantidad de plantas vigorosas, que luego tendrán buena capacidad de recuperación al trasplante.
- Realizar réplicas del presente trabajo de investigación en diferentes zonas de producción de papa de la Sierra Central.
- Emplear el uso de la semilla sexual para la producción de papa, principalmente para programas de mejoramiento genético debido a que la segregación produce tubérculos de diferentes tamaños, formas y colores.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. **Achata, P. A. (CIP).** 1985. Evaluación económica del potencial de adopción de semilla botánica de papa en la costa central del Perú. Lima, Perú. 342p.
2. **Altet, G. A.** 2000. Evaluación de clones segregantes de tres familias TPS y cultivares comerciales de papa en costa central. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Lima, Perú. 100p.
3. **Anónimo.** S/F. Cadenas Productivas Agrícolas de Calidad (CAPAC) - Perú, Manual técnico de las variedades modernas. Revisado el 14 de Octubre del 2013. Disponible en: [:http://www.capacperu.org/manual_tecnico/03_var_modernas.htm](http://www.capacperu.org/manual_tecnico/03_var_modernas.htm)
4. **Anónimo.** 1991. Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Revisado el 21 de setiembre del 2013. Disponible en: www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-papa.pdf.
5. **Arce, F.** 2002. El cultivo de la patata. Madrid – España. P. 41- 45.
6. **Cabello, R. Hidalgo, O. Falcon, R. Uphadya, M.** 1995. Producción de semilla sexual en condiciones de Huancayo (Sumario CIP).
7. **Centro Internacional de la Papa.** 1999. Informe anual CIP 1999.
8. **Centro Internacional de la Papa.** 2013. Informe anual CIP 2013. Lima, Perú. 258p.
9. **Egúsqüiza, B. R.** 2000. LA PAPA Producción Transformación y Comercialización. UNALM. Perú.
10. **Gómez, R.,** 2006. Guía para las caracterizaciones morfológicas básicas en colecciones de papas nativas. Pp.26-50 in: Manual para Caracterización in Situ de Cultivos Nativos. Estrada, R., T.Medina y A. Roldan (Eds.). INIA, Lima, Perú.
11. **Golmirzaie, A.; Serquen, F.; Ortiz, R. (CIP).** 1990. Evaluación de tres generaciones de polinización libre en seis progenies de papa

- (*Solanum tuberosum* L.) provenientes de semilla (sexual). Revista Latinoamericana de la Papa. (Colombia). V 3 (1): 13-19.
12. **Hawkes, J. G.** 1990. THE POTATO: Evolution, Biodiversity and Genetic Resources. Smithsonian Institution Press. Washington D.C. 259 p.
 13. **Huamán, Z.** 1994. Botánica Sistemática y Morfología de la papa en Compendio de Información Técnica. Serie, Manual (8). Lima, Perú. p 5 - 23.
 14. **INIA.** 2009. Descriptores mínimos de papa (*Solanum* sp.) para el registro nacional de la papa nativa peruana. Instituto de innovación agraria. Primera edición. Lima, Perú. 18p.
 15. **INIA - CIP.** 2012. Catálogo de nuevas variedades de papa: sabores y colores para el gusto peruano. Lima, Perú.
 16. **INEI.** 2013. Producción nacional de papa entre los años 2004-2013. Revisado el 04 de agosto del 2013. Disponible en: www.inei.gob.pe
 17. **Malagamba, P.** 1992. Evaluación de tecnología agronómica para producción de papa a partir de semilla botánica. CIP. Lima, Perú. 20 p.
 18. **Muñoz T. C., Estaña G. W.** 2012. Diversidad y Variabilidad Genética de Papa Nativa en Puno. Dirección Regional Agraria Puno Producido por el Equipo técnico del "Proyecto Mejoramiento de Capacidades Técnico Productivas para la Competitividad de los Cultivos Andinos de Papa Nativa, Haba y Cañihua en la Región Puno." Primera Edición.
 19. **Osorio, P.G.** 2000. Glosario de estadística y diseños experimentales. Facultad de Agronomía. UNCP, Primera edición. Huancayo, Perú. 40 p.
 20. **Osorio, P.G; y B. Rosales.** 2008, Producción de papa a partir de semilla sexual - Centro de Investigación de Cultivos Agrícolas (CICA).
 21. **Osorio, P.G.** 2010. La papa en la Sierra Central del Perú. Centro de Investigación de Cultivos Agrícolas (CICA). Huancayo, Perú.

- 22. Pallais, N.** 1989. Research on the production of hybrid true potato seed. Tercer Curso Internacional de Producción y Almacenamiento de Semilla de Papa. Chile, Estación Experimental Remehue, INIA. 232p.
- 23. Pallais, N. Moreira, Rojas.** 1995. Taller regional sobre semilla sexual de papa (SSP). Matagalpa -Nicaragua. 15-21 p. Journal report.
- 24. Poehlman, J. M; Sleper, D. A.** 2005. Mejoramiento genético de las cosechas. Segunda edición. Editorial Limusa S.A. México. 511 p.
- 25. Ríos, A. C.** 1985. Evaluación de métodos agronómicos para el mejor establecimiento de plántulas de semilla botánica de papa. Universidad Nacional del Centro del Perú. Tesis (Ing. Agr.). Huancayo - Perú. 87 p.
- 26. Salazar, W. R.** 1997. Evaluación de 54 progenies avanzadas de papa (*Solanum tuberosum* L.) para su adaptación en condiciones de Huancayo. Universidad Nacional del Centro del Perú. Tesis (Ing. Agr.). Huancayo - Perú. 102 p.
- 27. Salazar, M., Zambrano, J. y Valecillos H.** 2008. Evaluación del rendimiento y características de calidad de trece clones avanzados de papa (*Solanum tuberosum* L.). Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario Rafael Rangel, Trujillo. Revista Agricultura Andina (Perú) V 14:101-117
- 28. Sánchez, C.** 2003. Cultivo y Comercialización de la papa. Lima, Perú. p. 74.
- 29. Soplin, H.** 1983. Avances en la fisiología y producción de semilla botánica de papa. Departamento de Fitotecnia - UNA La Molina. Lima, Perú.
- 30. Torres, F; Gonzáles, C; Torres, H; Aguilar, L; Blandón, P.** 1990. Perspectivas del uso de la semilla (sexual) de papa en Nicaragua. Revista Latinoamericana de la Papa. (Colombia)V 3 (1): 41- 55.
- 31. Verástigui, C. G .**1992. Estudio comparativo de la semilla botánica y tubérculo semilla en la producción de papa con la variedad Yungay.

VIII. ANEXOS

9.1 Porcentaje de establecimiento de plántulas en campo

Repet.	TRATAMIENTO					ΣX_j
	1	2	3	4	5	
I	95	100	60	70	90	415
II	95	85	100	100	95	475
III	100	90	90	100	100	480
IV	85	90	70	55	95	395
ΣX_i .	375	365	320	325	380	1765
Prom	93.75	91.25	80	81.25	95	88.25

9.2 Altura de planta (cm)

Repet.	TRATAMIENTO					ΣX_j
	1	2	3	4	5	
I	47.16	30.09	23.8	37.54	35.02	173.61
II	37.64	25.47	33.22	33.16	36.04	165.53
III	38.08	30.1	29.68	37.42	49.38	184.66
IV	40.83	42.44	28.31	39.4	42.99	193.97
ΣX_i .	163.71	128.1	115.01	147.52	163.43	717.77
Prom	40.93	32.03	28.75	36.88	40.86	35.89

9.3 Número de tallos secundarios

Repet.	TRATAMIENTO					ΣX_j
	1	2	3	4	5	
I	5	3	3	5	5	21
II	5	3	3	4	4	19
III	4	2	2	2	5	15
IV	4	5	2	3	5	19
ΣX_i .	18	13	10	14	19	74
Prom	4.50	3.25	2.50	3.50	4.75	3.7

9.4 Número total de tubérculos

Repet.	TRATAMIENTO					ΣX.j
	1	2	3	4	5	
I	25	8	6	35	22	96
II	21	8	8	30	22	89
III	18	9	9	25	29	90
IV	18	19	5	20	27	89
ΣXi.	82	44	28	110	100	364
Prom	20.5	11	7	27.5	25	18.2

9.5 Peso de tubérculos (kg/planta)

Repet.	TRATAMIENTO					ΣX.j
	1	2	3	4	5	
I	0.826	0.354	0.301	0.455	0.470	2.406186
II	0.510	0.318	0.564	0.401	0.493	2.286228
III	0.458	0.355	0.494	0.369	1.150	2.827602
IV	0.658	0.761	0.222	0.418	0.800	2.8602
ΣXi.	2.452684	1.788744	1.58177	1.64335	2.913668	10.380216
Prom	0.613171	0.447186	0.3954425	0.4108375	0.728417	0.5190108

9.6 Caracterización de tubérculos por color, forma, profundidad de yemas y color de pulpa.

9.6.1 Tratamiento 1: Familia ATZIMBA x CCOMPIS

Color de tubérculo			
Color Primario	Color Secundario	Familia	Cantidad (%)
1 Blanco - crema	0 Ausente	ATZIMBA x CCOMPIS	48
1 Blanco - crema	6 Rojo	ATZIMBA x CCOMPIS	24
5 Rosado	0 Ausente	ATZIMBA x CCOMPIS	22.67
6 Rojo	0 Ausente	ATZIMBA x CCOMPIS	5.33

Forma	Familia	Cantidad (%)
1 Comprimido	ATZIMBA x CCOMPIS	64
2 Redondo	ATZIMBA x CCOMPIS	1.33
5 Elíptico	ATZIMBA x CCOMPIS	2.67
6 Oblongo	ATZIMBA x CCOMPIS	24
7 Oblongo – alargado	ATZIMBA x CCOMPIS	8

Profundidad de yemas	Familia	Cantidad (%)
3 Superficial	ATZIMBA x CCOMPIS	8
5 Medio	ATZIMBA x CCOMPIS	28
7 Profundo	ATZIMBA x CCOMPIS	64

Color de pulpa	Familia	Cantidad (%)
1 Blanco	ATZIMBA x CCOMPIS	33
2 Crema	ATZIMBA x CCOMPIS	19
3 Amarillo claro	ATZIMBA x CCOMPIS	11
4 Amarillo	ATZIMBA x CCOMPIS	10
5 Amarillo intenso	ATZIMBA x CCOMPIS	2

9.6.2 Tratamiento 2: Familia AMARILIS x CO5LG4-13.5

Color de tubérculo			
Color Primario	Color Secundario	Familia	Cantidad (%)
1 Blanco - crema	0 Ausente	AMARILIS x CO5LG4-13.5	69.01
1 Blanco - crema	6 Rojo	AMARILIS x CO5LG4-13.5	22.06
2 Amarillo	0 Ausente	AMARILIS x CO5LG4-13.5	4.41
5 Rosado	0 Ausente	AMARILIS x CO5LG4-13.5	2.94
6 Rojo	0 Ausente	AMARILIS x CO5LG4-13.5	1.6

Forma	Familia	Cantidad (%)
1 Comprimido	AMARILIS x CO5LG4-13.5	2.94
2 Redondo	AMARILIS x CO5LG4-13.5	2.94
4 Obovado	AMARILIS x CO5LG4-13.5	5.88
6 Oblongo	AMARILIS x CO5LG4-13.5	75
7 Oblongo - alargado	AMARILIS x CO5LG4-13.5	13.24

Profundidad de yemas	Familia	Cantidad (%)
3 Superficial	AMARILIS x CO5LG4-13.5	64.71
5 Medio	AMARILIS x CO5LG4-13.5	35.29

Color de pulpa	Familia	Cantidad (%)
1 Blanco	AMARILIS x CO5LG4-13.5	16.18
2 Crema	AMARILIS x CO5LG4-13.5	23.53
3 Amarillo claro	AMARILIS x CO5LG4-13.5	23.53
4 Amarillo	AMARILIS x CO5LG4-13.5	27.94
5 Amarillo intenso	AMARILIS x CO5LG4-13.5	8.82

9.6.3 Tratamiento 3: SERRANITA x TPS-13

Color de tubérculo			
Color Primario	Color Secundario	Familia	Cantidad (%)
1 Blanco - crema	0 Ausente	SERRANITA x TPS-13	81.25
1 Blanco - crema	6 Rojo	SERRANITA x TPS-13	3.13
5 Rosado	0 Ausente	SERRANITA x TPS-13	9.38
8 Morado	0 Ausente	SERRANITA x TPS-13	6.25

Forma	Familia	Cantidad (%)
1 Comprimido	SERRANITA x TPS-13	3.12
6 Oblongo	SERRANITA x TPS-13	81.25
7 Oblongo - alargado	SERRANITA x TPS-13	15.63

Profundidad de yemas	Familia	Cantidad (%)
3 Superficial	SERRANITA x TPS-13	53.13
5 Medio	SERRANITA x TPS-13	40.63
7 Profundo	SERRANITA x TPS-13	6.25

Color de pulpa	Familia	Cantidad (%)
1 Blanco	SERRANITA x TPS-13	71.88
2 Crema	SERRANITA x TPS-13	3.12
3 Amarillo claro	SERRANITA x TPS-13	12.5
4 Amarillo	SERRANITA x TPS-13	12.5

9.6.4 Tratamiento 4: PERRICHOLI

Color de tubérculo			
Color Primario	Color Secundario	Familia	Cantidad (%)
1 Blanco – crema	0 Ausente	PERRICHOLI	4.62
1 Blanco – crema	6 Rojo	PERRICHOLI	1.54
5 Rosado	0 Ausente	PERRICHOLI	3.08
5 Rosado	1 Blanco – crema	PERRICHOLI	1.54
6 Rojo	0 Ausente	PERRICHOLI	21.54
7 Rojo – morado	0 Ausente	PERRICHOLI	66.15
9 Negruzco	0 Ausente	PERRICHOLI	1.54

Forma	Familia	Cantidad (%)
1 Comprimido	PERRICHOLI	9.23
2 Redondo	PERRICHOLI	9.23
4 Obovado	PERRICHOLI	3.08
6 Oblongo	PERRICHOLI	41.54
7 Oblongo - alargado	PERRICHOLI	36.92

Profundidad de yemas	Familia	Cantidad (%)
3 Superficial	PERRICHOLI	24.62
5 Medio	PERRICHOLI	47.69
7 Profundo	PERRICHOLI	27.69

Color de pulpa	Familia	Cantidad (%)
1 Blanco	PERRICHOLI	24.62
2 Crema	PERRICHOLI	33.85
3 Amarillo claro	PERRICHOLI	21.54
4 Amarillo	PERRICHOLI	13.85
5 Amarillo intenso	PERRICHOLI	6.15

9.6.5 Tratamiento 5. Familia YUNGAY

Color de tubérculo			
Color Primario	Color Secundario	Familia	Cantidad (%)
1 Blanco – crema	0 Ausente	YUNGAY	48.68
1 Blanco – crema	6 Rojo	YUNGAY	17.11
2 Amarillo	0 Ausente	YUNGAY	2.64
5 Rosado	0 Ausente	YUNGAY	5.26
6 Rojo	0 Ausente	YUNGAY	14.48
7 Rojo – morado	0 Ausente	YUNGAY	6.58
8 Morado	0 Ausente	YUNGAY	3.95
9 Negruzco	0 Ausente	YUNGAY	1.32

Forma	Familia	Cantidad (%)
1 Comprimido	YUNGAY	25
2 Redondo	YUNGAY	14.47
3 Ovalado	YUNGAY	1.32
4 Obovado	YUNGAY	5.26
5 Elíptico	YUNGAY	5.26
6 Oblongo	YUNGAY	23.68
7 Oblongo - alargado	YUNGAY	15.79
8 Alargado	YUNGAY	9.21

Profundidad de yemas	Familia	Cantidad (%)
3 Superficial	YUNGAY	28.95
5 Medio	YUNGAY	36.84
7 Profundo	YUNGAY	34.21

Color de pulpa	Familia	Cantidad (%)
1 Blanco	YUNGAY	5.26
2 Crema	YUNGAY	50
3 Amarillo claro	YUNGAY	11.84
4 Amarillo	YUNGAY	11.84
5 Amarillo intenso	YUNGAY	21.05