

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**T E S I S**

**Producción de tubérculos a partir de semilla sexual de papa (*Solanum tuberosum*) de cuatro variedades obtenidas a partir de polinización abierta**

**Yanahuanca. Daniel Alcides Carrión**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Agrónomo**

**Autor:**

**Bach. Yaky GABRIEL DIAZ**

**Asesor:**

**Mg. Fidel DE LA ROSA AQUINO**

**Cerro de Pasco - Perú - 2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**T E S I S**

**Producción de tubérculos a partir de semilla sexual de papa (*Solanum tuberosum*) de cuatro variedades obtenidas a partir de polinización abierta**

**Yanahuanca. Daniel Alcides Carrión**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Dr. Carlos Adolfo DE LA CRUZ MERA**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. Fernando James ALVAREZ RODRIGUEZ**  
**MIEMBRO**

---

**Dr. Manuel Jorge CASTILLO NOLE**  
**MIEMBRO**



**Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Unidad de Investigación**

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 103-2023/UIFCCAA/V**

---

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por

**GABRIEL DIAZ, Yaky**

Escuela de Formación Profesional

**Agronomía – Yanahuanca**

Tipo de trabajo

**Tesis**

**Producción de tubérculos a partir de semilla sexual de papa  
(*Solanum tuberosum*) de cuatro variedades obtenidas a  
partir de polinización abierta Yanahuanca. Daniel Alcides**

**Carrión**

Asesor

**Mg. Fidel DE LA ROSA AQUINO**

Índice de similitud

**16%**

Calificativo

**APROBADO**

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti plagio.

Cerro de Pasco, 18 de diciembre de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

*Dr. Luis A. Huanes Tovar*  
Director

c.c. Archivo  
LHT/UIFCCAA

## **DEDICATORIA**

Con todo cariño y amor dedico este trabajo a Dios que en todo momento supo ayudarme a cumplir todos mis metas y objetivos propuestos por mi persona, de igual forma con mucho cariño a mis padres, quienes me apoyaron en todo momento con sus sabias enseñanzas, sin olvidar de mis hermanos, quienes siempre me apoyaron en todo momento de mis estudios superiores.

**Yaky Gabriel Diaz**

## **AGRADECIMIENTO**

¡A Dios! por haber hecho posible la culminación de mis estudios universitarios.

Quiero dejar constancia de un sincero agradecimiento a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela Profesional de Agronomía, por darnos la oportunidad de estudiar y ser parte de ella, porque gracias a su cariño, guía, apoyo, amor y confianza depositado hemos logrado terminar nuestros estudios que constituyen el regalo más grande que pudiéramos recibir por lo cual viviremos eternamente agradecidos.

De manera especial quiero dejar constancia de nuestro agradecimiento leal y profundo reconocimiento al Mg. Fidel DE LA ROSA AQUINO, asesor de la presente tesis, quien me guio en la planificación, desarrollo y culminación de esta tesis de título profesional.

## RESUMEN

Con el propósito de determinar la efectividad de los fertilizantes a base de nitrógeno en papa, se ejecutó el trabajo teniendo como objetivo: estudiar las características fenológicas de la papa a la aplicación de fertilizantes nitrogenados, en condiciones del distrito de Yanahuanca, se utilizó el diseño completo randomizado, se aplicó diferentes dosis de fertilización nitrogenada más un testigo en cuanto a rendimiento la aplicación de 320 kilogramos por hectárea de nitrógeno reporta 75.55 t/ha. concierne a las particularidades agronómicas del cultivo de la papa como son: tamaño de las plantas, diámetro de frutos, número de tubérculos por planta, tubérculos por tratamiento y rendimiento por hectárea el T5 (320 kilogramos de nitrógeno por hectárea) reporta los mejores datos con 8.1 tubérculos; 2.27 kilogramos; 90.67 kilogramos y 75.55 t/, el T4 (240 kilogramos de nitrógeno por hectárea) obtuvo 39 tubérculos por planta, se recomienda 320 kg. ha-1 de nitrógeno por haber obtenido la producción de 75.55 t/ha, realizar otros trabajos similares en diferentes localidades, de igual forma realizar trabajos con diferentes dosis de nitrógeno y en otras variedades de papa.

**Palabras claves:** Cultivo de papa y fertilización nitrogenada.

## **ABSTRACT**

With the purpose of determining the effectiveness of nitrogen-based fertilizers in potatoes, the work was carried out with the objective of: studying the phenological characteristics of potatoes to the application of nitrogenous fertilizers, in conditions of the Yanahuanca district, the design was used. completely randomized, different doses of nitrogen fertilization were applied plus a witness in terms of yield, the application of 320 kilograms per hectare of nitrogen reports 75.55 t/ha. Regarding the agronomic particularities of potato cultivation, such as: plant size, fruit diameter, number of tubers per plant, tubers per treatment and yield per hectare, T5 (320 kilograms of nitrogen per hectare) reports the best data with 8.1 tubers; 2.27 kilograms; 90.67 kilograms and 75.55 t/, T4 (240 kilograms of nitrogen per hectare) obtained 39 tubers per plant, 320 kg is recommended. ha-1 of nitrogen for having obtained a production of 75.55 t/ha, carrying out other similar works in different locations, in the same way carrying out works with different doses of nitrogen and in other potato varieties.

Key word: Potato cultivation and nitrogen fertilization.

## INTRODUCCIÓN

La papa es el tercer cultivo más importante en el mundo después del arroz y el trigo en término de consumo humano Viser et al (2011). Más de 1 billón de personas en todo el mundo comen papa, y la producción total excede los 300 millones de toneladas métricas FAO (2010)

La papa fue introducida a Europa en 1580, procedente de América, siendo después diseminada por todo el mundo. Es uno de los cultivos de mayor importancia mundial, y ocupa el cuarto lugar entre los diez principales. Seleccionada y mejorada por los países desarrollados, la papa regresó a donde se originó, condicionando a muchos países a importar material de siembra (semillas) y, en consecuencia, a depender de ellos. Pymerural (2013)

Como cultivo, la papa tiene gran potencial para contribuir a solucionar problemas de escasez de alimentos a corto plazo, con mayor ventaja y rentabilidad sobre otros productos tradicionales debido a que su productividad por unidad de superficie en términos de caloría es más elevada que el arroz y el trigo (Christiansen, 1980).

La papa, tubérculo tanpreciado en nuestro país desde tiempos del incanato hasta la actualidad, donde se posiciona como el cuarto alimento más importante para la humanidad, después de los cereales (trigo, el arroz y maíz). La papa es considerada como alimento base en la canasta básica y su consumo es indispensable porque contribuye con proteínas, energía, minerales y vitaminas; porque está adecuado a las situaciones culturales del habitante de la serranía, siendo su producción una actividad tradicional en el valle del Mantaro Apaclla (2018).

En la actualidad el agricultor peruano, especialmente en nuestra sierra andina está olvidado por parte de las entidades gubernamentales en dar el apoyo técnico en la siembra, conservación y comercialización de sus productos de pan llevar. Dentro de las

alternativas de solución, para paliar la desnutrición andina, es utilizando semilla sexual de papa para sembrar áreas pequeñas para su autoconsumo, porque es de fácil manejo, traslado de la semilla de un lugar a otro y de bajo costo Apaclla (2018).

El uso de semilla botánica para la producción de mini tubérculos-semilla, reduce los costos y simplifica las labores de almacenamiento y transporte para la producción. Con la semilla botánica los costos disminuyen por que se obtienen en las propias áreas de siembra y se calcula que 100 g de semilla botánica sustituye a 2 toneladas métricas de tubérculo semilla (CIP, 1985).

En la búsqueda de alternativas para mejorar la productividad de la papa en países en desarrollo, el Centro Internacional de la Papa (CIP) ha investigado la posibilidad del uso de la semilla sexual de papa. La tecnología generada ha sido evaluada en más de 50 países y a la fecha, en China, India, Bangladesh, Filipinas, Egipto, Nicaragua, Paraguay y Perú, están utilizando la semilla sexual en producción comercial de papa (Torres & Lanuza, 1996).

Al utilizar la semilla sexual de papa en primera instancia se ahorrará el costo del tubérculo semilla y en segundo lugar, se aprovechará para obtener clones prebásicos y que éstas si son seleccionadas técnicamente, incrementará la variabilidad genética de este cultivo y por lo tanto, los beneficiados serán directamente los agricultores, de tal manera, podrán incrementar sus semillas en calidad de prebásica y no tendrán problemas de degeneración varietal o clonal de sus papas. En lo económico permite adicionar ingresos a la economía familiar y comercial generado por la demanda de su consumo y en lo científico servirá como materia de estudio para siguientes investigaciones, en tal circunstancia se planteó el siguiente objetivo: Evaluar la producción de los tubérculos a partir de la semilla sexual en cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum*) a partir de la polinización abierta en el distrito de Yanahuanca.

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

### CAPITULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema .....	1
1.2.	Delimitación de la investigación .....	2
1.2.1.	Delimitación espacial .....	2
1.2.2.	Delimitación temporal .....	2
1.2.3.	Delimitación social.....	3
1.3.	Formulación del problema.....	3
1.3.1.	Problema general .....	3
1.3.2.	Problemas específicos .....	3
1.4.	Formulación de objetivos .....	3
1.4.1.	Objetivo general .....	3
1.4.2.	Objetivos específicos.....	3
1.5.	Justificación de la Investigación.....	3
1.6.	Limitaciones de la investigación .....	5

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio .....	6
------	-------------------------------	---

2.2.	Bases teóricas - científicas.....	8
2.2.1.	El cultivo de papa .....	8
2.2.2.	Valor nutritivo y sanidad alimentaria .....	9
2.2.3.	Importancia económica .....	10
2.2.4.	El tubérculo .....	11
2.2.5.	Semilla sexual de papa .....	11
2.2.6.	Importancia de la semilla sexual .....	12
2.2.7.	Importancia de la producción de papa por semilla sexual.....	14
2.2.8.	Tipos de semilla sexual.....	16
2.2.9.	Almacenamiento de semilla sexual .....	17
2.2.10.	Ventajas y desventajas de la producción de papa por semilla sexual .....	18
2.2.11.	Fuentes de semilla sexual de papa .....	19
2.2.12.	Producción de semilla sexual .....	21
2.2.13.	Labores culturales.....	24
2.2.14.	Producción de semillas .....	26
2.2.15.	Extracción y procesamiento de la semilla .....	27
2.2.16.	Ventajas y desventajas del uso de la semilla sexual de papa .....	27
2.3.	Definición de términos básicos .....	28
2.4.	Formulación de hipótesis.....	29
2.4.1.	Hipótesis general .....	29
2.4.2.	Hipótesis específicas .....	29
2.5.	Identificación de variables.....	29
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores .....	30

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1.	Tipo de investigación.....	31
3.2.	Nivel de investigación .....	31
3.3.	Método de investigación.....	31
3.4.	Diseño de investigación.....	32
3.5.	Población y muestra .....	32
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	32
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	33
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	33
3.9.	Tratamiento estadístico .....	33
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica .....	33
3.10.1.	Autoría .....	33

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1.	Descripción de trabajo de campo .....	34
4.1.1.	Ubicación del campo experimental .....	34
4.1.2.	Ubicación geográfica.....	34
4.1.3.	Ubicación política.....	34
4.1.4.	Estudio del suelo.....	35
4.1.5.	Definición de resultados .....	35
4.1.6.	Datos climatológicos .....	35
4.1.7.	Registro de datos .....	36
4.1.8.	Manejo del experimento .....	37
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	40

4.2.1. Porcentaje de emergencia .....	40
4.2.2. Altura de plantas .....	41
4.2.3. Número de tallos por planta .....	42
4.2.4. Diámetro de tubérculos.....	43
4.2.5. Número de tubérculos por planta .....	44
4.2.6. Peso de tubérculos por planta .....	45
4.2.7. Peso de tubérculos por tratamiento.....	46
4.2.8. Rendimiento en toneladas por hectárea.....	47
4.3. Prueba de hipótesis .....	48
4.4. Discusión de resultados .....	48
4.4.1. Porcentaje de emergencia .....	48
4.4.2. Altura de plantas.....	49
4.4.3. Número de tallos por planta .....	49
4.4.4. Número de tubérculos por planta .....	50
4.4.5. Peso de tubérculos por planta .....	51
4.4.6. Rendimiento por hectárea.....	52

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cálculo de variables.....	30
Tabla 2 Resultados de los análisis .....	35
Tabla 4 Varianza para porcentaje de emergencia.....	40
Tabla 5 Varianza para altura de plantas (m) .....	41
Tabla 6 Varianza para número de tallos por planta.....	42
Tabla 7 Varianza para diámetro de tubérculos (cm) .....	43
Tabla 9 Varianza para número de tubérculos por planta.....	44
Tabla 10 Varianza para peso de tubérculos por planta .....	45
Tabla 12 Varianza para peso de tubérculos por tratamiento .....	46
Tabla 13 Varianza para rendimiento en toneladas por hectárea (t/ha).....	47

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Croquis experimental .....	32
Figura 2 Porcentaje de emergencia.....	40
Figura 3 Altura de plantas.....	41
Figura 4 Número de tallos por planta .....	42
Figura 5 Número de tubérculos por planta .....	44
Figura 6 Peso de tubérculos por tratamiento .....	46
Figura 7 Peso de tubérculos por hectárea .....	47

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

La papa se cultiva en clima templado, subtropical y tropical. Es ya el tercer cultivo alimenticio más importante del mundo después del trigo y el arroz. Su principal importancia económica radica en la eleva capacidad para producir energía por unidad de superficie. Este cultivo se planta en más de 130 países donde habitan las tres cuartas partes de la población mundial.

La utilización de semilla botánica como medio de propagación de la papa despierta el interés por el estudio del comportamiento de su floración, fructificación y cuajado del fruto. En la papa, estos caracteres sexuales reproductivos son gobernados por varios factores que incluyen el fotoperíodo, la temperatura, la humedad, el estado nutricional de la planta y la variedad.

La provincia de Daniel Alcides Carrión es una zona netamente agrícola en la cual se destaca el cultivo de papa, dentro de los parámetro de producción de este cultivo uno de los más importantes es la semilla, ya que de esta dependerá la producción dentro de un nuevo ciclo del cultivo; la selección de semilla es

realizada en el campo por los agricultores, y al existir un desconocimiento entre los agricultores sobre los parámetros técnicos óptimos que se debe tener en cuenta en la selección de tubérculo semilla, disminuye la productividad, incrementa sus costos de producción, debido a que la mayoría de plantas que emergen son más susceptibles al ataque de plagas y enfermedades lo que acarrea mayores gastos para el agricultor por la compra de agroquímicos.

Actualmente registran escasos proveedores de semilla, inclusive no hay mejoramiento ni generación de variedades de papa que cumpla con los estándares de calidad debido a que los mismos agricultores producen la semilla, la cual puede ser un foco de infección de plagas y enfermedades, además la producción se verá reducida por el envejecimiento de la semilla la cual ha disminuido su potencial genético.

Observando todas estas limitaciones en cuanto a mejorar los rendimientos de la papa utilizando semillas botánicas se planteó a la ejecución del presente trabajo de investigación buscando mejorar la economía del poblador rural.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

### **1.2.1. Delimitación espacial**

Esta investigación se llevó a cabo en la localidad de Yanahuanca ubicada a dos kilómetros de la plaza en el lugar denominado Tinyacu sobre el margen derecho del río Chaupihuaranga, ubicado en la Provincia de Daniel Alcides Carrión.

### **1.2.2. Delimitación temporal**

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo durante los meses de diciembre 2020 al mes de mayo del 2021.

### **1.2.3. Delimitación social.**

Para la realización de esta investigación se trabajó con el equipo humano; quienes son el asesor de la tesis, familiares cercanos al tesista y la tesista

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿Cuál es la producción de tubérculos a partir de semilla sexual de papa (*Solanum tuberosum* L) de cuatro variedades obtenidas a partir de polinización abierta?

### **1.3.2. Problemas específicos**

¿Cuál es el comportamiento agronómico de tubérculos a partir de semilla sexual de papa (*Solanum tuberosum* L) de cuatro variedades obtenidas a partir de polinización abierta?

## **1.4. Formulación de objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar la producción de tubérculos a partir de semilla sexual de papa (*Solanum tuberosum* L) de cuatro variedades obtenidas a partir de polinización abierta en el distrito de Yanahuanca.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el comportamiento agronómico de cuatro variedades de papa procedente de semilla sexual obtenidas a partir de polinización abierta
- Determinar la variedad que produce mayor peso procedente de semilla sexual.

## **1.5. Justificación de la Investigación**

La papa se produce en los diferentes Centros Poblados, caseríos y estancias del distrito de Yanahuanca, constituyéndose el cultivo de mayor

prioridad de los pobladores, las variedades cultivadas son Yungay, Amarilis y las variedades tradicionales.

La semilla es el insumo más importante en cualquier proceso de producción, la condición básica para obtener niveles de productividad elevados es lograr que los tubérculos-semillas, alcancen el estado de brota miento más adecuado al momento de la siembra. El tubérculo-semilla es el órgano responsable de dar origen a una nueva planta, de su calidad depende en gran parte el rendimiento final y la calidad de la semilla (Peña, 2007).

Una alternativa para producir semilla de papa de calidad, es la técnica de multiplicación acelerada, como solución a los problemas que presentan los agricultores en la adquisición de semilla, esta técnica presenta las siguientes ventajas: se logra obtener varias plantas de un solo tubérculo o de una planta, aumenta la producción de semilla mejorando el biotipo de la semilla, usa una menor área de cultivo, por la mayor densidad de superficie. Las semillas de papa obtenidas a través de esta técnica son de excelente calidad y sanidad.

El uso de métodos de multiplicación acelerada de propagación de tubérculo semilla en papa, permitió determinar la eficiencia de cada uno de ellos en la obtención de semilla de calidad, métodos que ya validados pueden integrar el proceso de generación de semilla certificada en los centros de investigación agrícola de la región andina, ya que es importante validar cada método con el fin de ser eficientes desde el punto de vista, económico y productivo en la generación de semilla. Coral (2016)

Según Meléndez y Quevedo (1983) el utilizar diferentes métodos de multiplicación de semilla se logra aumentar las tasas de multiplicación, aumento

en vigor de semilla, contrarresta agentes patógenos como plagas y enfermedades, y el nivel del costo es contrarrestado con la cantidad de semilla producida.

#### **1.6. Limitaciones de la investigación**

Durante el proceso de la instalación del presente trabajo de investigación se tuvieron las siguientes limitaciones:

- El agua de riego
- Presencia de sequias largas por el cambio climático

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

Miranda (2015), realizó una investigación sobre Producción de tubérculos a partir de semilla sexual de papa (*Solanum tuberosum* L.) obtenida de los tercios de la planta de dos variedades de polinización abierta con el objetivo de Determinar la variedad y tercio de la planta que produce mayor número de tubérculos por planta a partir de semilla sexual, se utilizó 2 factores (variedad y tercios de la planta) con 2 y 3 niveles por factor respectivamente; haciendo un total de 6 tratamientos con 3 repeticiones, se utilizó el diseño de bloques completamente randomizado con parcelas divididas. Los resultados fueron: Las semillas sexuales de papa procedentes de las variedades Perricholi y Yungay, produjeron promedios de 12.72 y 12.18 tubérculos por planta respectivamente, Se obtuvo mayor número de tubérculos con semillas provenientes del tercio medio e inferior, con promedios de 13.62 y 13.32 tubérculos respectivamente, Con la interacción Var. Yungay x Tercio medio, se obtuvo un promedio de 14,11 tubérculos por planta. Las semillas sexuales de papa procedentes de las

variedades Perricholi y Yungay, produjeron promedios de 0.614 (22.7 t.ha<sup>-1</sup>) y 0,556 (20.6 t.ha<sup>-1</sup>) kg por planta respectivamente, Se obtuvo mayor peso de tubérculos con semillas provenientes del tercio inferior, con un promedio de 0.700 kg por planta (25.9 t.ha<sup>-1</sup>), Con las interacciones Perricholi x Tercio inferior y Yungay x Tercio inferior, se obtuvo rendimientos promedios de 0.743 y 0.660 kg por planta respectivamente, haciendo un estimado de 27.5 y 24.4 t.ha<sup>-1</sup> respectivamente. Las semillas sexuales de las variedades Perricholi y Yungay, no marcaron diferencias en el número de semillas por baya, porcentaje de emergencia, porcentaje de establecimiento, altura de planta, vigor de planta, área foliar, número de tubérculos por planta y peso de tubérculos por planta. Las semillas sexuales procedentes de los tercios medios e inferior, del mismo modo, tuvieron mejor comportamiento en todas las variables estudiadas. Las semillas sexuales procedentes del tercio superior de la planta tuvieron bajo comportamiento en las variables de número de semillas por baya, altura de planta, vigor de planta, área foliar y peso de tubérculos por planta

López (2018), realizó un trabajo sobre densidad de siembra de semilla sexual de papa los objetivos fueron: determinar cuál de las densidades de siembra tiene mayor peso de tubérculos, se empleó el diseño de bloques completamente randomizado, los resultados fueron: se obtiene mayor peso de tubérculos por planta cuando se utiliza 2 semillas sexuales por capsulas de enraizamiento con 1,049 kg por planta, con un estimado de 38518,48 kg. ha<sup>-1</sup>. cuando se utiliza 3 y 1 semilla sexual de papa por cápsula de enraizamiento se obtienen 0,960 y 0,830 kg por planta, con un estimado de producción por ha de 35555,52 y 30740,71 kg respectivamente. Se obtienen mayor número de tubérculos con el tratamiento 4(4 semillas sexual por cápsula de enraizamiento) con un promedio de 23 tubérculos

seguidos del tratamiento 3 y 2 (semillas por cápsula de enraizamiento semillas) con promedio de 17,33 y 13.33 tubérculos por planta respectivamente. Se obtiene mejor uniformidad y de mayor peso de tubérculos con el tratamiento 2 (2 semillas por cápsula de enraizamiento) con promedio de 78 gramos por tubérculo, seguido de los tratamientos 1 y 3 (semillas por cápsula de enraizamiento) con promedio de peso de 70 y 56 gramos por tubérculo. En el porcentaje de establecimiento en el campo definitivo los tratamientos en estudio no mostraron significación estadística oscilando de 94.45 al 98.89 % respectivamente. Los tratamientos 1, 2 y 3 (semilla por cápsula de enraizamiento), tuvieron alturas promedias de 0,66; 0,60 y 0,52 m respectivamente resultando el de menor porte el tratamiento 4(4semillas por cápsula de enraizamiento) con una altura promedio de 0,48 m, esto indica que a mayor número de semillas por cápsula la altura de planta es menor. papa (*Solanum tuberosum* L.) en la producción de tubérculos para autoconsumo

## **2.2. Bases teóricas - científicas**

### **2.2.1. El cultivo de papa**

Ministerio de Agricultura y Riego DGCA– (2013), se refiere que la papa es la mayor fuente de alimento nutritivo en el mundo después de los cereales (arroz y trigo), y su producción es alto por unidad de hectárea. La papa se cultiva en 19 departamentos del Perú, desde la costa hasta los 4,200 metros de altura y se compone como alimento base de la población peruana, principalmente de la región andina, su siembra es fuente de ingresos económicos que cualquier otro cultivo, para el agricultor de la región Quechua y Suni y ofrece puestos de trabajo, producido en pequeñas unidades agrarias generando millones de jornales/año, desde la preparación de terreno, siembra, labores culturales, cosecha y

almacenamiento, sin tener en cuenta el empleo que produce en la industrialización y el comercio.

### **2.2.2. Valor nutritivo y sanidad alimentaria**

Confederación Nacional de Productores de Papa de la República Mexicana CONPAPA (2017), señala que la papa es un tubérculo andino que ostenta gran cantidad de carbohidratos, vitaminas y minerales.

Para CONPAPA (2017), la papa es un vegetal de fuente de alimento, que forma parte de la dieta alimenticia de carbohidratos, que puedes ser parte del grupo de las hortalizas y verduras. Solas o acompañando con verduras y/o con comida de origen animal, siendo un alimento muy amplio en nuestro medio. En los países desarrollados su consumo de este preciado tubérculo ha disminuido en estos últimos años, al igual que el pan, falta de realce de las bondades que ofrece nutricionalmente su consumo de este tubérculo que se cultiva en casi todo el mundo para la alimentación de las personas.

CONPAPA (2017), menciona que la gran mayoría de la gente cree que la papa es un producto de bajo en nutrientes. La papa es uno de los tubérculos que contribuye con mayor cantidad de nutrientes que energía para el cuerpo humano. En síntesis, la papa tiene las siguientes características:

Es fuente de vitaminas C y vitaminas del complejo B.

Fuente de minerales, como el potasio.

Componente muy importante para la salud de las personas es los fenoles, libre de grasa.

Muy bajo de azúcares. Una ración de 150 a 300 g de consumo diario de papa suministra de 4 a 8 % de las calorías necesarias para un adulto.

Es de fácil asimilación. Proporciona proteína de alta calidad, a pesar de ser carente de metionina, aminoácido esencial.

### **2.2.3. Importancia económica**

Ministerio de Agricultura – Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos – MINAG - OEEE (2011), opina que después de los cereales trigo, maíz y arroz, la papa es el más consumido en el mundo, ocupando el cuarto lugar y es superior nutricionalmente.

Según MINAG – OEEE (2011), la producción mundial de papa en un 60 % lo producen seis países que son: china 22%, India 10%, Federación Rusa 11%, Ucrania y EE.UU. 6% respectivamente y Alemania el 4%. Otros 13 países entre los que se encuentra el Perú producen el 21 % y el resto del mundo el 19%.

Ministerio de Agricultura - Dirección General de Promoción Agraria - MINAG-DGPA (2002), el cultivo de la papa es el más que contribuye en el Valor Bruto de la Producción Agrícola (VBPA) del Perú. Además, La producción de la papa en la zona de quechua y suni, le genera al agricultor mejores ingresos económicos que cualquier otro cultivar; además genera fuentes de empleo temporal tanto a varones y mujeres en las diferentes labores culturales que se realiza desde su siembra hasta su cosecha y almacenamiento en un promedio de más de 110,000 mil trabajos temporales.

Según MINAG-DGPA (2002), para nuestro país, el valor económico representa el 8% del PBI agropecuario, en ello están incluidos más de 600,000 pequeños y medianos productores andinos de los 19 departamentos del Perú. Su consumo se ha incrementado notablemente, desde el 2001 su consumo per cápita es 54 kg/persona, actualmente su consumo es de 87 kg/per cápita, considerado esta cifra a un bajo en comparación con los demás países donde se promueve su

consumo cuyo promedio alcanza entre 180 y 200 kg por persona al año. Así mismo se observa que rendimiento promedio/ha en el año 2010 se cosecho 13.2 t/ha, produciéndose un promedio de 3, 814 miles de toneladas métricas, en una superficie de 290 mil hectáreas dedicadas a este cultivo.

#### **2.2.4. El tubérculo**

Egúsquiza (2000) dice que, el tubérculo es la porción apical del estolón cuyo crecimiento es fuertemente comprimido u orientado hacia los costados (expansión lateral). El tubérculo de papa es el tallo subterráneo especializado para el almacenamiento de los excedentes de energía (almidón).

#### **2.2.5. Semilla sexual de papa**

Sadik (1990) reporta que, la semilla botánica de papa es aquella que se obtiene por reproducción sexual en el interior de los frutos redondos pequeños y verdes parecidos a tomates inmaduros, llamados bayas, que se desarrollan en las flores polinizadas y fecundadas de la planta de papa.

Egúsquiza (2000) menciona que, como en todas las especies vegetales, la semilla es la estructura botánica con capacidad para regenerar una nueva planta. La semilla sexual, se origina por la unión de gametos sexuales contenidos en el grano de polen (sexo masculino) y el óvulo (sexo femenino). Entonces la semilla sexual es siempre híbrida. Cada semilla sexual combina características de los padres; por esta razón, cada semilla sexual es única y diferente a las otras, aunque procedan de los mismos padres.

Pallais (1995) reporta que, la semilla botánica de papa o TPS (True Potato Seed), se cosecha de las bayas que crecen entre el follaje de la planta de papa. Una planta promedio produce docenas de bayas, cada una de las cuales contiene cientos de diminutas semillas. De aspecto parecido a la semilla del tomate, la

semilla botánica TPS se siembra en almácigos tres a cuatro semanas antes de la temporada de siembra de la papa.

Pymerural (2013), explica que, este tipo de semilla se conoce como semilla verdadera, o botánica. Consiste en la fertilización del ovario de la flor hasta convertirse en un fruto. Por lo general, éste es de forma esférica, pero algunas variedades producen frutos ovoides, o cónicos, de color verde, denominados bayas.

Su utilización para la producción de papa comercial es mínima, pero representa una tecnología que podría convertirse en una excelente alternativa para aquellos pequeños productores que no tienen ninguna posibilidad de acceder a semilla certificada (previa validación).

El número de semillas por fruto llega a más de 200, según la variedad y otros factores. Las semillas son planas, ovaladas y pequeñas, con un promedio de 1,000 a 1,500 semillas por gramo. Este medio de multiplicación, o siembra de semilla verdadera, es conocido a nivel internacional como TPS (true potatoes seed), es de muy buena aceptación como producción para semilla y en el ámbito comercial, en especial en países asiáticos como.

#### **2.2.6. Importancia de la semilla sexual**

Uno de los principales problemas que afectan el cultivo de la papa en la gran mayoría de los países en desarrollo, es la mala calidad de los tubérculos-semilla. En ellos, los tubérculos-semilla de alta calidad fitosanitaria solamente son utilizados por una escasa proporción de los productores, dado el alto costo que representa. Los costos de producción son afectados enormemente por el valor de los tubérculos-semilla, que representan el 30 y 60 % de los costos totales de producción del cultivo. Golmirzaie y Mendoza (1988, citados por Torres, 1997)

expresaron que la semilla sexual o botánica constituye en cierto modo una liberación del rígido modelo de producción de papa, basado en la multiplicación vegetativa de papa semilla desde centros especializados de producción regionales o nacionales ubicados en ámbitos de clima templado, hacia regiones o países dependientes de este insumo.

Debido a la insostenibilidad de los programas de multiplicación vegetativa, instalados en regiones de climas cálidos por la incidencia de factores ambientales desfavorables y presencia de enfermedades durante todo el año, la producción y el consumo de papa son limitados por el elevado costo que demanda la producción de tubérculos semilla de alta calidad y los escasos volúmenes que se obtienen, insuficientes para cubrir la demanda del conjunto de los agricultores.

Pallais y Falcón (1992) expresaron algunas consideraciones que deben tenerse en cuenta para el manejo de la semilla sexual de papa, las cuales citamos a continuación:

- El porcentaje de germinación al séptimo día en alta temperatura (27/40oC) es un parámetro altamente confiable, para poder predecir el vigor de la semilla durante su emergencia y el desarrollo inicial de las plantas después de sembradas en condiciones de campo.
- La semilla debe permanecer siempre almacenada con un bajo contenido de humedad (3-5 %, según el peso seco).
- El reposo, el vigor y la viabilidad de la semilla se preservan mejor cuando es almacenada con un bajo contenido de humedad (5 %) y baja temperatura (150C).

- El reposo de la semilla se puede reducir rápidamente, conservando su vigor y viabilidad, almacenando la semilla con un bajo contenido de humedad (3-4 %) y a mayor temperatura (>30-40°C).
- El reposo, el vigor y la viabilidad de la semilla se pierden rápidamente cuando se almacenan con un alto contenido de humedad (>7 %) y a mayor temperatura (>15°C) después de haberse finalizado el reposo de la semilla en alta temperatura, es conveniente almacenar la semilla en baja temperatura (5°C) para conservar mejor su vigor
- Es necesario identificar los factores que durante la producción (clima-madurez) y poscosecha (tratamientos de desinfección, temperatura y velocidad de secado) puedan estar afectando la intensidad de reposo de la semilla.

#### **2.2.7. Importancia de la producción de papa por semilla sexual**

De todos los insumos que participan en el proceso productivo, la semilla es en general la de mayor importancia y complejidad. Con respecto a la papa, la calidad y sanidad de la semilla constituyen sin lugar a dudas el factor principal para el mejoramiento de la producción y productividad de este cultivo. La baja calidad de la semilla es uno de los elementos determinantes no solo del rendimiento y la calidad de cosecha pobres, sino también de la disminución de la vida útil de variedades nativas y mejoradas (Alarcón, 1994).

La producción de papa de tubérculos-semilla provenientes de semilla botánica, combina el desarrollo rápido de las plantas que normalmente se logran con tubérculos-semilla, con altos niveles de salud de la semilla botánica. Los provenientes de semilla botánica pueden ser producidos en programas nacionales de multiplicación de tubérculos semilla como semilla básica, o también por

agricultores individuales o cooperativistas, pues como es fácil distribuir la semilla botánica a cualquier zona de cultivo de papa, se pueden producir los tubérculos de primera generación como semilla en la proximidad de zonas donde se produce papa de consumo y evitar el transporte de tubérculos-semilla a largas instancias (Wiersema, 1983).

Malagamba (1992) estima que la posibilidad de cultivar papas utilizando semilla sexual es mayor, cuando las siguientes condiciones están presentes en una zona:

- Clima favorable al cultivo durante tres o cuatro meses en el año
- Rendimientos del cultivo generalmente bajos, debido a la alta incidencia de enfermedades transmisibles por el tubérculo-semilla
- Costo de tubérculos para semilla que represente una alta proporción de los costos totales del cultivo
- Abundante mano de obra especializada en prácticas hortícolas
- Campos de cultivo de papa de superficie reducida
- Consumidor que no exija perfecta uniformidad en los tubérculos
- Precio del papa elevado.

Para Aldave (1976), el fruto de la planta de papa tiene las siguientes características:

- Bayas presentan: forma redonda, alargada, ovalada o cónica.
- Su diámetro varía de 1 a 3 cm.
- Color es de: verde, amarillento, marrón rojizo y violeta.
- Las bayas tienen dos lóculos
- Cada baya contiene aproximadamente de 200 y 400 semillas.

- Los frutos se agrupan en racimos terminales. - Una planta puede dar en promedio unas 20 bayas.

Aldave (1976), menciona que la semilla sexual de papa, tiene las siguientes características:

- Son muy pequeñas.
- Son aplanadas de forma arriñonada.
- De colores claros, amarillentos o
- Con diversos tonos de marrón.
- Un gramo puede contener unas 1500 semillas.

Osorio (2008), indica que las semillas sexuales son extraídas de las bayas, luego lavados con agua corriente para separar la semilla del resto del fruto hasta que el agua salga completamente limpia y secadas en un ambiente con sombra.

#### **2.2.8. Tipos de semilla sexual**

Hay cuatro tipos de semilla sexual:

##### **De polinización libre**

Según investigaciones del CIP (1996), las semillas de polinización libre son producidas naturalmente por la autopolinización o polinizadas por insecto. Conociéndose solamente a la madre y la semilla no es buena.

##### **Híbrida**

CIP (1996), reporta que esta semilla se produce con polinización bien registrada, siendo conocidos ambos parentales y la calidad de la semilla son muy buenas.

##### **Sintéticas**

CIP (1996), menciona que, para obtener estas semillas, se siembran en áreas separadas las semillas masculinas y femeninas, para ello se clasifica las

semillas con los mejores caracteres y donde las polinizadas son realizadas por insectos; las obtenidas de este proceso son iguales o mejores a los demás. La inversión en la producción es baja.

### **Híbridos**

De igual forma CIP (1996), menciona para obtener estas semillas se esteriliza la semilla masculina luego se siembra la semilla juntamente con semilla madre, pero intercaladamente; de igual modo la polinización es realizada por los insectos y solo se cosechan las semillas de las bayas femeninas, costo de inversión es alto.

#### **2.2.9. Almacenamiento de semilla sexual**

Aldave (1976), menciona que las semillas se deben guardar en sobres de papel en un lugar fresco, seco y con poca luz hasta su utilización. Se sabe que las semillas tienen una latencia que varía entre 4 y 9 meses lo cual depende del genotipo y las condiciones de maduración de los frutos.

Osorio (2008), señala que las semillas sexuales de papa son más pequeñas y requieren mucho menos espacios para su almacenamiento que los tubérculos semilla de papa, además manteniendo su viabilidad la semilla sexual por más tiempo, el tubérculo semilla almacenado a mayor tiempo tiende descomponerse en clima cálido y en clima frígido el tubérculo se envejecer.

Además, Osorio (2008), menciona que el tubérculo semilla tiende a sufrir daños mecánicos durante su traslado al almacén, en traslado a campo de siembra y por otros agentes externos; la semilla botánica es de fácil traslado de un lugar a otro y con bajo costo.

### **2.2.10. Ventajas y desventajas de la producción de papa por semilla sexual**

Las ventajas y desventajas de la producción de papa por semilla botánica, según Arzuaga y Estévez (1990) y FAO-CIP-INIA (1995), son las siguientes:

#### a. Ventajas

- Disminuye el costo de producción
- Reduce los problemas de enfermedad
- Permite una transportación fácil y barata
- No requiere grandes capacidades para almacenamiento en frigorífico
- Permite sembrar en época oportuna
- Facilita la expansión del cultivo
- Aumenta la seguridad alimentaria en períodos de crisis.

La propagación a escala comercial del cultivo de la papa mediante su semilla sexual (semilla botánica) constituye una alternativa para la propagación mediante tubérculos-semillas. Rodomiro (1990)

#### b. Desventajas

- Cultivo más vulnerable a los factores bióticos y abióticos, principalmente en sus primeras fases
- Requiere más fuerza de trabajo
- Requiere variedades que florezcan profusamente o condiciones para inducirla
- Tiende a un ciclo más largo y poca uniformidad en caracteres agronómicos y de calidad. Sin embargo, Mendoza (1979, citado por Arzuaga y Estévez, 1990) plantea que entre las ventajas se encuentra el hecho de que en las plantas se reduce la posibilidad de transmisión de virus y enfermedades, exceptuando los virus PSTVD, APLV y PVT.

Según Torres, González y Torrez (1992), manejando apropiadamente la semilla de buena calidad, se necesita aproximadamente de 30 a 40 gramos (en dependencia de la progenie o tipo de semilla, ya sea híbrida o de polinización libre), sembrados en bancos de crecimiento a la distancia de 10 x 10 cm entre plantas para llenar una manzana.

La FAO (1995), informa las siguientes desventajas:

Es más susceptible a enfermedades y plagas, en sus primeras fases.

Se necesita más jornales de trabajo.

Se requiere variedades que floren en cantidad o predispuesto para incitar la floración.

El ciclo vegetativo del cultivo es más prolongado y no es homogéneo en las características fenotípicas.

#### **2.2.11. Fuentes de semilla sexual de papa**

La fuente de producción de semilla sexual de papa, está en la capacidad que tenga determinada variedad de papa de florecer, ser fecundada de forma natural o artificial y formar bayas que contienen las semillas, que después de maduras se extraerán para ser utilizadas en la siembra.

Según Wiersema (1983), se puede obtener semilla botánica de bayas recogidas de variedades comerciales (semilla de polinización libre). La semilla de cruzamientos (híbrida) puede tener un potencial grande, por sus mayores posibilidades de resistencia a enfermedades y posiblemente mayor rendimiento, pero todavía se está investigando sobre los medios eficaces de producción de semilla híbrida.

La semilla de polinización libre puede ser producida a bajo costo y con ella se han logrado buenos rendimientos de tubérculos. Es importante que las

bayas sean recolectadas de las mejores variedades locales. Después de extraer las semillas de las bayas, hay que eliminar las semillas pequeñas y de color oscuro, porque tienen germinación y crecimiento deficientes.

Sobre el proceso de formación de la semilla sexual (FAO-CIP-INIA, 1995), se plantea que este se inicia con la fertilización de la flor del polen de la misma planta o de otras, lo cual puede ocurrir en forma natural o controlada por el hombre a través de cruzamientos entre variedades (padres) previamente seleccionadas. En esta última situación, los investigadores han aprendido a utilizar las mejores combinaciones de padres para producir una semilla sexual híbrida. La semilla híbrida ofrece, en general, ventajas en cuanto a productividad, homogeneidad de los tubérculos y otras características agronómicas deseables, con respecto a aquellas producidas por polinización abierta (sin control por el hombre). Su costo de producción.

Pallais y Villagarcía (1987) y Pallais (1989), citados por Torres, González y Torrez (1992), expresaron que el éxito del uso de la semilla sexual en la producción comercial de papa depende básicamente de la calidad y cantidad de semilla disponible; ello implica importarla o producirla localmente. Para el segundo caso, los pasos más importantes son: - Tipo de semilla a producir

- Elección de genotipos parentales (clones o variedades con buenas características de rendimiento de tubérculos)
- Resistencia a enfermedades
- Identificación de ambientes adecuados que favorezcan la producción de semilla
- Adecuado manejo de los progenitores femeninos en el desarrollo de la semilla para optimizar su calidad.

Según Golmirzaie et al. (1990), citados por Torres, González y Torrez (1992), un método simple y económico para la producción de papa utilizando semilla sexual, es el uso de progenies sintéticas de polinización libre. Una progenie sintética puede ser definida como aquella que es derivada mediante polinización libre de un pequeño número de progenitores seleccionados, que se siembran juntos en surcos intercalados.

#### **2.2.12. Producción de semilla sexual**

Malagamba y Cabello (1996) señala que, la producción de semilla sexual comprende cinco etapas: siembra y manejo de los progenitores; recolección de las flores masculinas, extracción y almacenamiento del polen; emasculación y polinización; cosecha de bayas; extracción y procesamiento de la semilla.

##### **a. Siembra y manejo de los progenitores**

Renia y Van Hest (1998) reportan que, la semilla verdadera de papa puede utilizarse para producción de papas (semilla y de consumo) en tres formas diferentes: (a) siembra directa, (b) trasplante (de invernadero a campo o de invernadero a invernadero), y (c) producción en semillero. Los datos económicos y climáticos, el rendimiento y tamaño de los tubérculos deseados, el o los sistemas agrícolas locales imponen cuál de estos métodos elegir para producir la primera generación de tubérculos de semillero. Los protocolos generales para los tres sistemas están disponibles y han sido utilizados en muchos países. Estos protocolos a menudo se modifican para adaptarse a las fuerzas locales del sistema agrícola.

##### **Siembra directa en el campo.**

Los experimentos con siembra directa han tenido resultados variables. La emergencia es a menudo muy baja (Bedi y Smale, 1978; Martín, 1983, citados

por Umaerus, 1989) y el establecimiento ha sido con frecuencia pobre. Pocos experimentos han sido informados con buenos rendimientos, debido fundamentalmente a las malas condiciones estructurales del suelo, las temperaturas y el enmalezamiento. Aunque Sadik (1983), citado por Umaerus (1989), postuló que la siembra directa de la semilla en campo era casi imposible, por ser más difícil que para otros cultivos de semillas pequeñas, estas pueden ser manejadas por horticultores, pero si la semilla se peletiza en fluidos para aplicarla al surco, esto facilita mucho más su manejo, por lo que la siembra directa no es recomendada.

Ortega (2004) indica que, las semillas se siembran en semilleros, con adecuadas condiciones de crecimiento como en el caso del tomate, y luego se trasladan al campo en forma de plántulas. Para el manejo de las plántulas es conveniente que el almácigo tenga 1 metro de ancho y una profundidad no mayor a 25 centímetros. El sustrato adecuado consiste en cuatro partes de arena, más cuatro partes de materia orgánica y de cero a dos partes de suelo de textura franca. La producción de papa consumo mediante los métodos de siembra directa en el campo o de trasplante es atractiva porque no involucra almacenamiento de tubérculos-semilla. Estos dos métodos pueden ser particularmente apropiados para las áreas donde hay irrigación o precipitaciones pluviales bien distribuidas, una estructura física de suelos adecuados y agricultores con experiencia en horticultura. Almácigo mostrando la germinación de la semilla sexual, cuyas plántulas se utilizarán para el trasplante en campo.

Osorio, 2008), menciona que la siembra de la semilla sexual o botánica se puede realizar en almácigo, en capsulas de enraizamiento o en campo

definitivo; la siembra en cápsula asegura una alta eficiencia en manejo de las plántulas de papa y un trasplante más seguro.

### **Trasplante y establecimiento de posturas.**

El trasplante de posturas es preferido en las zonas de los Trópicos calientes, debido a la dificultad de almacenar los tubérculos y la rápida diseminación de enfermedades en esas condiciones. Las posturas deben ser trasplantadas al campo a los 35 días después de germinadas.

Wiersema (1983) plantea que la semilla se puede sembrar directamente en los almácigos (canteros). Este sistema exige menos mano de obra que el de trasplante. Wiersema (1985) probó dos métodos de siembra para la producción de tubérculos: siembra directa en camas trasplante de posturas a las camas.

Método 1: consiste en sembrar tres o cuatro semillas por nido a la distancia de 10 x 10 cm; después de la emergencia se ralean las plantas hasta dejar 100/m<sup>2</sup>.

Método 2: se cultivan las plantas en bandejas y se trasplantan a las camas a los 35 días a la distancia de 10 x 10 cm (con este método es necesario más mano de obra y se retarda 20 días el ciclo vegetativo de las plantas debido al estrés del trasplante). Wiersema (1986) explica que al probar los dos métodos de siembra: siembra directa y trasplante, observó que las plantas trasplantadas a los 35 días sufrieron un retraso de 10 días comparadas con las de siembra directa y que más del 90 % de los tubérculos de siembra directa se formaron entre los 45 y 55 días después de la siembra, mientras que los de las plantas trasplantadas se forman entre los 35 y 63 días posteriores.

El número total de tubérculos en la cosecha final fue similar en los dos métodos de siembra, con una duración total de 110 días en las plantas de siembra directa y 125 días las de trasplante.

Osorio (2008), menciona que el trasplante se realice cuando las plántulas hayan desarrollado su quinta hoja y tengan de 8 a 10 cm. de altura, ya están listas para el trasplante a campo definitivo, todo ello se realiza con bastante cuidado.

**b. Recomendaciones para un trasplante exitoso:**

- El suelo en el campo debe estar bien preparado, fertilizado de manera apropiada y regado al momento de trasplante (Osorio, 2008).
- Riegue el campo dos días antes del trasplante (CIP, 1996).
- Las plántulas deben ser trasplantado con bastante sustrato adherido a la raíz o con toda la cápsula de enraizamiento. Este bloque de sustrato reduce al mínimo los daños a las raíces cuando las plántulas son removidas de los almácigos (Osorio, 2008).
- Riegue inmediatamente después del trasplante con poca agua (CIP, 1996).
- Trasplante en las horas en que no haya mucha radiación solar, las plántulas responden mejor cuando el trasplante se hace en las tardes (después de las 3:00 pm) (CIP, 1996).

**2.2.13. Labores culturales**

Osorio (2008), reporta que las diferentes labores que se efectúa durante el periodo vegetativo de la planta papa, es con la finalidad de que el cultivo se desarrolle con total normalidad; estas labores son: el cultivo, aporques, deshierbos, riegos, y otras que fueran necesarias. Los cultivos se realizan para

remover el suelo y mantener aireado las raíces, los aporques para evitar que los estolones salgan a la superficie y que las plagas como el gorgojo y la polilla ingresen al cuello de planta y coloque sus huevos. Mientras que los deshierbos y la descontaminación se realizan para eliminar las malezas y plantas huachas.

### **Deshierbo**

Osorio (2008), menciona que el deshierbo consiste en eliminar las malezas o “malas hierbas” del campo de cultivo, ya que estas son plantas diferentes al cultivo que se tiene sembrado, ellos compiten con la absorción de nutrientes, en captación de la luz y agua; el campo de papa debe estar limpio de malezas para evitar la presencia de plagas y enfermedades que pueden infectar al cultivo.

### **Aporque**

Osorio (2008), indica que el aporque es parte de las labores culturales, que consiste en llevar la tierra del fondo del surco al cuello del cultivo y profundiza el surco de riego. CIP (1996), reporta que el aporque es importante porque se agrega una capa de tierra de 3 a 4 cm de altura, ello beneficia para provenir de plagas y enfermedades, también favorece para la formación de mayor cantidad de tubérculos. En esta actividad se realiza la segunda dosis de la fertilización. Osorio (2008), menciona que el aporque se realiza, es con la finalidad proteger a los tubérculos de la infestación de plagas y enfermedades, disminuyendo así la incidencia de los agentes patógenos y obtener productos de calidad.

### **Riego**

Indica Osorio (2008), que cuando se realiza el trasplante el campo debe tener una humedad adecuada y luego de realizar inmediatamente el primer riego

ligero, para que las raíces de las plántulas trasplantadas tengan contacto con el agua y no sufran estrés.

Así mismo Osorio (2008), indica que los riegos en esta primera fase de establecimiento se realizan frecuentemente con riegos ligeros, evitando el exceso de humedad, que puede afectar a las raíces de las plántulas. Cuando las plantas de papa se establecieron definitivamente en el campo, los riegos se realizan en las siguientes etapas.

#### **2.2.14. Producción de semillas**

Strohmenger y Barreiro (1992) aseguran que la tecnología de producción de papa con semilla sexual, según los especialistas, encontró en Paraguay condiciones propicias para su adopción, sobre todo por la presencia de un tipo de productores caracterizados por la baja tecnología empleada, escasos recursos económicos y pequeña superficie de explotación; el alto costo de la semilla certificada importada, teniendo en cuenta la lejanía de los centros de producción de semilla en el extranjero y la ausencia de empresas dedicadas a la importación regular de tubérculos-semilla de categoría certificada.

Los ensayos para la producción de papa por semilla sexual, se condujeron siguiendo un esquema ideado, por el cual con una siembra anual en el mes de julio (invierno), se dispondría de tubérculos-semilla desde febrero hasta mayo. Las plantaciones anticipadas (tempranas) de febrero y marzo serían conducidas como campo de multiplicación de tubérculos-semilla y una vez cosechadas, habría suficiente tiempo para someterlas a un tratamiento de ruptura de reposo, para proveer al productor con material de plantación en julio y agosto, mientras que los campos plantados en abril y mayo, se destinarían principalmente al consumo.

### **2.2.15. Extracción y procesamiento de la semilla**

Malagamba y Cabello (1996) mencionan que: Maduración de bayas. Las bayas cosechadas se colocan en recipientes en un ambiente fresco con ventilación y luz adecuadas hasta que tengan una consistencia blanda.

Maceración. Las bayas maduras son trituradas usando una moledora de carne, es recomendable retirar previamente el caliz de las bayas, luego se procede al lavado con agua a presión para separar la semilla del fruto. Se debe lavar hasta eliminar todo el material sobrenadante.

Desinfección. Se sumergen las semillas en una solución de hipoclorito de sodio al 0.5 % durante 5 minutos.

Secado. Las semillas se extienden sobre mallas finas y se dejan secar inicialmente por 48 horas bajo sombra. Posteriormente las semillas se recogen en bolsas de papel y se colocan en un desecador hasta reducir su contenido de humedad hasta un 4.5 %.

Almacenamiento. Las semillas se colocan en bolsas de papel laminado de aluminio, que finalmente se sellan. En estas condiciones se puede conservar la semilla a 5°C hasta que termine su dormancia.

### **2.2.16. Ventajas y desventajas del uso de la semilla sexual de papa**

Huamán (1986) menciona que, la semilla sexual de papa presenta las siguientes ventajas:

Estas semillas disminuirán al mínimo los problemas asociados con enfermedades transmitidas por las semillas tubérculos, son muy pocos los patógenos que pueden ser portados por esta semilla.

El almacenamiento de la semilla sexual es más fácil de realizar por los agricultores en forma práctica y barata, de una temporada de siembra a otra durante varios años.

La semilla sexual puede extender el cultivo de la papa a regiones donde antes no podía ser cultivada, como son las regiones tropicales, cálidas y húmedas donde es fácil almacenarlas.

Según la FAO (1995), las ventajas son las siguientes:

Disminuye el costo de producción.

Reduce los problemas de enfermedad.

Permite una transportación fácil y barata.

No requiere grandes capacidades para almacenamiento en frigorífico.

Permite sembrar en época oportuna.

Facilita la expresión de cultivo. □ Aumenta la seguridad alimentaria en periodos de crisis.

Mendoza (1988) indica que, entre las ventajas encuentra el hecho de que en las plantas se reduce la posibilidad de transmisión del virus y enfermedades, exceptuando los virus PSTVD, APLV y PVT.

### **2.3. Definición de términos básicos**

#### **Polinización libre**

Según investigaciones del CIP (1996), las semillas de polinización libre son producidas naturalmente por la autopolinización o polinizadas por insecto. Conociéndose solamente a la madre y la semilla no es buena.

## **Hibrida**

CIP (1996), reporta que esta semilla se produce con polinización bien registrada, siendo conocidos ambos parentales y la calidad de la semilla son muy buenas.

### **2.4. Formulación de hipótesis**

#### **2.4.1. Hipótesis general**

Los tubérculos obtenidos a partir de semilla sexual en el cultivo de la papa a partir de la polinización abierta mejoran los rendimientos.

#### **2.4.2. Hipótesis específicas**

Los tubérculos obtenidos a partir de semilla sexual en el cultivo de la papa a partir de la polinización abierta mejoran las características agronómicas.

### **2.5. Identificación de variables**

- Variable dependiente: Rendimiento del cultivo de papa
- Variable independiente: Variedades de semilla sexual de papa

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

**Tabla 1** *Cálculo de variables*

<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Índice</b>
<b>Variable independiente</b>		Amarilis
Semilla sexual de papa	Variedades de papa	Yungay Mariva Huanquita
<b>Variable dependiente</b>		
Rendimiento de cultivo de papa	Porcentaje de emergencia	%
	Número de tallos por planta	Tallos /planta
	Altura de plantas	cm/planta
	Diámetro de tubérculos	cm/tubérculo
	Número de tubérculos por planta	Tubérculos/planta
	Peso de tubérculos por planta	g/planta
	Rendimiento por hectárea	t/ha

Elaboración propia

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación**

La presente investigación es del tipo experimental debido a que en campo se utilizaron diferentes instrumentos para observar la producción de tubérculos a través de la semilla sexual de papa, así mismo es aplicada ya que utiliza conocimientos previos.

#### **3.2. Nivel de investigación**

En la presente investigación se trabajó a un nivel descriptivo y explicativo de producción de tubérculos de cuatro variedades de papa a partir de semilla sexual.

#### **3.3. Método de investigación**

En el presente trabajo se utilizó el método científico aplicado, mediante la experimentación, observación, descripción y explicación de los fenómenos que acontecen durante el proceso de investigación.

### 3.4. Diseño de investigación

Durante el presente trabajo de investigación se realizó el ensayo de 5 tratamientos y 3 bloques para observar la producción de tubérculos a través de la semilla sexual de papa.

**Figura 1** *Croquis experimental*

I	101	103	105	104	102
II	202	204	205	201	203
III	305	304	303	302	301

- Área total : 187.00 m<sup>2</sup>
- Área experimental : 135.00 m<sup>2</sup>
- Área neta experimental : 18.00 m<sup>2</sup>
- Área de caminos : 52.00 m<sup>2</sup>

### 3.5. Población y muestra

- La población en estudio lo conformarán variedades de papa
- Muestra: 04 Plantas por cada tratamiento.

### 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos en este trabajo de investigación se empleó la técnica de la observación y medición, según la variable a evaluar, los instrumentos empleados fueron cinta métrica, balanza de precisión, geotermómetro, vernier y otros.

### **3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación**

Se usaron balanza de precisión, vernier milimétrico, regla métrica, fichas de evaluación, datos meteorológicos del SENAMHI y se utilizó el coeficiente de variabilidad (C.V) para la confiabilidad, expresado en %. Según Calzada (2003), son aceptables valores menores a 40%. para este tipo de trabajo.

### **3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Los datos fueron analizados mediante la prueba de Análisis de varianza (ANVA), prueba de significación DUNCAN, mediante el uso de paquetes estadísticos Infostat.

### **3.9. Tratamiento estadístico**

- Yungay A 1
- Huanquita A 2
- Amarilis A 3
- Mariva A 4
- Testigo A 5

### **3.10. Orientación ética filosófica y epistémica**

#### **3.10.1. Autoría**

Se puede precisar con claridad que el bachiller Yaky GABRIEL DIAZ representa la autoría del trabajo.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción de trabajo de campo**

##### **4.1.1. Ubicación del campo experimental**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la localidad de Tinyacu, distrito de Yanahuanca, Provincia Daniel Alcides Carrión, región Pasco.

##### **4.1.2. Ubicación geográfica**

Altitud : 3515 m.s.n.m.

Latitud Sur : 10° 33' 46.91''

Longitud Oeste : 76° 34' 21.86''

Temperatura Promedio Anual: 10-14°C

##### **4.1.3. Ubicación política**

Región : Pasco

Provincia : Daniel Alcides Carrión

Distrito : Yanahuanca

Localidad : Tinyacu

#### 4.1.4. Estudio del suelo

Para realizar el conocimiento de la cantidad de fertilizantes químicos y orgánicos aplicarse al suelo, era necesario realizar el análisis de suelo la primera fase el muestreo consistió en tomar las submuestras y finalmente las muestras compuestas.

**Tabla 2** *Resultados de los análisis*

<b>Análisis Mecánico</b>	<b>Resultados</b>	<b>Niveles</b>
Arena	46.6	
Limo	23.6	Franco Arcillo
Arcilla	30.8	Arenoso
<b>Análisis Químico</b>		
Materia orgánica	2.95%	Medio
Reacción del suelo	7.59%	Medio alcalino
<b>Elementos disponibles</b>		
Fósforo	0.30 ppm	Bajo
Potasio	86.34 ppm	Bajo
Nitrógeno	0.15%	Bajo

Elaboración propia

#### 4.1.5. Definición de resultados

El suelo es de una textura de Franco arcilloso arenoso, su reacción es ligeramente alcalino, materia orgánica medio, Fósforo Potasio y nitrógeno bajo. Por lo tanto, es necesario la incorporación de materia orgánica y una buena fertilización química de elementos mayores.

#### 4.1.6. Datos climatológicos

Al realizar la lectura del cuadro meteorológico se puede deducir que las temperaturas extremas y mínimas no son perjudiciales para el crecimiento normal

de la arveja que representan 6.89 °C, y 21.50°C, concerniente a la humedad relativa representan valores propios para la instalación de la arveja y las precipitaciones registradas no fueron perjudiciales para un buen desarrollo de la planta.

**Tabla 3** *Datos Meteorológicos registrados durante los meses de julio a diciembre del 2021*

Meses	Temperatura °C			Precipitación total mensual (mm)
	Mín.	Máx.	Media	
Julio	7.90	21.50	14.70	85.70
Agosto	7.55	20.05	13.80	121.00
Septiembre	7.45	18.06	12.75	127.50
Octubre	7.35	17.10	12.22	155.00
Noviembre	8.35	16.61	12.48	180.00
Diciembre	6.89	15.90	11.40	201.50
				870.70

Fuente: Estaciones meteorológica SENAMHI- Ministerio de Agricultura

#### **4.1.7. Registro de datos**

##### **a. Porcentaje de emergencia**

Esta evaluación se realizó contando las plantas emergidas dentro del tratamiento.

##### **b. Altura de plantas**

Esta evaluación se realizó al final del periodo de producción de la papa se utilizó un flexómetro.

##### **c. Número de tallos por planta**

Se evaluó la cantidad de tallos que tiene cada planta del cultivo de la papa.

##### **d. Diámetro de tubérculos**

Los tubérculos cosechados con la ayuda de un vernier se procedieron a la evaluación del diámetro del tubérculo.

**e. Número de tubérculos por planta**

Se contaron el número de tubérculos por planta, de las plantas en estudiaron.

**f. Peso de tubérculos por planta**

Al momento de la cosecha se pesaron los tubérculos por planta dentro de la parcela experimental, se utilizó una balanza de precisión.

**g. Rendimiento por tratamiento y hectárea**

Esta observación se realizó pesando los tubérculos obtenidos en cada tratamiento, dentro de la parcela experimental, posteriormente se ploteó a una hectárea.

**4.1.8. Manejo del experimento**

**a. Muestreo para el análisis de suelo del medio experimental**

Se recorrió el lote al azar en forma de zigzag, cada 20 o 40 pasos se tomó una submuestra de suelo, entre 15 a 30 cm de profundidad, después de haber limpiado la superficie del terreno, para después homogenizar todas las submuestras y lograr una muestra compuesta de aproximadamente un 1 kg de suelo, para su respectivo análisis.

**b. Preparación y demarcación del terreno**

Se ejecutó dos días antes para instalar el cultivo, se deshirió la maleza para facilitar la labor de roturación del terreno, luego se procedió a sacar el exceso de piedras que hubo y por último se niveló el terreno para eliminar los terrones que quedaron.

**c. Demarcación de terreno**

Con el diseño experimental elegido y teniendo los datos correctos se delimito el terreno, marcando los bloques, los tratamientos y las calles

con la ayuda de la wincha y el yeso para marcar.

**d. Preparación de terreno**

Esta labor se realizó efectuando un riego de enseo, roturación del terreno utilizando herramientas de la zona.

**e. Obtención de la semilla sexual**

Las bayas de la papa se cosecharon juntamente con la cosecha en campo, luego se procedió a almacenar las bayas por espacio de un mes, posteriormente con la ayuda de un colador y con agua a presión se obtuvieron las semillas botánicas de la papa, estas semillas botánicas se guardaron bajo sombra por espacio de un mes.

**f. Preparación del sustrato**

El sustrato para la siembra de semillas sexuales de la papa se realizó utilizando tierra negra (cernido), arena y compost (cernido), los mismos se mezclaron en forma uniforme y se depositaron en bolsas negras para la siembra posterior.

**g. Siembra de semilla botánica**

Una vez listo el sustrato se procedió a realizar a la siembra en bolsas de color negro colocando en cada bolsa dos semillas botánicas, se procedió al riego y se depositó en las camas previamente preparada para observar su germinación, esta labor se realizó en un invernadero.

**h. Trasplante**

El trasplante a campo definitivo se realizó cuando las plántulas alcanzaron un promedio de 8 cm de altura aproximadamente, antes del trasplante se humedeció las cápsulas, para que las plántulas no sufran estrés hídrico en el campo, el distanciamiento del trasplante

entre plántulas se consideró de 30 cm y entre surcos un metro.

**i. Profundidad**

La profundidad de trasplante se realizó a una profundidad de 5 – 10 cm para facilitar el prendimiento de las variedades en estudio.

**j. Abonamiento**

Se utilizó abonos orgánicos y químicos, de igual forma los fertilizantes inorgánicos a base de nitrógeno el primer abonamiento a la siembra, el segundo abonamiento al cultivo y el tercer al aporque, los fertilizantes inorgánicos de acuerdo a los resultados se aplicaron 3g/planta de urea, 6 g/planta de superfosfato triple de calcio y 5 g/planta de cloruro de potasio.

**k. Labores culturales**

En el caso de control del deshierbo se realizaron coincidiendo con el aporque, el primero se realizó a los 15-20 cm de altura y el segundo al aporque en forma manual.

**l. Plagas y enfermedades**

Se tuvo la presencia del ataque de pulgilla saltona (*Epitrix pária*), esta plaga ataca a las hojas produciendo comeduras en forma circular como consecuencia de la alimentación de los adultos, en tal sentido se utilizó el insecticida Furadan 4F a una dosis de 25 c.c./10 litros de agua. No hubo presencia de ninguna enfermedad.

**m. Cosecha**

Antes de realizar esta labor se procedió a realizar un muestreo para observar el estado ideal de los tubérculos, cuando el tubérculo no presentaba desprendimiento de la cáscara se procedió a la cosecha

utilizando herramientas propias de la zona.

## 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

### 4.2.1. Porcentaje de emergencia

**Tabla 4** Varianza para porcentaje de emergencia

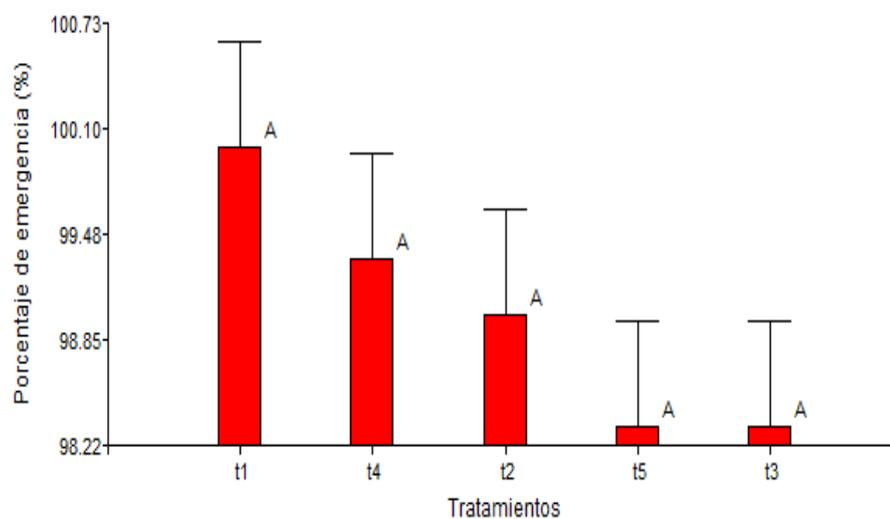
Variación	Grados					Signif.
	libres	SC	CM	Fc	Ft	
Bloques	2	4.80	2.40	2.09	4.46	NS
Tratamientos	4	6.00	1.50	1.30	3.84	NS
Error	8	9.20	1.15			
Total	14	20.00				

C.V. = 1.08%

El análisis de varianza para porcentaje de emergencia en papa indica que no existe diferencia estadística entre bloques y tratamientos.

Así mismo se observa que el coeficiente de variabilidad es 1.08 % lo que según Calzada (1982) está considerado como homogéneo, lo que indica que los datos fueron tomados de una manera correcta.

**Figura 2** Porcentaje de emergencia



La prueba de Duncan para porcentaje de germinación muestra que, el T1 (variedad Yungay) muestra el mayor porcentaje de emergencia con 100%, por su parte el T3 (variedad amarilis) muestra el menor porcentaje de emergencia con 98.33%.

#### 4.2.2. Altura de plantas

**Tabla 5** Varianza para altura de plantas (m)

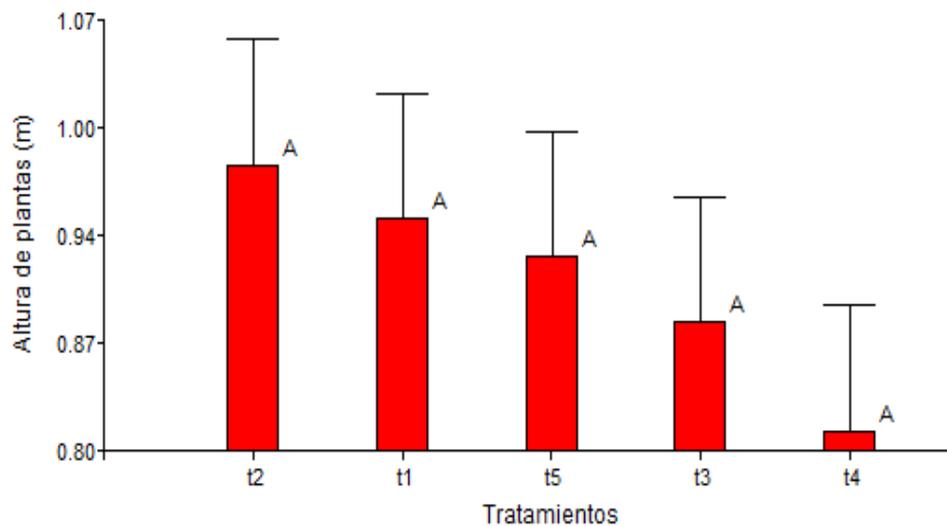
Variación	Grados libres	SC	CM	Fc	Ft	Signif.
Bloques	2	0.01	0.005	0.25	4.46	NS
Tratamientos	4	0.05	0.01	0.50	3.84	NS
Error	8	0.14	0.02			
Total	14	0.11				

C.V. = 14.65 %

$\bar{x}$ : 0.92

El análisis de variancia para altura de plantas en papa indica que no existe diferencia estadística entre bloques y tratamientos, de igual forma se aprecia que la variación 14.65 % Calzada (1970) explica como bueno, lo que nos indica que los datos fueron uniformes.

**Figura 3** Altura de plantas



La prueba de Duncan para porcentaje de germinación muestra que, el T2 (variedad huanquita) muestra mayor altura con 0.98 metros, el resto de los tratamientos sus datos son similares.

#### 4.2.3. Número de tallos por planta

**Tabla 6** Varianza para número de tallos por planta

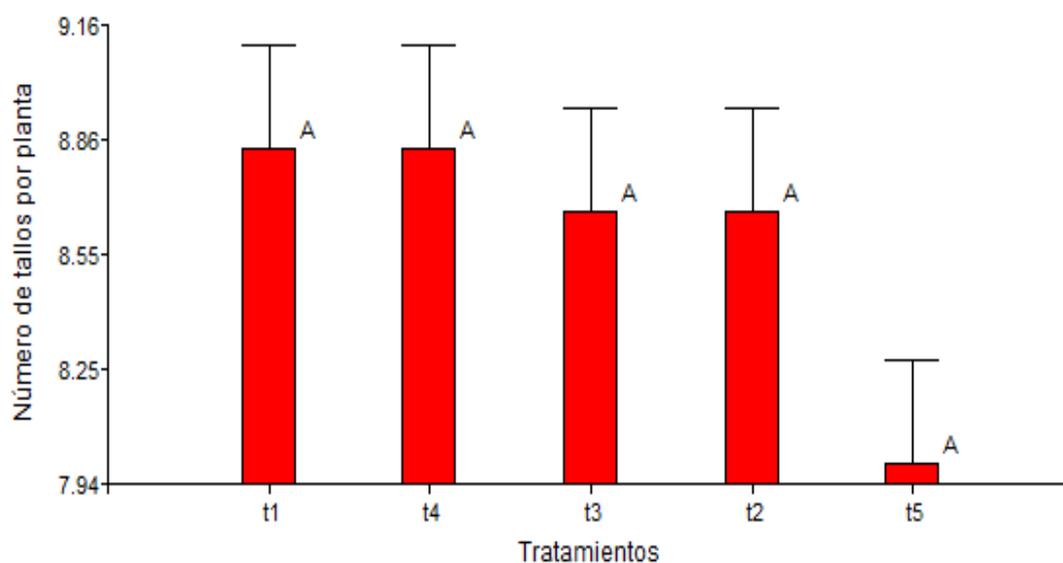
Variación	Grados libres	SC	CM	Fc.	Ft	
					0.05	Signif.
Bloques	2	0.90	0.45	2.04	4.46	NS
Tratamientos	4	1.43	0.36	1.62	3.84	NS
Error	8	1.77	0.22			
Total	14	4.10				

C.V. = 5.46 %

$\bar{x}$ : 8.47

El análisis de variancia para número de tallos por planta en papa indica que no existe diferencia estadística entre bloques y tratamientos, de igual forma se aprecia que el coeficiente de variabilidad es 5.46% según la escala de calificación de Calzada (1982) se considera como excelente.

**Figura 4** Número de tallos por planta



La prueba de Duncan para número de tallos por planta muestra que, el T2 (variedad yungay) muestra mayor número de tallos por planta con 8.83, el resto de los tratamientos sus datos son similares.

#### 4.2.4. Diámetro de tubérculos

**Tabla 7** Varianza para diámetro de tubérculos (cm)

Variación	Grados		CM	Fc	Ft	Signif.
	libres	SC				
Bloques	2	6.92	3.46	5.14	4.46	*
Tratamientos	4	61.45	15.36	22.82	3.84	*
Error	8	5.39	0.67			
Total	14	73.76				

C.V. = 19.45 %

$\bar{x}$ : 4.29

El análisis de variancia para diámetros de tubérculos en papa muestra que existe diferencia estadística entre bloques y tratamientos, nos indica que las diferentes variedades sus promedios son diferentes, de igual forma se aprecia que el coeficiente de variabilidad es 19.45% según la escala de calificación de Calzada (1982) se considera como bueno.

**Tabla 8** Rango múltiple para diámetro de tubérculos (cm)

Orden de mérito	de Tratamiento	Promedio (cm)	Nivel de significación 0,05
1	T 5	8.23	A
2	T 2	3.54	B
3	T 4	3.44	B
4	T 1	3.14	B
5	T 3	2.75	B

La prueba de Duncan para número de tallos por planta muestra que, el T5 (testigo) muestra diferencia significativa en comparación con el resto de los

tratamientos, indica que su valor en cuanto a diámetro de tubérculos es diferente al resto, mientras que el resto de los tratamientos sus promedios son similares.

#### 4.2.5. Número de tubérculos por planta

**Tabla 9** Varianza para número de tubérculos por planta

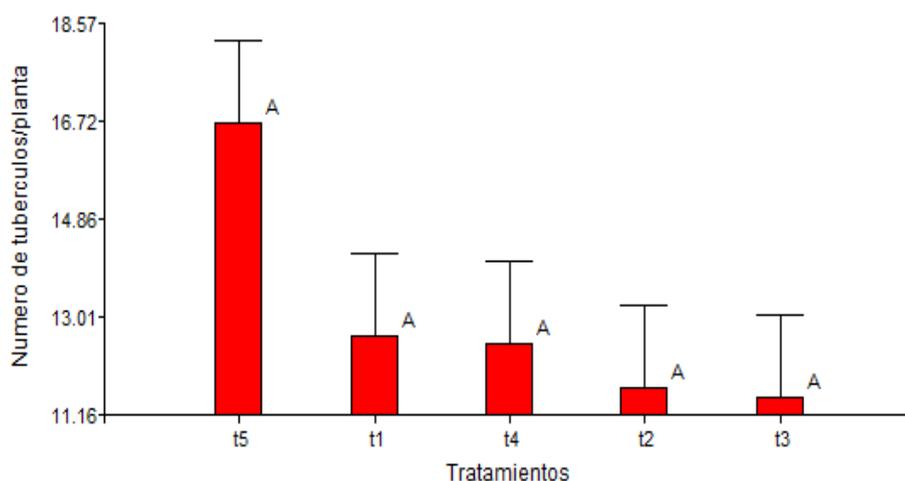
Variación	Grados libres	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	Signif.
Bloques	2	3.90	1.95	0.27	4.46	NS
Tratamientos	4	53.50	13.38	1.83	3.84	NS
Error	8	58.60	7.33			
Total	14	116.00				

C.V. = 20.82 %

$\bar{x}$ : 12.75

El análisis de variancia para número de tubérculos por planta en papa indica que no existe diferencia estadística entre bloques y tratamientos, de igual forma se aprecia que el coeficiente de variabilidad es 20.82 % según la escala de calificación de Calzada (1982) se considera como bueno.

**Figura 5** Número de tubérculos por planta



La prueba de Duncan para número de tubérculos por planta muestra que, el T5 (testigo) muestra mayor número de tubérculos por planta con 16.66, el resto de los tratamientos sus datos son similares.

#### 4.2.6. Peso de tubérculos por planta

**Tabla 10** Varianza para peso de tubérculos por planta

Variación	Grados libres	SC	CM	Fc	Ft	Signif.
					0.05	
Bloques	2	0.18	0.09	1.89	4.46	NS
Tratamientos	4	0.28	0.07	1.47	3.84	NS
Error	8	0.38	0.05			
Total	14	0.83				

C.V. = 22.64 %

$\bar{x}$ : 0.96

El análisis de variancia para peso de tubérculos por planta en papa indica que no existe diferencia estadística entre bloques y tratamientos, de igual forma se aprecia que el coeficiente de variabilidad es 22.64 % según la escala de calificación de Calzada (1982) se considera como bueno.

**Tabla 11** Rango múltiple para peso de tubérculos por planta (k)

Orden mérito	de Tratamiento	Promedio (k)	Nivel de significación 0,05
1	T 5	1.17	A
2	T 3	1.01	A
3	T 4	0.97	A
4	T 1	0.87	A
5	T 2	0.76	A

La prueba de Duncan para peso de tubérculos por planta muestra que, no existe diferencia estadística entre los diferentes tratamientos, esto nos indica que los promedios fueron similares en cuanto a peso de tubérculos por planta, de ello el T5 (testigo) obtuvo 1.17 kilogramos de tubérculos por planta, mientras que el T2 (variedad huanquita) obtuvo el menor con 0.76 k/planta

#### 4.2.7. Peso de tubérculos por tratamiento

**Tabla 12** Varianza para peso de tubérculos por tratamiento

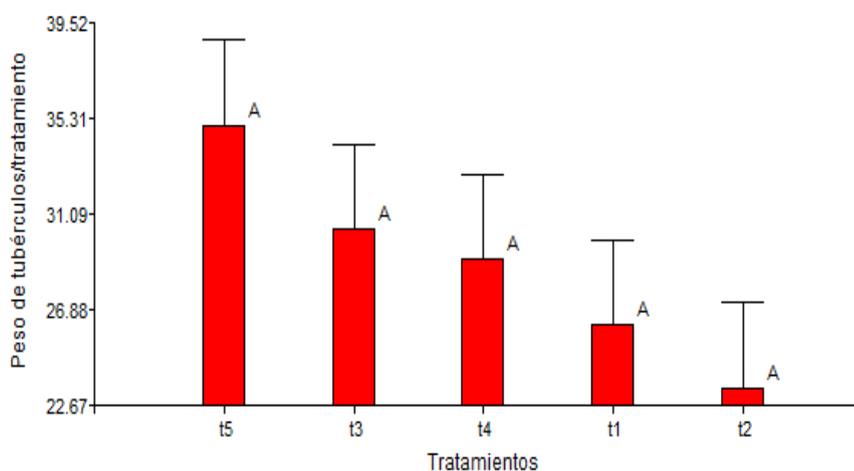
Variación	Grados libres	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	Signif.
Bloques	2	163.09	81.54	1.93	4.46	NS
Tratamientos	4	229.94	57.49	1.36	3.84	NS
Error	8	338.52	42.31			
Total	14	731.55				

C.V. = 22.57 %

$\bar{x}$ : 28.83k

El análisis de variancia para peso de tubérculos por tratamiento en papa indica que no existe diferencia estadística entre bloques y tratamientos, de igual forma se aprecia que el coeficiente de variabilidad es 22.57 % según la escala de calificación de Calzada (1982) se considera como bueno.

**Figura 6** Peso de tubérculos por tratamiento



La prueba de Duncan para peso de tubérculos por tratamiento muestra que, no existe diferencia estadística entre los diferentes tratamientos, esto nos indica que los promedios fueron similares en cuanto a peso de tubérculos por tratamiento, de ello el T5 (testigo) obtuvo 10.35kilogramos de tubérculos por

tratamiento, mientras que el T2 (variedad huanquita) obtuvo el menor con 23.43 k/planta

#### 4.2.8. Rendimiento en toneladas por hectárea

**Tabla 13** Varianza para rendimiento en toneladas por hectárea (t/ha)

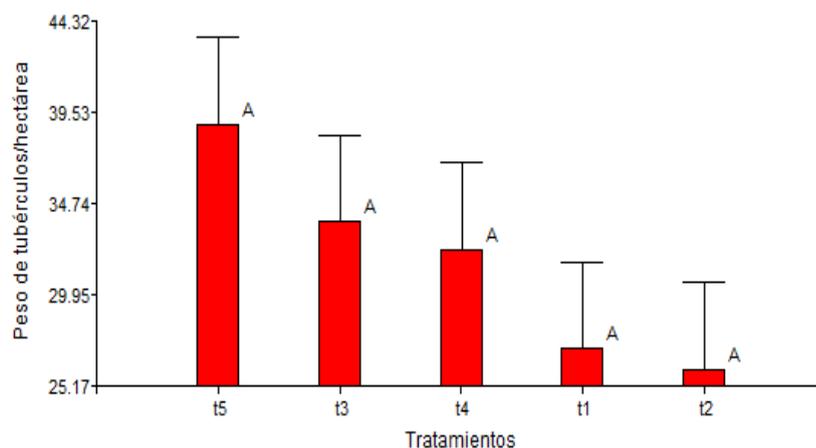
Variación	Grados libres	SC	CM	Fc	Ft	Signif.
Bloques	2	160.90	80.45	1.29	4.46	NS
Tratamientos	4	328.43	82.11	1.31	3.84	NS
Error	8	499.67	62.46			
Total	14	989.00				

C.V. = 23.00%

$\bar{x}$ : 32.03 t/ha

El análisis de variancia para peso de tubérculos por hectárea en papa indica que no existe diferencia estadística entre bloques y tratamientos, de igual forma se aprecia que el coeficiente de variabilidad es 23 % según la escala de calificación de Calzada (1982) se considera como bueno.

**Figura 7** Peso de tubérculos por hectárea



La prueba de Duncan para peso de tubérculos por hectárea muestra que, no existe diferencia estadística entre los diferentes tratamientos, esto nos indica que los promedios fueron similares en cuanto a peso de tubérculos por hectárea,

de ello el T5 (testigo) obtuvo 38.89 t/ha, mientras que el T2 (variedad huanquita) obtuvo el menor con 26.04 t/ha

**Tabla 14** Rango múltiple para peso de tubérculos por hectárea (t/ha)

Orden de mérito	de Tratamiento	Promedio (t/ha)	Nivel de significación 0,05
1	T 5	38.89	A
2	T 3	33.78	A
3	T 4	32.33	A
4	T 1	27.11	A
5	T 2	26.04	A

### 4.3. Prueba de hipótesis

No se cumple la hipótesis general planteada, porque los tubérculos obtenidos a partir de semilla sexual en el cultivo de la papa no superan en cuanto a rendimiento y características agronómicas en comparación con el testigo.

### 4.4. Discusión de resultados

#### 4.4.1. Porcentaje de emergencia

Los datos correspondientes a porcentaje de emergencia de plantas en papa para cada tratamiento, se indican en el anexo tabla 1, el análisis de variancia muestra que, no presenta significación entre la variable estudiadas esto nos indica que las diferentes variedades en estudio los datos son uniformes, así como el testigo, se observa que la variedad Yungay alcanzó 100% de emergencia en campo, por su parte la variedad amarilis alcanzó 98.33 %.

Apaclla (2018), en un trabajo realizado sobre densidad de siembra de semilla sexual de papa en la producción de tubérculos para consumo menciona que, el tratamiento 1 que contiene una semilla en las cápsulas presentaron 91 % de emergencia, el tratamiento 2 que contiene dos semillas en las cápsulas presentaron 85 % de emergencia, el tratamiento 3 que contiene tres semillas en

las cápsulas presentaron 80 % de emergencia y el tratamiento 4 que contiene una semilla en las cápsulas presentaron 74 % de emergencia, esto demuestra que las semillas presentaron buena madurez fisiológica y buen poder germinativo.

Por su parte Hinostroza (2015) obtuvo un porcentaje de emergencia de 91.67% utilizando la variedad perricholi con semillas botánicas del tercio inferior, los datos de ambos autores no coinciden con el trabajo realizado por que se obtuvo un porcentaje de emergencia de 100% con la variedad Yungay.

#### **4.4.2. Altura de plantas**

Los datos correspondientes a altura de plantas en papa para cada tratamiento, se indican en el anexo tabla 2, el análisis de variancia muestra que, no presenta significación entre la variable estudiadas esto nos indica que las diferentes variedades en estudio los datos son uniformes, así como el testigo, se observa que la variedad huanquita obtuvo una altura de 0.98 metros.

Cárdenas (2018) en un trabajo realizado sobre el estudio de cinco familias de reproducción sexual en papa muestra que los tratamientos T1 (ATZIMBA x CCOMPIS) y T5 (YUNGAY) con promedios de 40,93 y 40,86 cm respectivamente, Hinostroza (2015) utilizando la variedad perricholi de las semillas botánicas del tercio inferior de las plantas de papa obtuvo una altura de 1.05 metros superior al trabajo realizado, el mismo explica que las plantas de polinización cruzada son de mayor altura que las autofecundadas. Apacla (2018) en el tratamiento 1 que contiene una semilla en las cápsulas obtuvo una altura de 0.66 m.

#### **4.4.3. Número de tallos por planta**

Los datos correspondientes a número de tallos por planta para cada tratamiento, se indican en el anexo tabla 3, el análisis de variancia muestra que,

en la fuente de repeticiones no existe diferencia estadística significativa, lo que demuestra que no hubo efecto ambiental dentro del área experimental que influyera en este carácter; de forma similar entre las variedades estudiadas

El coeficiente de variabilidad de 5.46 % es considerado como “muy bueno”; el cual indica que dentro de cada tratamiento el número promedio de tallos secundarios por planta tiende a ser homogéneo. Cárdenas (2018) menciona 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, los datos que se presentan son inferiores a los obtenidos en el presente trabajo, ya que se obtuvo 8.83 tallos por planta con la variedad huanquita.

#### **4.4.4. Número de tubérculos por planta**

En la tabla 8 del análisis de variancia para el número de tubérculos por planta; se observa que, en la fuente de repeticiones y tratamientos 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. El coeficiente de variabilidad de 20.82 % es considerado como “moderadamente alto”; el cual indica que dentro de cada

tratamiento el número promedio de tallos secundarios por planta tiende a ser heterogéneo.

Cárdenas (2018) explica que, 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 TPS13) que presenta como promedio 7 tubérculos/planta catalogado como escaso (INIA, 2009), los datos son superiores a los datos obtenidos en el presente trabajo de investigación que se obtuvo 16.66 tubérculos por planta con el testigo, estos promedios de número de tubérculos por planta son superiores que los encontrados por Salomón; et al; (2002) quienes hallaron promedios entre 6.98 y 9.4 tubérculos por planta respectivamente y dentro del rango que obtuvo Gómez (2013) con un promedio de 13.85 tubérculos por planta.

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).

Hinostroza (2015), hace mención que, los promedios del número de tubérculos por planta oscilaron desde 9.68 (variedad Yungay semillas del tercio superior de la planta) y 14.11 (variedad yungay y semillas botánicas del tercio medio de la planta) respectivamente.

#### **4.4.5. Peso de tubérculos por planta**

En la tabla 10 del análisis de variancia para peso de tubérculos por planta; se observa que, en la fuente de repeticiones y tratamientos 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. El coeficiente de variabilidad de 22.64 % es considerado como “moderadamente alto”; el cual indica que dentro de cada tratamiento el peso de tubérculos por planta tiende a ser heterogéneo.

Cárdenas (2018) obtuvo 1.281 kilogramos por planta con el tratamiento AMARILIS x CO5LG4-13.5 y 1.007 con el tratamiento AMARILIS x CO5LG4-13. Hinostroza (2015), hace mención que, los promedios de peso de tubérculos por planta oscilaron desde 0.743 (variedad Yungay semillas del tercio superior de la planta) y 0.660 (variedad yungay y semillas botánicas del tercio medio de la planta) respectivamente, en el presente trabajo de investigación se obtuvo 1.17 kilogramos por planta con el testigo, estos promedios de peso de tubérculo por planta no se encuentran dentro del rango que obtuvieron Salomón; et al; (2002) que encontraron de 0.495 a 0.678 kilogramos por planta.

#### **4.4.6. Rendimiento por hectárea**

En la tabla 13 del análisis de variancia para rendimiento por hectárea de papa; se observa que, en la fuente de repeticiones y tratamientos 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. El coeficiente de variabilidad de 23 % es considerado como “moderadamente alto”; el cual indica que dentro de cada tratamiento el peso de tubérculos por planta tiende a ser heterogéneo.

Cárdenas (2018) obtuvo 47.7 t.ha<sup>-1</sup> con el tratamiento AMARILIS x CO5LG4-13.5 y 37.3 t.ha<sup>-1</sup> con el tratamiento AMARILIS x CO5LG4-13. Hinostroza (2015), en un trabajo realizado sobre Producción de tubérculos a partir

de semilla sexual de papa (*Solanum tuberosum* L.) obtenida de los tercios de la planta de dos variedades de polinización abierta, menciona que, las semillas sexuales de papa procedentes de las variedades Perricholi y Yungay, produjeron promedios de 22.7 t.ha-1 y 20.6 t.ha-1 respectivamente, a su turno Apaclla (2018) explica que, cuando se utiliza 3 y 1 semilla sexual de papa por cápsula de enraizamiento se obtienen una producción de por ha de 35555,52 y 30740,71 kg respectivamente, en el presente trabajo se obtuvieron rendimientos de 38.89 .ha-1 con el testigo; 33.78 .ha-1 con la variedad amarilis y 26.04 .ha-1 con la variedad huanquita datos similares con lo que obtuvo Apacalla (2018)

## CONCLUSIONES

1. 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 que en este caso fue el testigo. Todos los tratamientos mostraron alto porcentaje de emergencia, considerando esta respuesta al uso de semillas botánicas de la papa y una adecuada humedad en el suelo influyen en la emergencia de la papa.
2. Se obtiene mayor peso de tubérculos por planta y rendimiento por hectárea en el tratamiento testigo al utilizar como semilla tubérculo semilla con 1.17 kilogramos por planta y un rendimiento de 38.89 t/ha y al utilizar semilla sexual se obtiene 37.78 t/ha con la variedad amarilis.
3. Referente a las variables altura de plantas, número de tallos por planta la variedad huanquita muestra resultados favorables con 0.98 m y 8.83 tallos por planta superando al testigo, en el caso de diámetro de tubérculos y número de tubérculos por planta el tratamiento testigo obtuvo los mayores resultados con 8.23 cm y 16.66 tubérculos por planta.

## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda el uso de semilla botánica de papa de la variedad huanquita, por la obtención de buenos rendimientos con una producción de 38.89 t/ha
2. Realizar trabajos de investigación con otras variedades de papa, que son utilizados como parentales en un programa de mejoramiento genético.
3. 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.
4. Realizar réplicas del presente trabajo de investigación en diferentes zonas de producción de papa de la Sierra Central.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, P. 1983. Introducción de semilla botánica de papa en un sistema de producción hortícola: Análisis prospectivo en la región de Tarma – Perú. Tesis para optar el grado de Magíster Scientiae. Universidad Agraria La Molina. Lima, Perú.
- CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA, CIP. 1998. La papa en cifras. Lima, Perú.  
Centro Internacional de la papa y Centro de Investigación Agropecuarias.
- CIP – CIA. 1995. Boletín Informativo. Semilla sexual de papa. Lima, Perú.
- CONPAPA. 2017. La Papa: Valor Nutritivo y Sanidad Alimentaria. Disponible en: <https://www.conpapa.org.mx/index.php/blog/item/6-lapapa-valor-nutritivo-y-sanidad-alimentaria>.
- Egúsquiza, R. 2000. La papa producción, transformación y comercialización. Proyecto Papa Andina. Lima, Perú.
- FAO. 1995. Producción de papa a partir de semilla sexual. Manual Técnico. CIP-INIA. Santiago de Chile,
- FAO (2013). Los biopreparados para la producción de hortalizas en la agricultura urbana y periurbana. (Biofertilizantes)
- Huamán, Z. 1986. Botánica sistemática y Morfología de la papa, Boletín de Información Técnica. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú.
- López, A. (2018). Densidad de siembra de semilla sexual de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la producción de tubérculos para autoconsumo. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional del Centro. Huancayo. Perú.
- Malagamba, P. y R. Cabello (1992). Producción de semilla sexual en diferentes ambientes. Semilla sexual de papa en Latinoamérica. Lima- Perú.
- Mendoza, H. 1988. Transmisión de virus en semilla sexual de papa. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú.

- Midmore, DJ. 1987. Agronomía para la producción de papa en climas cálidos. Guía de investigación CIP 9. Centro de investigación de la papa. Lima, Peru. .
- Martín, W. M. (1988). Cultural practices for using True Seed in potato production under temperate climates. Hort Science,
- MINAG – OEEE. 2011. Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos. Boletín “La Papa Nuestra de Cada Día”.
- MINAG-DGPA, 2002. Dirección Nacional de Producción Agropecuaria. Boletín “Producción de Papa”.
- Ministerio de Agricultura y Riego DGCA– 2013. Memoria Anual
- Ortega, C. E., H. CoraspE Y F. Montero. 2004. La semilla sexual de papa como alternativa de propagación innovadora. Recursos Fitogenéticos. INIA. Estado de Trujillo, Venezuela. Pp: 5- 10.
- Pallais, N. 1995. producción de papa con semilla sexual. Principio del manejo y evaluación de la calidad de la semilla sexual de papa. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú.
- Renia, H. y P. Van Hest. 1998. Potato Products Internacional ltd. Sedd World Vol. 136.
- Strohmenger, A. y Barreiro, (192) Desarrollo y difusión de la tecnología de semilla sexual de papa en Paraguay. En Taller Semilla sexual de papa en Latinoamérica. Lima: CIP.
- Sadik, S. 1990. Research activities from Perú. In: True Potato Seed Letter. Vol. 1(1). Onternational Potato Center. Lima, Peru.
- Sulca, F. (2016). El aporque en cultivos nativos de papa (*Solanum tuberosum ssp. Andigena*) en Andahuaylas. Tesis de grado Ing. Agrónomo.
- Solier. O. (2013). Producción de tubérculos primera generación (g1) con semilla sexual de papa (*Solanum tuberosum l.*) de polinización libre y controlada con bulk de

polen de 5 clones. Tesis Ing Agrónomo Universidad Nacional de Centro. Perú.

Torres, F., C. Gonzales y H. TorreS (1992). Semilla sexual en la producción de papa en

Nicaragua. Semilla sexual de papa en Latinoamérica. CIP. P. 59-70. Lima-Perú.

Wiersema, S. G 1984. Production and utilization of seed tubers derived from true potato

seed. PhD Thesis University of Reading.

## **ANEXOS**

## **Instrumentos para recolección de datos**

- Cartillas de registro de datos (evaluación)
- GPS, Laptop
- Cuaderno de evidencias
- Celular con cámara fotográfica, USB
- Balanzas electrónica
- Wincha y vernier
- Programa Excel e Infostat
- Observación de fenómenos y entrevista a expertos como técnicas para recojo de la información.
- Supuestos e ideas
- Métodos analíticos y cuantitativo.

## INFORME DE ENSAYO

### N° 12956-21/SU/SANTA ANA

#### I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	:	Gabriel Diaz Yaky
Propietario / Productor	:	Gabriel Diaz Yaky
Dirección del cliente	:	Yanahuanca-Cerro de Pasco
Solicitado por	:	Gabriel Diaz Yaky
Muestreado por	:	Ciente
Número de muestra(s)	:	01 muestra
Producto declarado	:	Suelo agrícola
Presentación de las muestras(s)	:	Bolsas de plástico
Referencia del muestreo	:	Reservado por el cliente
Procedencia de muestra(s)	:	Yanahuanca-Daniel Alcides Carrion-Cerro de Pasco
Fecha(s) de muestreo	:	2021-12-13
Fecha de recepción de muestra(s)	:	2021-12-17
Lugar de ensayo	:	LABSAF Santa Ana
Fecha(s) de análisis	:	2021-12-22
Cotización del servicio	:	956-SA-21
Fecha de emisión	:	2022-01-06

#### II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU956-SA-21	-	-	-	-	-
Matriz Analizada	Suelo agrícola	-	-	-	-	-
Fecha de Muestreo	2021-12-13	-	-	-	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h)	09:00	-	-	-	-	-
Condición de la muestra	Conservada	-	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	Tintayoc	-	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH	unid. pH	--	7.59	-	-	-
Conductividad	mS/m	--	7.24	-	-	-
Materia Orgánica	%	--	2.95	-	-	-
Nitrógeno	%	--	0.15	-	-	-
Fósforo	ppm	--	0.30	-	-	-
Potasio	ppm	--	86.34	-	-	-
Análisis de Textura						
Arena	%	--	45.6	-	-	-
Limo	%	--	23.6	-	-	-
Arcilla	%	--	30.8	-	-	-
Clase Textural	---	--	Franco arcillo arenosa	-	-	-

## INFORME DE ENSAYO

### N° 12956-21/SU/SANTA ANA

#### III. METODOLOGIA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Conductividad	ISO 11265, First Edition. 1994. Soil Quality. Determination of the Specific Electrical Conductivity
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.9 AS-09.2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos.
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.
Nitrogeno	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.
Fósforo	NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.10, AS-10. 2000. Fosforo Extraíble, en suelos de neutros a alcalinos (Procedimiento de Olsen y colaboradores).
	NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.11, AS-11. 2000. Fosforo Extraíble, en suelos de ácidos a neutros (Procedimiento de Bray y Kurtz 1).
Potasio	NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.12, AS-12. 2000. Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y bases intercambiables del suelo, con acetato de amonio.

#### IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C



Pro Suelos y Aguas

Firma

Ciro Riveros Chahuayo  
Responsable del laboratorio



FIN DE INFORME DE ENSAYO