



**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**  
**Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica**

**Adaptación de variedades mejoradas de papa (*Solanum tuberosum*) bajo  
condiciones de bajas temperaturas en Huari, Ancash**

**Tesis**

**Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo**

**Autor**

**Nehemias Gregorio Castro**

**Asesor**

**Dr. Sergio Eduardo Contreras Liza**

**Huacho – Perú**

**2023**

# ADAPTACIÓN DE VARIEDADES MEJORADAS DE PAPA (Solanum tuberosum) BAJO CONDICIONES DE BAJAS TEMPERATURAS EN HUARI, ANCASH"

## INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA	<1 %
Trabajo del estudiante		
2	prezi.com	<1 %
Fuente de Internet		
3	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola	<1 %
Trabajo del estudiante		
4	www.revistas.unitru.edu.pe	<1 %
Fuente de Internet		
5	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru	<1 %
Trabajo del estudiante		
6	Submitted to Massey University	<1 %
Trabajo del estudiante		
7	sired.udenar.edu.co	<1 %
Fuente de Internet		

**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**

**Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y  
Ambiental**

**Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica**

**Adaptación de variedades mejoradas de papa (*Solanum tuberosum*)  
bajo condiciones de bajas temperaturas en Huari, Ancash**

---

**Dr. Edison Goethe Palomares Anselmo**  
**Presidente**

---

**Dr. Roberto Hugo Tirado Malaver**  
**Secretario**

---

**Mg. Sc. Cristina K. Andrade Alvarado**  
**Vocal**

---

**Dr. Sergio Eduardo Contreras Liza**  
**Asesor**

**Huacho – Perú**

**2023**

## **DEDICATORIA**

A Dios que ilumina mi caminar en todo momento.

Dedico con todo mi corazón a mi madre: Felicitas L. Castro Blas, por su amor incondicional, tu bendición a diario a lo largo de mi vida me protege y me lleva a ser cada día mejor, mostrándome con hechos que nunca hay que rendirse ante las adversidades.

A mi padre: Pompeyo Gregorio Gutiérrez, quien me inculco a ser una persona de bien, porque desde el cielo me proteges y me das aliento.

A mis hermanos: Alex, Caleb, Juan, Albeyro y Bayro, por su apoyo y ser un motivo de mi superación en mi vida profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, por formarme para la vida profesional.

A mi asesor Dr. Ing. Sergio Eduardo Contreras Liza, por los aportes brindados en conocimiento en la elaboración de esta tesis.

A mis jurados Dr. Edison Goethe Palomares Anselmo, Dr. Roberto Hugo Tirado Malaver, Ing. MSc. Cristina Karina Andrade Alvarado, por darme su apoyo en la elaboración de esta investigación.

A todos los que intervinieron e hicieron posible que esta investigación sea realizada.

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO .....	ii
ÍNDICE.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2. Formulación del problema .....	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problema específico .....	2
1.3. Objetivos de la investigación .....	3
1.3.1. Objetivo General .....	3
1.3.2. Objetivos específicos .....	3
1.4. Justificación de la investigación .....	3
1.5. Delimitación del estudio .....	4
1.5.1. Delimitación temporal.....	4
1.5.2. Delimitación espacial .....	4
1.5.3. Delimitación social.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. Antecedentes de la investigación .....	5
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	5
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	6
2.2. Bases Teóricas .....	7
2.2.1. Variedades de papa .....	8
2.2.2. Uso del ácido acetilsalicílico en la papa .....	11
2.2.3. Taxonomía de la papa .....	12
2.3. Definición de términos básico.....	12
2.4. Hipótesis de la Investigación .....	13

2.4.1. Hipótesis general.....	13
2.4.2. Hipótesis específicos.....	14
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA .....	15
3.1. Gestión de la investigación .....	15
3.1.1. Ubicación .....	15
3.1.2. Características del área experimental.....	16
3.1.3. Tratamientos.....	17
3.1.4. Diseño experimental.....	17
3.1.5. Variables evaluadas.....	17
3.1.6. Conducción del experimento.....	18
3.2. Técnicas de recolección de datos .....	19
3.3. Operacionalización de las variables .....	20
3.4. Técnicas para el procesamiento de la información .....	21
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	22
4.1. Resultados .....	22
4.1.1. Variación en el rendimiento total de tubérculos por hectárea.....	22
4.1.2. Efecto de los tratamientos sobre los caracteres productivos .....	23
4.1.3. Efectos de los tratamientos sobre los caracteres agronómicos.....	24
CAPÍTULO V. DISCUSION.....	27
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	30
6.1. Conclusiones .....	30
6.2. Recomendaciones .....	30
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS .....	31
ANEXOS .....	42

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Tratamiento utilizados en el experimento</i> .....	17
<b>Tabla 2</b> <i>Operacionalizacion de las variables</i> .....	20
<b>Tabla3</b> <i>ANOVA: Rendimiento total de tuberculos, t/ha (Huari, 2022)</i> .....	22
<b>Tabla4</b> <i>Rendimiento total de tuberculos, t/ha (Huari, 2022)</i> .....	22
<b>Tabla5</b> <i>ANOVA: Cuadrados medios para efectos de los tratamientos sobre los caracteres productivos (Huari, 2022)</i> .....	23
<b>Tabla6</b> <i>Comparacion de medias de tratamiento para caracteres productivos (Huari, 2022)</i> .	24
<b>Tabla7</b> <i>ANOVA: cuadrados medios para efectos de los tratamientos en caracteres agronómicos (Huari, 2022)</i> .....	25
<b>Tabla8</b> <i>Comparacion de medias de tratamiento para caracteres agronómicos (Huari, 2022)</i> .....	25
<b>Tabla9</b> <i>Comparación de medias de tratamiento para caracteres agronómicos (Huari, 2022)</i> .....	26



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Ubicación de la Investigación .....	15
<b>Figura 2</b> Croquis experimental .....	16

ADAPTACIÓN DE VARIEDADES MEJORADAS DE PAPA (*Solanum tuberosum*)  
BAJO CONDICIONES DE BAJAS TEMPERATURAS EN HUARI, ANCASH

**RESUMEN**

*Objetivo:* Determinar el grado de adaptación de tres variedades mejoradas de papa y el comportamiento agronómico del cv. Bicentenaria con la aplicación de ácido acetilsalicílico en Huari, Ancash. *Metodología:* El ensayo se realizó en la localidad de Cajay (Huari) a 3.000 msnm, bajo el diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA) con 4 tratamientos y 4 repeticiones, utilizándose las variedades mejoradas Canchan, Única y Bicentenaria, ésta última con y sin aplicación de ácido acetilsalicílico (0,4 mM); previamente se tomaron datos climáticos de la zona y un análisis del suelo. Se evaluaron 12 variables productivas y agronómicas comparando los promedios de tratamiento mediante la prueba SK (0,5%). *Resultados:* La variedad Bicentenaria superó estadísticamente ( $p < 0,05$ ) a las variedades Canchán y Única en rendimiento de tubérculos y otras características productivas, presentando mejor adaptación a dichas condiciones ambientales. La aplicación del ácido acetilsalicílico (0,4 mM) en la var. Bicentenaria no tuvo respuesta ( $p > 0,05$ ) respecto a la adaptación o mejora de la productividad. *Conclusión:* La variedad mejor adaptada a las condiciones ambientales de Huari fue cv. Bicentenaria superando significativamente a las variedades mejoradas Canchán y Única, no hallándose respuesta en esta variedad a la aplicación exógena de ácido acetilsalicílico.

*Palabras clave:* Ancash, adaptación al frío, ácido acetilsalicílico, cambio climático, variedades de papa.

ADAPTATION OF IMPROVED POTATO VARIETIES UNDER LOW  
TEMPERATURE CONDITIONS IN HUARI, ANCASH

**ABSTRACT**

*Objective: To determine the degree of adaptation of three improved potato varieties and the agronomic behavior of cv. Bicentennial with the application of acetylsalicylic acid in Huari, Ancash. Methodology: The trial was carried out in the town of Cajay (Huari) at 3,000 masl, under the randomized complete block (DBCA) experimental design with 4 treatments and 4 repetitions, using the improved varieties Canchan, Única and Bicentenaria, the latter with and without application of acetylsalicylic acid (0.4 mM); Previously, climatic data of the area and a soil analysis were taken. Twelve productive and agronomic variables were evaluated by comparing the treatment averages using the SK test (0.5%). Results: The Bicentenaria variety statistically surpassed ( $p < 0.05$ ) the Canchán and Única varieties in tuber yield and other productive characteristics, presenting better adaptation to said environmental conditions. The application of acetylsalicylic acid (0.4 mM) in var. Bicentenaria had no response ( $p > 0.05$ ) regarding the adaptation or improvement of productivity. Conclusion: The variety best adapted to the environmental conditions of Huari was cv. Bicentenaria significantly surpassing the improved varieties Canchán and Única, not finding a response in this variety to the exogenous application of acetylsalicylic acid.*

*Keywords: Ancash, cold adaptation, acetylsalicylic acid, climate change, potato varieties.*

## **CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

Según Food and Agriculture Organization [FAO] (2021), a nivel mundial las áreas con papa se mantienen o han disminuido en los últimos años; en ese mismo período, la productividad y rendimiento de papa se han incrementado alrededor del 21%. Por su parte Bradshaw (2021) manifiesta que la papa es el cuarto cultivo alimenticio más importante del mundo en términos de consumo humano. Asimismo, se considera que la papa es el principal cultivo de la pequeña agricultura en el Perú y tiene una participación importante en la economía familiar campesina, básicamente en la región Andina, donde su cultivo da empleo a más de 700 000 familias, con un aporte de 33 millones de días-hombre, de acuerdo al último Censo Nacional Agropecuario (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2013). Es importante también anotar que la papa es el segundo producto agrícola nivel nacional en términos de valor, después del arroz y el primero en términos de volumen de producción, participando con más del 10 % del Valor Bruto de la Producción Agropecuaria según el Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI] (2013). De acuerdo a Amaya (2020) uno de los problemas que se observa en la papa es que las variedades cultivadas no presentan características adecuadas para atender la demanda creciente, razón por lo cual las empresas involucradas en ese rubro tienen que importar productos procesados de papa; ello es mostrado por cifras de la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria [SUNAT], 2021) donde se indica que en el año 2020 se importaron 19,47 mil toneladas por un valor de 16,81 millones de dólares, siendo Bélgica y Holanda los principales proveedores con el 74,4 %.

Por otro lado, Marmolejo (2018) sostiene que las fluctuaciones de temperatura provocan un crecimiento irregular en el cultivo de papa originando una baja productividad y la reducción

de la fotosíntesis; el estrés por sequía también reduciría la producción de almidón, mientras que el efecto de las heladas puede ocasionar graves daños en el follaje y en la producción de tubérculos.

## **1.2. Formulación del problema**

Frente al escenario de cambio climático en el Perú, la investigación plantea evaluar el comportamiento agronómico de cultivares comerciales de papa bajo condiciones de bajas temperaturas en la provincia alto andina de Huari (Ancash) y asimismo determinar si es posible modular en esas condiciones, el desarrollo del cultivo de papa mediante el uso de reguladores de crecimiento. De esta manera la investigación contribuye con la identificación de soluciones para los agricultores, identificando variedades con adaptabilidad a dicha localidad y con tecnologías de bajo impacto ambiental que puedan ser usadas por los productores.

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el grado de adaptación de tres cultivares mejorados de papa y el comportamiento agronómico del cv Bicentenario mediante la aplicación exógena de ácido acetilsalicílico en las condiciones ambientales de la provincia de Huari, Ancash?

### **1.2.2. Problema específico**

- ¿Qué variedad mejorada de papa se comporta agronómicamente mejor en las condiciones alto andinas de Huari, Ancash?
- ¿Existe algún efecto en el comportamiento agronómico de la papa cv Bicentenario por la aplicación exógena de ácido acetilsalicílico bajo condiciones de bajas temperaturas?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Evaluar el grado de adaptación de tres variedades mejoradas de papa y el comportamiento agronómico del cv. Bicentenaria mediante la aplicación exógena de ácido acetilsalicílico bajo condiciones ambientales de la provincia de Huari, Ancash.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el comportamiento agronómico de tres variedades mejoradas de papa en condiciones de Huari, Ancash.
- Evaluar el efecto en el comportamiento agronómico de la papa cv. Bicentenaria por la aplicación exógena de ácido acetilsalicílico, bajo condiciones de bajas temperaturas.

### **1.4. Justificación de la investigación**

Según la Food and Agriculture Organization [FAO] (2008), el cultivo de auto subsistencia de la papa en los países en vías desarrollo ha disminuido porque los agricultores están produciendo mayormente para los mercados internos e internacionales. Al respecto, el Diario Gestión (2020) considera que en el 2020 en el Perú alrededor del 50% de la producción de papa se destinó al mercado y cerca de 250 mil toneladas fue la demanda de papas en tiras para pollerías.

Por esta razón es necesario buscar variedades de papa que puedan ingresar al mercado de procesamiento (bastones, hojuelas y otros productos derivados) y que además se puedan adaptar a un escenario de cambio climático (temperaturas extremas, sequías, suelos limitantes) en condiciones de la región Andina. Asimismo, es prioritario promover la investigación en tecnologías accesibles al agricultor y que sean amigables al medio ambiente, que permitan un mejor comportamiento agronómico del cultivo de papa en esas condiciones. El objetivo de la

tesis fue determinar el grado de adaptación de tres cultivares mejorados de papa, así como el comportamiento agronómico del cv. Bicentenario mediante la aplicación exógena de ácido acetilsalicílico en condiciones de bajas temperaturas ambientales en la provincia de Huari, Ancash.

## **1.5. Delimitación del estudio**

### **1.5.1. Delimitación temporal**

La investigación se realizó en su fase experimental y de gabinete, durante el periodo de octubre del 2021 a febrero de 2023.

### **1.5.2. Delimitación espacial**

La investigación en su fase experimental se localizó en Huancarpata, distrito de Cajay, provincia de Huari, Ancash, a una altitud de 3 000 m.s.n.m.

### **1.5.3. Delimitación social**

La investigación está dirigida a los productores de la agricultura familiar en la región Ancash, que realizan el cultivo de papa bajo condiciones de estrés ambiental por frío.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

De la Cruz (2015) halló que el genotipo g<sub>4</sub> presentó un alto rendimiento y estabilidad, tanto en ambientes favorables y desfavorables, tuvo un promedio de rendimiento alto y cumple con los parámetros establecidos por la industria en Ecuador.

De acuerdo a Choque et al. (2007), 82 accesiones de *Solanum andigena*, *S. stenotomum* y *S. x juzepczukii* de Bolivia fueron evaluadas con el objetivo de identificar características asociadas a la resistencia a heladas y se halló que la especie *S. stenotomum* mostró una doble empalizada en el parénquima y tuvo menor daño por heladas en el follaje, mientras que *S. andigena* mostró una capa simple de empalizada y se mostró susceptible a las heladas; asimismo, se presentó una correlación significativa entre la triple capa de empalizada en las células del parénquima y la resistencia a heladas en la especie *S. x juzepczukii*.

En Bolivia se evaluaron cultivares y clones de papa en campo e invernadero con el fin de seleccionar cultivares por su tolerancia al estrés hídrico por sequía y a las heladas, encontrándose una correlación significativa y negativa entre la severidad del daño por heladas y la biomasa de follaje y con el contenido de clorofila; se identificaron los cultivares 00-216-3 Victoria, P'alta Chola e Isabel como los más tolerantes a las heladas (Ortega et al. 2020).

Quispe (2017) considera que los saberes y tecnologías locales deben aplicarse de manera complementaria a las innovaciones tecnológicas sostenibles que trae la ciencia, con ello no sólo contrarrestar los efectos del cambio climático, sino también mejorar la productividad de los cultivos y la calidad de vida de las comunidades.



Por otro lado, se ha demostrado que el ácido salicílico (SA) aplicado al follaje activa la respuesta de defensa de la planta contra e fitoplasmas, reduciendo los síntomas de la enfermedad, favoreciendo la translocación de foto sintetizados e incrementando la calidad de los tubérculos (Sanchez Rojo et al. 2022). El ácido salicílico (SA) aplicado mejora la fotosíntesis, el desarrollo y varias otras características fisiológicas y bioquímicas en plantas estresadas (Wani et al. 2017), pero es necesario determinar las concentraciones efectivas de SA para el cultivo de papa, ya que una dosis alta de SA no solo induce una mayor resistencia a las enfermedades (Hayat et al. 2010), sino que también tiene efectos adversos en el crecimiento y la productividad de las plantas, lo que es causado por un desequilibrio entre el costo y el beneficio de la energía que la planta puede utilizar (Koo et al. 2020).

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Según Marmolejo et al. (2018) las variedades nativas que presentan mayor tolerancia a heladas son: 'Yana Huancuy' (*Solanum x chaucha*), 'Chaulina' (*S. phureja*), 'Huamantanga azul' (*S. x chaucha*), 'Camotillo' y 'Peruanita' (*S. goniocalyx*). Por su parte, Cahuana (2018) halló que las heladas de relativa intensidad y duración, causaron efectos ligeros entre 11,25 y 23,75% en las plantas de papa; asimismo, los clones de papa RC 20-01-17, RC 2-96-43B y RC 20-01-01, alcanzaron rendimientos entre 51 907 y 47 032 kg ha<sup>-1</sup>, con tolerancia a heladas y sequía, mayor crecimiento y área foliar, una mayor altura de planta y mayor número de tubérculos.

Pérez et al. (2007) hallaron que, al evaluar el rendimiento y estabilidad de diez genotipos de papa en cinco ambientes, se detectaron efectos significativos de los ambientes, genotipos e interacción genotipo x ambiente; el rendimiento por hectárea fluctuó entre 13,28 y 25,04 t ha<sup>-1</sup>.

Orneta (2018) halló variabilidad en el comportamiento agronómico de los genotipos de papa del CIP y fue superior a las variedades testigo en cuanto a vigor y floración; dichos clones mostraron variación en la adaptabilidad a las localidades y estabilidad de rendimiento a nivel de todas las localidades; los clones seleccionados fueron CIP 308499.112, CIP 308518.293, CIP 308486.314 y CIP 308517.91, por sus atributos de adaptación y estabilidad de rendimiento en tres localidades.

Luyo (2015) determinó que la aplicación de ácido acetil salicílico presentó diferencias significativas en comparación al testigo sin aplicación con respecto al porcentaje de inflorescencias en la variedad de papa mejorada Única, pero no en el rendimiento de tubérculos.

## **2.2. Bases Teóricas**

### *Importancia del cultivo de papa*

Según Food and Agriculture Organization [FAO] (2008), la papa es el cultivo alimenticio con mayor producción en el mundo y es el cuarto cultivo más importante después del arroz, trigo y maíz; es una buena fuente energética y también tiene algunos otros nutrientes (principalmente vitaminas, Fe, Zn) y proteínas, en comparación con otras raíces y tubérculos.

Asimismo, el Ministerio de Agricultura y riego [MIDAGRI] (2021) afirma que la producción de papa en el Perú en el año 2020 fue de 5,45 millones de toneladas, 1,1% mayor que en el 2019, con un ligero incremento de la superficie cosechada que alcanzó las 331,4 mil has. De acuerdo a Devaux (2018) el Perú, es uno de los países donde el consumo de papa ha crecido, llegando a 85 kg *per cápita* en el 2015, considerando además que el 50% de la producción nacional aproximadamente, es para autoconsumo.

### *Efecto del estrés ambiental en el cultivo de papa*

En los países del hemisferio sur, Hijmans (2003) sostiene que el impacto del cambio climático en la papa es notorio, agravando problemas ya existentes, como la incidencia de plagas, degradación de los suelos y el estrés ambiental. Arcos-Pineda et al. (2020) manifiestan que en algunas zonas Puno, la temperatura durante la época de cultivo cayó hasta  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  en el mes de febrero, causando importantes pérdidas de producción en la papa, mientras que, en otras regiones del país, los rendimientos disminuyen por las heladas, sequías o irregularidad de las lluvias. Se puede considerar que la papa es vulnerable al frío que afecta el desarrollo de la planta y del tubérculo, lo que provoca una caída en rendimiento; al respecto Castro (2019) indica que, si un agricultor en Ancash no tomara ninguna acción preventiva en el cultivo de papa ante la ocurrencia de heladas, se perderían alrededor de 1 550 kg por hectárea con un promedio de nueve episodios de temperaturas mínimas por debajo de los  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

#### **2.2.1. Variedades de papa**

De Haan et al., (2010) afirman que el Perú es el centro del origen y domesticación de la papa, donde se han desarrollado más de 3 500 variedades de papas entre nativas y mejoradas. Por su parte Monteros & Reinoso (2010) manifiestan que las variedades de papa, se pueden clasificar en dos grupos: nativas y mejoradas. Las variedades nativas son el resultado de un proceso de domesticación, selección y conservación ancestral, mientras que las mejoradas son el resultado de un proceso de mejoramiento genético y poseen mayor potencial de rendimiento, resistencia a enfermedades además de buena calidad culinaria.

Es necesario considerar que el 62% del área cultivada con papa en el Perú corresponde a las variedades mejoradas siendo Yungay la variedad más sembrada con 22% de las siembras a

nivel nacional; las variedades más cultivadas en el Perú son Yungay, Canchan, Amarilis, Única y Serranita (Pradel et al., 2017).

Según Shimizu & Scott (2016), la ventaja comparativa que tiene el Perú es la producción de múltiples variedades de papa y que la producción se puede realizar todo el año, lo cual permitiría disponer de materia prima para la industria en forma permanente. Igualmente, Scott et al. (2001) afirman que el incremento de la productividad y las mayores áreas de siembra, han permitido que el Perú produzca más de cinco millones de toneladas en el 2019, siendo actualmente el mayor productor de papa en América Latina. Al respecto Cervantes & Quevedo (2020) consideran que el crecimiento en la demanda por productos procesados como hojuelas, y papas fritas en tiras en América del Norte, e Europa y también en ciertas partes de los países en vías en desarrollo han contribuido a impulsar el proceso de industrialización de la papa en el Perú.

**a. Variedad Única**

De acuerdo a Pradel et al. (2017), el cultivar UNICA es una planta de tipo herbáceo con hábito de crecimiento erecto; presenta tallos gruesos de color verde oscuro, con una longitud entre 0,90 a 1,20 metros. La forma de la hoja es disectada, con cinco pares de folíolos laterales y un par de inter hojuelas sobre los pecíolos. Tiene floración moderada entrada la temporada de primavera en Costa, escasa floración en el invierno en Costa y ausencia de floración en condiciones de Sierra, mayor a 2.000 msnm; las flores son de color violeta y no presenta bayas. Los tubérculos son oblongos y alargados, cascara de color rosada, que toma una tonalidad más clara hacia finales de la primavera en la Costa y roja en condiciones de Sierra. El período vegetativo es de 90 a 100 días en condiciones de trópico alto o en Sierra sobre los 2 000 a 3 800 msnm, cuando se trata de multiplicación de semilla; características de semi-precoz (90 a 110

días) en condiciones de trópico bajo como la Costa o en los valles interandinos (0 a 1 500 msnm). El cultivar UNICA está inscrito en el Registro Nacional de Cultivares Comerciales con el número de registro 01/2005-AG-SENASA-DGSV (SENASA, 2020).

**b.** Variedad Canchan

Según el INIA (2013), el cultivar Canchán proviene del cruzamiento (BI-1)<sup>2</sup> como progenitor femenino, cuya resistencia deriva del cv. Black (*Solanum tuberosum* x *Solanum demisum*) y la variedad Libertas (*Solanum tuberosum*) y el progenitor masculino Murillo III-80 que proviene del cruzamiento de dos cultivares nativos de *Solanum ajanhuiri* y *Solanum andígena* que aportan tolerancia a heladas y resistencia de campo a la ranca. El tallo es de color verde claro alcanzando una altura media de 90 cm. El tamaño de hoja es mediano con un color verde claro, presenta una floración de color lila siendo la floración y fructificación muy escasas. La forma del tubérculo es redonda, con color de piel rojo y color de pulpa blanco. El periodo vegetativo alcanza los 120 días y se adapta a condiciones de sierra media, 2 000 a 3 500 msnm y a la costa central. Esta variedad está inscrita en el Registro Nacional de Cultivares Comerciales con el número 01/2000-AG-SENASA-DGSV (SENASA, 2020).

**c.** Variedad Bicentaria

De acuerdo a Contreras-Liza et al. (2023), el clon avanzado UH-24, denominado “Bicentaria” por la UNJFSC proviene de una selección clonal del cruzamiento entre las variedades Reiche x (Capiro x Atlantic). Presenta un período vegetativo de 120 a 135 días y se adapta a las condiciones ambientales de la costa central del Perú (bajo riego) y en Sierra a altitudes de 1.500 a 3.000 msnm (secano). Los rasgos cualitativos son: débil pigmentación antocianica del tallo, elevado grado de floración y fructificación, color de la flor blanco, forma de tubérculo redondo, cáscara delgada y ojos del tubérculo superficiales, color de la piel del

tubérculo y de la pulpa, blancos. Es apta para fritura en bastones y chips; se encuentra inscrita en el Registro Nacional de Cultivares Comerciales con el número 001-2021-MIDAGRI-SENASA-DELYC

### **2.2.2. Uso del ácido acetilsalicílico en la papa**

Hayat & Ahmad (2007) afirman que el ácido salicílico es una molécula relacionada a la respuesta al estrés en las plantas y, por lo tanto, se le puede considerar candidata para aplicaciones exógenas como activador de resistencia inducida. Raskin (1992) manifiesta que el ácido acetil salicílico (ingrediente activo del producto farmacológico, aspirina) es un compuesto fenólico análogo al ácido salicílico que ha sido identificado como un producto no fitotóxico.

Navarre & Mayo (2004) consideran de que a pesar de los altos niveles basales de ácido salicílico que tiene naturalmente la papa, este cultivo puede responder a la aplicación exógena de ácido salicílico a una concentración baja cuando se realizan pulverizaciones al cultivo; sin embargo, Van Loon (2007) afirma que las plantas cultivadas en condiciones de campo parecen menos sensibles en determinados momentos. Al respecto, la Agencia Norteamérica para la Cooperación (USAID, 2006) manifiesta que la debilidad del ácido salicílico es que su vida dentro de la planta es muy corta siendo inmovilizada en las paredes celulares, por lo cual se vuelve necesaria la aplicación rutinaria durante toda la vida del cultivo para poder mantener altos niveles de resistencia. Asimismo, Alexandersson et al. (2016) sostienen que el papel del ácido salicílico en la papa y su participación en la señalización de resistencia sistémica aún se encuentra en debate porque a diferencia de lo hallado en tabaco y *Arabidopsis* sp., se considera que la papa presenta altos niveles endógenos de esta molécula.

### **2.2.3. Taxonomía de la papa**

Según Gálvez (2014)

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Sub clase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanáceas

Género: Solanum

Especie: tuberosum

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

#### *Cultivar*

Un cultivar es el producto final del cruzamiento entre dos o más variedades, en el que se han utilizado esquemas adecuados de mejoramiento, así como de técnicas eficientes de evaluación y selección genealógica, de tal forma que en un tiempo se obtenga una variedad mejorada de papa que puede resolver la problemática papera.

#### *Ensayo agronómico*

El ensayo agronómico sirve para determinar la influencia del suelo y clima en la producción de una variedad, así como el efecto de las enfermedades y plagas. Se utiliza para cada ensayo un testigo y un grupo de tratamientos.

#### *Estabilidad fenotípica*

La estabilidad fenotípica es la capacidad del genotipo para reducir las fluctuaciones estacionales en una característica, al ser evaluado en diferentes condiciones ambientales.

### *Análisis de la Variancia*

El análisis de la varianza (ANOVA) es una técnica estadística que consiste en descomponer los componentes de variancia y analizar su significación a un determinado nivel estadístico denominado  $p$ , de acuerdo a las pruebas de hipótesis planteadas.

### *Prueba de comparación de medias*

La prueba de comparación de medias es una o más pruebas estadísticas que evalúan los valores de los tratamientos elegidos a un determinado nivel de confianza.

### *Adaptación al frío en los cultivos*

La adaptación al frío es un proceso fisiológico en las plantas que evita el daño o muerte de los cultivos a bajas temperaturas y es de enorme importancia económica en un gran número de cultivos de climas cálidos o templados.

## **2.4. Hipótesis de la Investigación**

### **2.4.1. Hipótesis general**

Los cultivares mejorados de papa tienen diferente comportamiento agronómico al estrés por frío y en particular el cv. Bicentenario, con la aplicación exógena de ácido acetilsalicílico en condiciones de bajas temperaturas ambientales en la provincia de Huari, Ancash.



#### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- Existe una variedad mejorada de papa con un adecuado comportamiento agronómico para las condiciones de bajas temperaturas ambientales de la provincia de Huari, Ancash.
- Existe un efecto significativo en el comportamiento agronómico de la papa cv. Bicentenaria por la aplicación exógena de ácido acetilsalicílico en condiciones de bajas temperaturas ambientales.

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

### 3.1. Gestión de la investigación

La investigación fue de naturaleza aplicada, experimental, de corte transversal.

#### 3.1.1. Ubicación

El presente proyecto se realizó en la localidad de Huancarpata, distrito de Cajay, provincia de Huari, región Ancash.

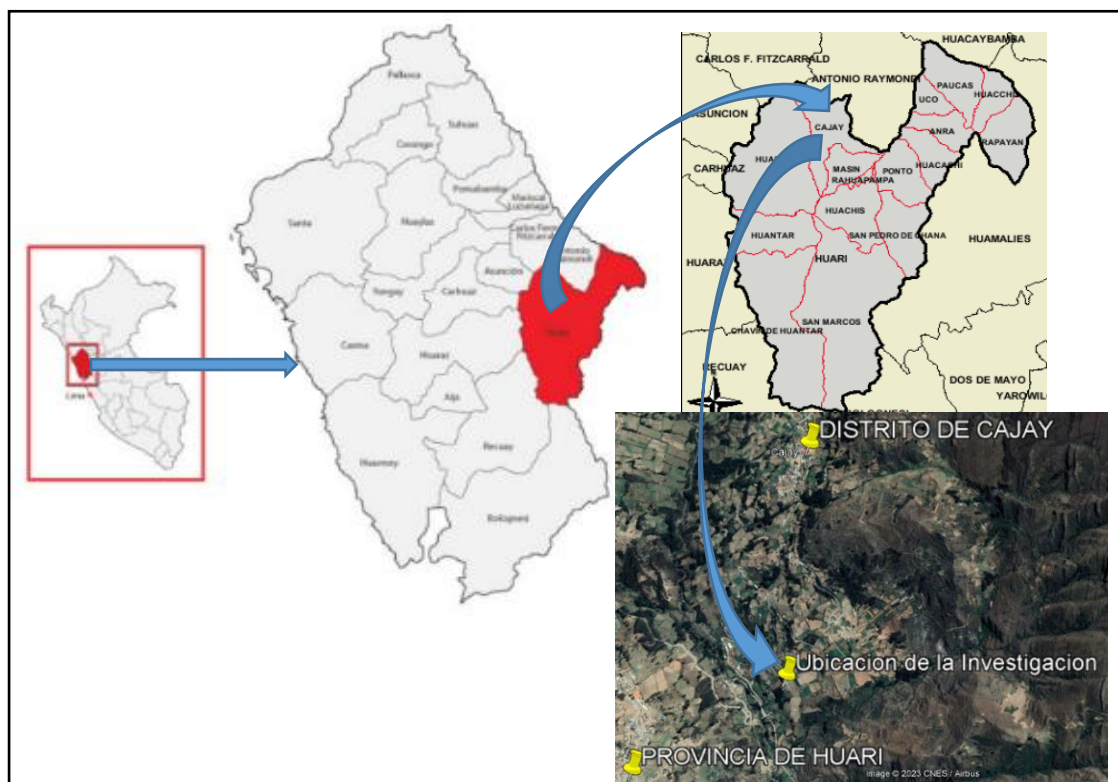
*Ubicación del campo experimental*

Coordenadas geográficas

Latitud sur : 9° 20' 24.31"  
Longitud oeste: 77° 09' 32.77"  
Altitud : 2954 m.s.n.m.

**Figura 1**

*Ubicación de la Investigación*



### 3.1.2. Características del área experimental

Las características del área experimental fueron las siguientes:

Diseño Experimental: Diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones (DBCA4R)

Distancia entre surcos : 1,0 m.

Distancia entre plantas : 0,30 m.

Área Parcela : 12 m<sup>2</sup>. (40 plantas)

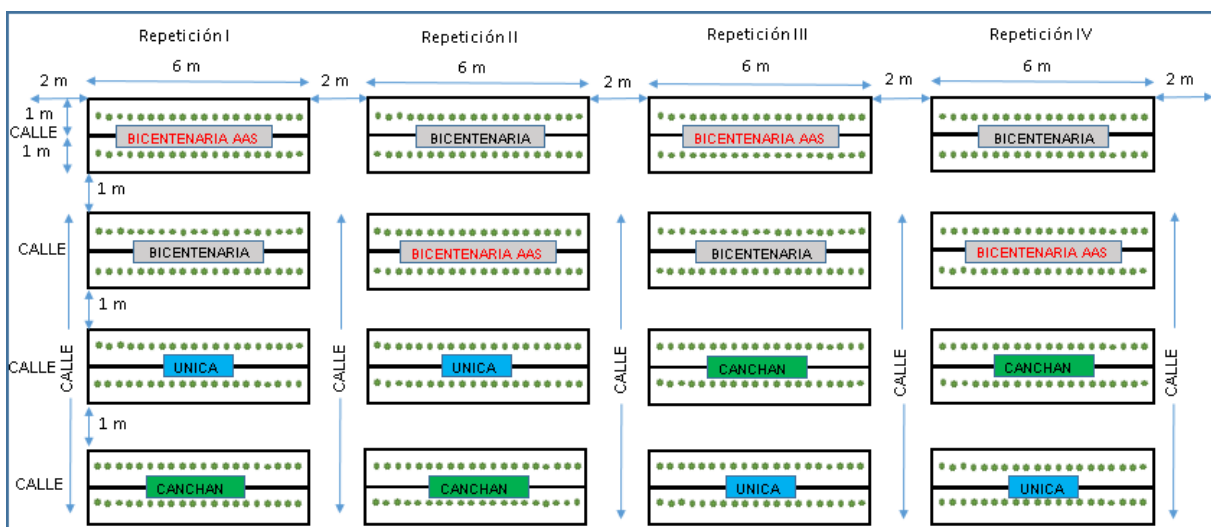
Área Experimental Neta : 192 m<sup>2</sup>.

Área experimental Total : 360 m<sup>2</sup>.

En la Figura 2. se puede observar el croquis experimental utilizado:

**Figura 2**

*Croquis experimental*



### Características climáticas durante el cultivo

Datos climatológicos de la localidad: octubre 2021 a febrero de 2022. (ver anexo 2.)

- Temperatura mínima media :5,9 °C
- Temperatura máxima media :18,2°C
- Velocidad del viento :2,13 m/s

- Pluviosidad anual :1.320 mm

*Eventos de bajas temperaturas ocurridas durante el cultivo*

- Granizada 08/12/21 Tmin. 4°C, Tmax 18°C
- Granizada 13/12/21 Tmin. 5°C, Tmax 19°C
- Granizada 31/01/22 Tmin. 5°C, Tmax 18°C

### 3.1.3. Tratamientos

Los tratamientos utilizados en la investigación se pueden observar en la Tabla 1

**Tabla 1**

*Tratamiento utilizados en el experimento*

No.	Tratamientos
1	cv. Bicentenaria
2	cv. Bicentenaria + AAS*
3	cv. Única
4	cv. Canchán

*Nota.* Aplicación foliar de ácido acetilsalicílico (AAS) a una dosis de 0,4 mM

### 3.1.4. Diseño experimental

El ensayo se realizó bajo el diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA) con 4 tratamientos y 4 repeticiones con un total de 16 unidades experimentales. Para el desarrollo del presente trabajo, se contó con las variedades mejoradas Canchan, Única y Bicentenaria, como tratamientos.

### 3.1.5. Variables evaluadas

- *Variables dependientes:*

Altura de planta, emergencia de plantas, peso seco del follaje, peso de tubérculos y número de tubérculos por planta.

- *Variables independientes:*

Variedades de papa (Canchan, Única y Bicentenaria)

### **3.1.6. Conducción del experimento**

#### ***3.1.6.1. Preparación del terreno***

La preparación del suelo se hizo con tracción animal con el terreno en capacidad de campo.

#### ***3.1.6.2. Siembra***

La siembra se realizó de acuerdo al croquis experimental (Figura 1), colocando los tubérculos semilla al distanciamiento indicado.

#### ***3.1.6.3. Riego***

El riego del campo se realizó por lluvia (secano). Cuando fue necesario, se implementó el riego por mangueras para complementar la dotación de agua, por la ausencia de precipitaciones.

#### ***3.1.6.4. Fertilización***

Para el presente trabajo de investigación se empleó la dosis recomendada de acuerdo al análisis de suelos, de 100-140-60 (NPK). Se utilizó como fuentes orgánicas el guano de islas, y como fuentes inorgánicas urea, fosfato diamónico y cloruro de potasio.

#### ***3.1.6.5. Aplicación exógena de ácido acetilsalicílico***

La aplicación de ácido acetil salicílico (AAS) se realizó en la variedad de papa Bicentenaria según se muestra en el croquis experimental, sólo en las unidades experimentales determinadas previamente en esta variedad, siendo uno de los tratamientos en evaluación en la investigación. En total se aplicó durante el cultivo 4 veces la dosis de ácido acetilsalicílico en estas unidades experimentales: dos aplicaciones en el mes de noviembre y 2 en diciembre, con una frecuencia

de 15 días entre ellas. La dosis utilizada fue de 0,4 mM (500 mg del producto farmacológico aspirina Bayer en 7 litros de agua) de acuerdo al procedimiento indicado por Contreras & Vargas (2022).

#### **3.1.6.6. Registros realizados**

Para tener información de las condiciones ambientales en la localidad de ejecución del experimento, se registraron temperaturas máxima y mínima diariamente. Asimismo, se realizó un análisis de suelos para determinar los parámetros físicos químicos del campo experimental.

### **3.2. Técnicas de recolección de datos**

Para realizar la comparación entre variedades, se utilizó como metodología el protocolo para pruebas de evaluación de clones avanzados de papa (Bonierbale et al. 2010). Las variables evaluadas fueron:

#### *Altura de planta (cm):*

Se realizó la medida de las plantas con la ayuda de un escalímetro, tomando en cuenta la base hasta el punto más alto a los 45 y 75 días después de la siembra.

#### *Número de brotes por planta:*

Se realizó el conteo de brotes a los 20 y 45 días después de la siembra.

#### *Peso de follaje por planta: fresco y seco en (gr/planta)*

Se realizó el corte de la planta a los 135 días después de la siembra, se procedió a pesar con ayuda de una balanza digital, tanto peso fresco como el peso seco (en estufa).

### *Número de tubérculos por planta*

Se hizo el conteo de los tubérculos comerciales y no comerciales por parcela a la cosecha (135 días).

### *Peso de tubérculos por parcela (kg)*

Se pesó los tubérculos totales y comerciales por parcela con la ayuda de balanza digital a los 135 días después de la siembra.

### *Rendimiento de tubérculos por hectárea (kg)*

Se realizó la proyección del rendimiento total y comercial de los tubérculos con una población de 40 mil plantas por hectárea.

## **3.3. Operacionalización de las variables**

**Tabla 2**

*Operacionalización de las variables*

<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>
ADAPTACIÓN A CONDICIONES DE FRÍO	La adaptación al frío es un tipo de ajuste que realizan los organismos vivos cuando hay cambios en la temperatura del medio ambiente.	Rendimiento total y comercial	A) Peso
			B) Tamaño
			C) Calibre
			D) Número
		Comportamiento Agronómico	E) Altura planta
			F) Brotamiento
			G) Peso de follaje
			H) Supervivencia
			I) Fructificación
			J) Única
VARIEDADES MEJORADAS DE PAPA	Una variedad de papa representa a un genotipo definido, seleccionado y caracterizado dentro de la especie.	Variedades de papa	K) Canchan
			L) Bicentenario

### **3.4. Técnicas para el procesamiento de la información**

Para el procesamiento de la información se utilizaron las siguientes técnicas:

- Ordenamiento y clasificación de la información recogida a través de los instrumentos de recolección de datos en el libro de campo (Excel).
- Registro y procesamiento de la data haciendo uso del software Infostat para la realización del análisis de la varianza (ANOVA) de la información hallada en los instrumentos de recolección de datos.
- Se hizo una tabulación por separado para cada variable dependiente y luego un resumen de todas las variables, presentando dicha información en tablas.
- Se utilizó la prueba de Scott-Knott al 95% de confianza para comparar los promedios de los tratamientos en estudio.



## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1. Resultados

#### 4.1.1. Variación en el rendimiento total de tubérculos por hectárea

En la Tabla 3 se muestra que se presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) para la fuente de variabilidad debido a los tratamientos (variedades de papa), en las condiciones de cultivo de la localidad de Huancarpata, distrito de Cajay (Huari).

**Tabla3**

*ANOVA: Rendimiento total de tuberculos, t/ha (Huari, 2022)*

Fuentes	S. Cuadrados	GLi.	C.Medios	Fc	$p > F$
Bloques	162,07	3	54,02	3,82	0,0515
Tratamientos	783,81	3	<b>261,27*</b>	18,45	0,0003
Error	127,43	9	14,16		
Total	1073,31	15			

*Nota.* Los valores de los cuadrados medios en negrita \*, son estadísticamente significativos ( $p < 0,05$ )

La variedad Bicentenaria alcanzó un rendimiento de 31,95 t ha<sup>-1</sup>, superando significativamente a las variedades Única y Canchán (20,51 y 13,97 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente) sin embargo no se presentaron diferencias estadísticas en el rendimiento del cv. Bicentenaria por efecto de la aplicación del ácido acetilsalicílico (+AAS), según se observa en la Tabla 4.

**Tabla4**

*Rendimiento total de tuberculos, t/ha (Huari, 2022)*

Tratamientos	Rendimiento
Bicentenaria	31,95 a
Bicentenaria+AAS	28,51 a
Única	20,51 b
Canchan	13,97 b
Error Std.	1,88

*Nota.* Medias de tratamientos con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba Scott-Knott ( $p < 0,05$ )

#### 4.1.2. Efecto de los tratamientos sobre los caracteres productivos

En la tabla 5 se puede observar que los tratamientos en estudio por efecto de las variedades, tuvieron significancia estadística ( $p < 0,05$ ) en el caso del peso total de tubérculos por hectárea, peso de tubérculos comerciales por hectárea, número promedio de tubérculos por planta, peso promedio del tubérculo y en el peso promedio de tubérculos por planta; no se presentó significancia estadística en el caso del porcentaje de tubérculos comerciales por hectárea.

**Tabla5**

*ANOVA: Cuadrados medios para efectos de los tratamientos sobre los caracteres productivos (Huari, 2022)*

Fuentes	GLi	Rdto. Total	Rdto. Comerc.	%Prod. comerc.	Ntuberc/ plant	Peso/tuberc.	Peso tuberc/plant
Bloques	3	58184375,0	46651408,3	2,39	1,78	367,42	0,04
Tratamientos	3	<b>284061041*</b>	<b>251074275*</b>	10,45	<b>31,22*</b>	<b>537,60*</b>	<b>0,20*</b>
Error	9	22027569,4	21752925	8,5	1,92	137,89	0,01
Total	15						
% CV		20,22	22,09	3,23	10,65	19,13	19,17
R <sup>2</sup>		0,84	0,82	0,34	0,85	0,69	0,86

*Nota.* GLi= grados de libertad %CV, coeficiente de variación expresado en porcentaje, R<sup>2</sup>, coeficiente de determinación. Los valores de los cuadrados medios en energía \*, son estadísticamente significativos ( $p < 0,05$ )

Rdto. Total= peso total de tubérculos por hectárea (t/ha), Rdto. Comerc. = peso de tubérculos comerciales por hectárea (t/ha), % Prod. Comerc. =porcentaje de tubérculos comerciales, Ntuberc/plant = número promedio de tubérculos por planta, Peso/tuberc. =peso promedio del tubérculo (g), Peso tuberc/plant=peso promedio de tubérculos por planta (g).

Al comparar las medias de tratamiento se observa el mismo patrón indicado antes para el rendimiento de tubérculos por hectárea, siendo que el cv. Bicentenario superó estadísticamente a las variedades Canchán y Única en los caracteres de peso de tubérculos comerciales por hectárea, número promedio de tubérculos por planta, peso promedio del tubérculo y en el peso promedio de tubérculos por planta, no hallando diferencias significativas para el porcentaje de tubérculos comerciales por hectárea. Asimismo, se observa que al

comparar estadísticamente el efecto del ácido acetil salicílico (0,4 mM) en el cv. Bicentenaria, no se hallaron diferencias ( $p > 0,05$ ) para ningún carácter productivo (Tabla 6). En el caso del peso promedio por tubérculo que es un indicador del calibre, el cv. Bicentenaria con o sin AAS, fué similar a la variedad Canchán, superando estadísticamente a Única.

**Tabla6**

*Comparacion de medias de tratamiento para caracteres productivos (Huari, 2022)*

Tratamiento	<i>Rdto. Total</i>	<i>Rdto. Comerc.</i>	<i>Prod.comerc. %</i>	<i>Ntuberc/plant</i>	<i>Peso/tuberc.</i>	<i>Peso tuberc/plant</i>
Bicentenaria	31950 a	29430 a	92,19 a	15,20 a	72,58 a	0,82 a
Bicentenaria <sup>+AAS</sup>	28513 a	25988 a	91,14 a	15,50 a	63,91 a	0,74 a
Única	18388 b	16548 b	89,17 a	11,45 b	45,11 b	0,35 b
Canchan	13975 b	12480 b	88,79 a	9,85 b	63,96 a	0,46 b
<i>Error estándar</i>	2347	2332	1,46	0,69	5,87	0,06

*Nota.* Medias de tratamiento con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba Scott-Knott ( $p > 0,005$ )

#### **4.1.3. Efectos de los tratamientos sobre los caracteres agronómicos**

En la tabla 7 se puede observar que los tratamientos en estudio por efecto de variedades, tuvieron significancia estadística ( $p < 0,05$ ) en el caso de altura de planta, número de brotes por planta a los 20 días y peso seco del follaje; no se presentó significancia estadística en el caso de los caracteres número de brotes por planta a los 45 días y porcentaje de sobrevivencia a la cosecha. Mención aparte respecto al número y peso de bayas en el que se presentó cierta inconsistencia en la información, ya que en estas características las variedades Canchán y Única no presentaron floración y fructificación, siendo el cv. Bicentenaria el que tuvo mayor fructificación, independientemente de las aplicaciones del AAS.

**Tabla7**

ANOVA: cuadrados medios para efectos de los tratamientos en caracteres agronómicos (Huari, 2022)

Fuentes	GLi	Alt. Plant	+Brotos/ plant20d	Brotos /plant45d	PSFollaje	Sobreviven cia	+Peso Bayas	+Número Bayas
Bloques	3	36,49	0,02	0,51	97483,1	1,56	0,17	0,16
Tratamientos	3	<b>111,4*</b>	<b>0,0*</b>	2,29	<b>348574,3*</b>	8,85	0,1	0,09
Error	9	12,47	0,01	0,76	62717,3	3,3	0,03	0,05
Total	15							
% CV		11,64	33,49	17,01	32,83	1,86	7,32	15,61
R <sup>2</sup>		0,8	0,9	0,55	0,7	0,56	0,87	0,8

Nota. GLi = grados de libertad, valores en **negrita\*** son estadísticamente significativos (p< 0,05)

Alt.Plant = altura promedio de plantas a los 45 días, +Brotos/ plant20d = número promedio de tallos por planta a los 20 días (data transformada a Log<sub>10</sub>), Brotos/plant45d = número promedio de tallos por planta a los 45 días, PSFollaje = peso promedio del follaje de la planta (g), Sobrevivencia = porcentaje de plantas sobrevivientes a la cosecha (%), +Peso Bayas = peso total de bayas por unidad experimental (data transformada a Log<sub>10</sub>), +Num.Bayas = número total de bayas por unidad experimental. +datos transformados a Log<sub>10</sub>

En la Tabla 8 se observa que para altura de planta y número de brotes por planta a los 20 días, las variedades Canchán y Única superaron estadísticamente a Bicentenaria que mostró menor vigor vegetativo, mientras que para el número de brotes por planta a los 45 días y porcentaje de sobrevivencia a la cosecha, no se presentaron diferencias significativas entre las variedades mejoradas; tampoco se mostró efecto significativo por efecto de la aplicación del AAS en la variedad Bicentenaria en ninguno de estos caracteres agronómicos.

**Tabla8**

Comparacion de medias de tratamiento para caracteres agronómicos (Huari, 2022)

Tratamiento	Alt.Plant	*Brotos/ plant 20d	Brotos /plant 45d	PSFollaje	Sobreviven cia	*Peso Bayas	*Num. Bayas
Bicentenaria	26,1 b	0,01 b	4,53 a	544 b	96,88 a	2,55 a	1,52 a
Bicentenaria <sup>+AAS</sup>	25,8 b	0,10 b	4,85 a	583 b	96,25 a	2,33 a	1,30 a
Única	36,5 a	0,44 a	6,22 a	1188 a	98,75 a	0 <sup>+</sup>	0 <sup>+</sup>
Canchan	32,5 a	0,31 a	4,85 a	738 b	99,38 a	0 <sup>+</sup>	0 <sup>+</sup>
Error estándar	1,77	0,04	0,43	125,2	0,91	0,15	0,19

Nota. Medias de tratamiento con la misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba Scott-Knott (p>0,05), <sup>+</sup>Las variedades Canchán y Única no presentaron floración y fructificación.

En cuanto al peso seco del follaje, la variedad Única fue la que presentó significativamente el mayor valor respecto al resto de tratamientos (variedades Canchán y Bicentenaria); ello indicaría que el desarrollo vegetativo y peso de la biomasa de esta variedad fue superior al resto de genotipos.

**Tabla9**

*Comparación de medias de tratamiento para caracteres agronómicos (Huari, 2022)*

Tratamiento	Rdto. kg/ha	%Control <sup>1</sup>	% Reducción rendimiento <sup>2</sup>
Bicentenaria (Control)	31.950 a	100	0
Bicentenaria <sup>+AAS</sup>	28.513 a	89,2	-10,8
Canchan	13.975 b	43,7	-56,3
Única	18.388 b	57,6	-42,4

<sup>1</sup> Porcentaje de respuesta respecto al tratamiento control

<sup>2</sup> Porcentaje de reducción del rendimiento respecto al tratamiento control

En la tabla 9, se puede observar el efecto porcentual sobre el rendimiento de cada genotipo de papa en la localidad de Huari bajo condiciones de bajas temperaturas, donde se muestra que los genotipos Canchan y Única fueron los más afectados por dichas condiciones ambientales con reducciones de 56,3 y 42,4% respecto a Bicentenaria, respectivamente. En el caso del cv. Bicentenaria con la aplicación exógena de ácido acetilsalicílico (0,4 mM a una frecuencia quincenal), la reducción del rendimiento fue de 10,8%, aunque este valor no presentó significancia estadística.

## CAPÍTULO V. DISCUSION

### *Efecto del ácido acetilsalicílico en la papa bajo condiciones de bajas temperaturas*

Se ha demostrado que existen algunos compuestos químicos que pueden inducir una tolerancia al frío en la papa en condiciones *in vitro* (Mora y López, 2006); entre los compuestos evaluados se encuentran el ácido salicílico y el peróxido de hidrógeno que generaron mayor supervivencia de las plantas de papa en condiciones de estrés por bajas temperaturas. Además, se ha mostrado evidencia de que la aplicación exógena de ácido salicílico 0,1 mM a la papa mejora la tolerancia a la congelación constitutiva (Chen et al., 2023). En condiciones de campo el efecto de la dosificación de ácido acetyl-salicílico tuvo influencia en el cultivo de papa en cuanto a la emergencia en campo, vigor vegetativo y número de tallos por planta (Contreras et al. 2017), así como sobre la estimulación de la floración por la aplicación de ácido acetyl salicílico en comparación al testigo (Luyo, 2015).

En la presente investigación en la que se aplicó un producto farmacológico análogo (ácido acetilsalicílico) no se presentó significación estadística para el rendimiento en las parcelas aplicadas con el producto comparadas al control sin aplicación, bajo las condiciones de bajas temperaturas en la localidad de Huari a casi 3.000 msnm y con temperaturas mínimas de 5 a 6 ° C, según los registros del SENAMHI. Si bien es cierto que se realizó la comparación en una sola variedad mejorada (Bicentenario), no se advirtió asimismo diferencias significativas en esta variedad para los demás caracteres agronómicos y productivos evaluados. Respecto a la floración o fructificación, en la presente investigación no se ha evidenciado un efecto significativo en las variedades de papa evaluadas.

El cultivo de la papa parece ser vulnerable a cambios en los parámetros climáticos (Torricon & Carlos, 2018) y existe una alta correlación negativa de la variable severidad del daño por heladas con la biomasa de follaje de acuerdo a Ortega et al. (2020). En la investigación se halló que la variedad con mayor biomasa y peso del follaje (cv. Única) fue la más afectada en su productividad por las bajas temperaturas e incidencia de precipitaciones sólidas (granizo); estos eventos se presentaron en los meses de noviembre y diciembre, en los cuales el desarrollo de la planta fue mayor, hecho que corrobora los hallazgos de Ortega et al. (2020). La variedad Bicentenario, de porte bajo, con tallos cortos y tipo de planta arbustivo, se vio menos afectada en su producción, tal como se ha evidenciado en los resultados obtenidos en esta investigación. El efecto de la aplicación de AAS en la variedad Bicentenario no fue significativo con respecto a la severidad del daño por las bajas temperaturas, por lo menos a la dosis y frecuencia aplicada en las condiciones experimentales del campo (0,4 mM). Al respecto, el efecto de la aplicación del AAS en la variedad Bicentenario fue aproximadamente de -10,8 % en el rendimiento de tubérculos, lo que coincide con diversos autores (Alexandersson et al. 2016, Hayat et al., 2007, Koo et al., 2020) quienes señalan que la aplicación de esta fitohormona, puede reducir el rendimiento debido a un efecto de compensación por el incremento de la inmunidad en la planta que resultaría detrimental para la producción de los cultivos (USAID, 2006).

#### *Respuesta de las variedades mejoradas a las condiciones ambientales de Huari*

Como se puede observar en la Tabla 9, las variedades evaluadas tuvieron diferente desempeño en relación a la producción de tubérculos en la localidad de Huari, lo cual es coincidente con lo hallado por Bradshaw (2021) y Cahuana (2018), quienes sostienen que por el proceso del mejoramiento del cultivo de papa, los genotipos de papa presentan un fuerte

componente de interacción con el medio ambiente, siendo por lo tanto la respuesta de los clones de papa diferenciada y específica de acuerdo a la naturaleza del estrés ambiental.

Choque et al. (2007) consideran que existen genes de resistencia a las heladas en el germoplasma de papa nativa, pero existen muy pocos estudios en el caso de variedades mejoradas con respecto al desarrollo de variedades con tolerancia a las bajas temperaturas. Existen algunos trabajos en ese sentido, como el que desarrolló De La Cruz (2015) quien estudió la adaptación de genotipos de papa para la agroindustria en la sierra norte de Ecuador y el de Marmolejo & Ruiz (2018) quienes investigaron la tolerancia de variedades nativas de papa a heladas dentro del contexto de cambio climático en el Perú. En las especies silvestres, *Solanum acaule* ha sido identificada como la más tolerante a la congelación en relación a *S. tuberosum* (Chen et al. 2023), indicando que la morfología arrosetada (tallos muy cortos) de esta especie, podría ser un mecanismo de protección frente a las bajas temperaturas.

Las variedades Canchán y Única no han sido reportadas como tolerantes a este estrés ambiental y existe aún poca información respecto a la respuesta de variedad de papa Bicentenaria respecto a este carácter, por lo que la presente investigación pone de manifiesto que es necesario desarrollar trabajos de mejoramiento en esta dirección, considerando que son las variedades mejoradas las que tienen un área considerable en el Perú y estas áreas están creciendo (Ministerio de Agricultura y Riego, 2020).



## CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

1. Se determinó el comportamiento agronómico de tres variedades de papa mejorada (Unica, Canchán y Bicentenaria), bajo las condiciones altoandinas de Huari Ancash, teniendo mejor comportamiento agronómico la papa Bicentenaria (sin tratamiento) con un rendimiento de  $31,9 \text{ t ha}^{-1}$ .
2. Se evaluó el efecto de la aplicación exógena de ácido acetilsalicílico (0,4 mM) sobre diversos aspectos agronómicos del cultivar de papa "Bicentenaria" en condiciones de bajas temperatura de la provincia de Huari y no se hallaron efectos significativos sobre la producción de tubérculos u otras características agronómicas comparados al cv. Bicentenaria sin tratamiento.

### 6.2. Recomendaciones

1. Realizar la siembra de variedades mejoradas de papa en diferentes pisos altitudinales para evaluar su comportamiento frente al estrés por frío, desde los 3.000 msnm.
2. Realizar investigación con diferentes dosis y frecuencias de aplicación exógena del ácido acetilsalicílico en el cultivo de papa bajo condiciones de estrés por bajas temperaturas.
3. Investigar la influencia del ácido acetilsalicílico en el cultivo de papa en diferentes épocas de siembra y con diferentes cultivares mejorados.

## CAPÍTULO VII. REFERENCIAS

- Acosta Cuintaco, C. A. (2019). Análisis de la producción, comercialización y exportación de la papa en el mercado peruano y su impacto en la región latinoamericana. Universidad Santo Tomás, Bogotá.  
<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/19371>
- Alexandersson, E, Mulugeta, T., Lankinen, Å., Liljeroth, E., & Andreasson, E. (2016). Plant Resistance Inducers against Pathogens in Solanaceae Species-From Molecular Mechanisms to Field Application. *Int. J. Mol. Sci.* 17,1673.  
<https://doi.org/10.3390/ijms17101673>
- Altieri, M. A. (1999). *The ecological role of biodiversity in agroecosystems*. In: Invertebrate biodiversity as bioindicators of sustainable landscapes (pp. 19-31). Elsevier.  
[https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00028-6](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00028-6)
- Alvarez, M. (2001). Oportunidades para el Desarrollo de Productos de Papas Nativas en el Perú. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 13(2), 58-79.  
<http://ojs.papaslatinas.org/index.php/rev-alap/article/view/134>
- Amaya, J. (2020). *Papa procesada importada*. <https://gestion.pe/economia/minagri-el-10-de-la-papa-procesada-que-se-consume-en-el-pais-es-importada-noticia/?ref=gesr>
- Arcos Pineda, J. H., Mamani Huayta, H., Barreda Quispe, W. L., & Holguín Chuquimamani, V. (2020). *Manual técnico: manejo integrado del cultivo de papa*. INIA.  
<http://pgc-snia.inia.gob.pe:8080/jspui/handle/inia/1146>
- Bradshaw, J. E. (2021). *Potato Breeding: Theory and Practice*. Springer Nature.
- Cahuana Laura, V. (2018). Evaluación de clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) tolerantes a helada y sequía en Tahuaco–Yunguyo–Puno.

[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/15609/Cahuana\\_La\\_ura\\_Veronica.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/15609/Cahuana_La_ura_Veronica.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Camire, M. E., Kubow, S., & Donnelly, D. J. (2009). Potatoes and human health. *Critical reviews in food science and nutrition*, 49(10), 823-840. 10.1080/10408390903041996

Caro Castro, J., Mateo Tuesta, C., Cisneros Moscol, J., Galindo Cabello, N., & León Quispe, J. (2019). Aislamiento y selección de actinomicetos rizosféricos con actividad antagonista a fitopatógenos de la papa (*Solanum tuberosum* spp. andigena). *Ecología Aplicada*, 18(2), 101-109. <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v18i2.1329>

Castillo-Marroquin, A., & Mas-Frkovich, A. (2020). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de vodka a base de papa amarilla (*Solanum phureja*). [tesis pregrado Universidad de Lima]. <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/12756>

Castro Narciso, A. Y. (2019). *Determinación de modelos de estimación de temperaturas mínimas con fines de pronóstico de heladas en la región Ancash*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4074>

Chen, L, Feiyan, Z., Ye, C., Yongqi, F., Kangkang, Z., Qing, L, Wei, T, Fujing, J, Guangcun, L, Hongbo, Z., & Botao, S. (2023). Salicylic Acid Improves the Constitutive Freezing Tolerance of Potato as Revealed by Transcriptomics and Metabolomics Analyses. *International Journal of Molecular Sciences* 24, 1: 609. <https://doi.org/10.3390/ijms24010609>

- Choque, E., Espinoza, R., Cadima, X., Zeballos, J., & Gabriel, J. (2007). Resistencia a helada en germoplasma de papa nativa de Bolivia. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 14 (1), 24-32. <http://ojs.papaslatinas.org/index.php/rev-alap/article/download/141/144>
- Contreras-Liza, S.E, Huamán-Tasa, D. & Noriega-Cordoba, H. (2017). Efecto del ácido acetil salicílico sobre el comportamiento agronómico de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Revista Latinoamericana de la Papa*, 21(2), 15 - 24. <https://doi.org/10.37066/ralap.v21i2.276>
- Contreras-Liza, S. & Vargas-Luna, L. (2022). Use of acetylsalicylic acid and agronomic performance of potatoes in Lima region. *CABI Agriculture and Bioscience*, 3:19 <https://doi.org/10.1186/s43170-022-00088-5>
- Contreras-Liza, S. E., Noriega Córdoba, H., Valenzuela Muñoz, A., Arias Martínez, L., Zúñiga Dávila, D., & García-Bendezú, S. (2019). Uso de inoculantes como estrategia de manejo agronómico sustentable en fincas de papa (*Solanum tuberosum*) de la región Lima. *Idesia (Arica)*, 37(3), 29-37. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292019000300029>
- Contreras-Liza, S., Kooyip, J. J., Luna, L. V., Torres, D. C., Olivas, D. L., & Bacigalupo, M. Q. (2023). Bicentenario, un nuevo cultivar de papa para procesamiento en el Perú: perspectivas desde la mejora genética. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 25(1), 5-13.
- De La Cruz Erazo, C. A. (2015). *Estudio de adaptación de ocho genotipos de papa (Solanum tuberosum) con características de agroindustria en dos localidades de la Sierra Norte* (Bachelor's thesis, Quito: UCE).

<http://www.dspace.uce.edu.ec:8080/bitstream/25000/4546/1/T-UCE-0004-12.pdf>

Del Río, A. H., Obregon, C., Bamberg, J. B., Petrick, J., Bula, R., & De la Calle, F. (2017). Validación del protocolo de Producción de Semilla de Papa usando Ambientes Controlados (Sistema CETS), en especies cultivadas de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Revista Latinoamericana de la Papa*, 21(2), 89-96.

<http://ojs.papaslatinas.org/index.php/rev-alap/article/view/281>

de Haan, S., Núñez, J., Bonierbale, M., & Ghislain, M. (2010). Multilevel agrobiodiversity and conservation of Andean potatoes in central Peru species, morphological, genetic, and spatial diversity. *Mountain Research Development* 30:222–231.

<https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-10-00020.1>

Devaux, A., Ordinola, M. E., Hibon, A., & Flores, F. A. (Eds.). (2010). El sector papa en la región andina: Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú). International Potato Center.

<https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/73217>

<https://doi.org/10.4160/9789290603849>

Devaux, A. (2018). Tecnología e innovaciones de papa como puente crítico para responder a los desafíos de seguridad alimentaria y promover los agronegocios en América Latina. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 22(1), 5-9.

<http://papaslatinas.org/index.php/rev-alap/article/view/295>

Diario Gestión (2020). *Minagri: el 10% de la papa procesada que se consume en el país es importada*

<https://gestion.pe/economia/minagri-el-10-de-la-papa-procesada-que-se-consume-en-el-pais-es-importada-noticia/>

- Egúsquiza, R. (2014). La papa en el Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.  
[http://www.psi.gob.pe/docs/%5Cbiblioteca%5Cexposiciones%5CPapa\\_En\\_EL\\_Peru.pdf](http://www.psi.gob.pe/docs/%5Cbiblioteca%5Cexposiciones%5CPapa_En_EL_Peru.pdf)
- FAO. 2008. Las papas, la nutrición y la alimentación. <http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/hojas.html#:~:text=La%20papa%20contiene%20una%20cantidad,folato%2C%20C3%A1cido%20pantot%20C3%A9nico%20y%20riboflavina>.
- García, B., Teresa, J. M. C. M., & Otero, R. V. (2011). *Historias de plantas I: La historia de la patata*. La agricultura y la ganadería extremeñas en 2011.
- Guillén, L. A., & Salazar, M. Á. L. R. (2019). El impacto económico de la regulación ambiental en la producción de papa en Barranca, Lima. *Anales Científicos* 80, (2), 409-420). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7464005>
- Hawkes, J. G., & Francisco-Ortega, J. (1993). The early history of the potato in Europe. *Euphytica*, 70(1), 1-7.
- Hijmans, R.J. (2003). El efecto del cambio climático en la producción mundial de papa. *Revista americana de investigación de la papa*, 80 (4), 271-279.  
[https://www.researchgate.net/profile/Robert-Hijmans/publication/257218622\\_The\\_effect\\_of\\_climate\\_change\\_on\\_global\\_potato\\_production/links/5949da6a4585158b8fd5c089/The-effect-of-climate-change-on-global-potato-production.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Robert-Hijmans/publication/257218622_The_effect_of_climate_change_on_global_potato_production/links/5949da6a4585158b8fd5c089/The-effect-of-climate-change-on-global-potato-production.pdf)
- Hayat, S., Ali, B., Ahmad, A. (2007). *Salicylic Acid: Biosynthesis, Metabolism and Physiological Role in Plants*. In: Hayat, S., Ahmad, A. (eds) *Salicylic Acid: A Plant Hormone*. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/1-4020-5184-0\\_1](https://doi.org/10.1007/1-4020-5184-0_1)

- Hayat, Q, Hayat, S, Irfan, M, & Ahmad, A. (2010). Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environmental and Experimental Botany*. 68(1): 14–25. <https://doi.org/10.1016/J.ENVEXPBOT.2009.08.005>
- Herrera, M. E. M. & Delgado, H. A. L. (2006). Tolerancia a baja temperatura inducida por ácidos salicílico y peróxido de hidrógeno en microplantas de papa. *Revista Fitotecnica Mexicana*, 29(Es2), 81-85. <https://www.redalyc.org/pdf/610/61009814.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2013). *Resultados Definitivos: IV Censo Nacional Agropecuario - 2012*. INEI Lima. <https://www.agrorural.gob.pe/dmdocuments/resultados.pdf>
- Koo, Y M, Heo, A Y, & Choi, H. W . (2020). Salicylic Acid as a Safe Plant Protector and Growth Regulator. *The plant pathology journal* 36(1): 1–10. <https://doi.org/10.5423/PPJ.RW.12.2019.0295>
- Luna Quecaño, J, Zapana Pari, J, Cutipa Limache, A, & Florida Rofner, N. (2020). Efecto de la micorriza (*Glomus intraradices*), en el rendimiento de dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Altiplano de Puno - Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(1), 58-67. <https://dx.doi.org/10.18271/ria.2020.535>
- Luyo Sánchez, L. M. (2015). Efecto de rizobacterias y ácido acetilsalicílico en el comportamiento agronómico de la papa (*Solanum tuberosum* L.) cv. Única. [Tesis pregrado. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrion]. <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/138>

- Marmolejo Gutarra, D., & Ruiz Velásquez, JE (2018). Tolerancia de papas nativas (*Solanum* spp.) a heladas en el contexto de cambio climático. *Scientia Agropecuaria*, 9 (3), 393-400.  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172018000300010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172018000300010&script=sci_arttext)
- Ministerio del Ambiente (2019). Línea de base de la diversidad genética de la papa peruana con fines de bioseguridad. Dirección General de Diversidad Biológica.  
[https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2019/12/Linea\\_base\\_papa\\_bioseguridad\\_lowres.pdf](https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2019/12/Linea_base_papa_bioseguridad_lowres.pdf)
- Ministerio de Agricultura y Riego (2020). Análisis de mercado Papa 2020. Sierra y Selva Exportadora.  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1471847/An%C3%A1lisis%20de%20Mercado%20-%20Papa%202020.pdf>
- Monteros, C., & Reinoso, I. A. (2010). Biodiversidad y oportunidades de mercado para las papas nativas ecuatorianas.  
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3117/1/iniapsc328b.pdf>
- Navarra, DA & Mayo, D. (2004). Características diferenciales de la señalización mediada por ácido salicílico en papa. *Patología vegetal fisiológica y molecular*, 64 (4), 179-188. <https://pubag.nal.usda.gov/download/39727/pdf>
- Orneta Duran, M. C. (2018). Estudio de la interacción Genotipo ambiente de 11 clones avanzados y 03 variedades de papa, para rendimiento y calidad, en tres provincias de Huánuco (Pachitea, Ambo y Huánuco).  
<https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/3298>



- Ortega, J. G., Calizaya, J. M., Fernández, A. A., & Torrico, S. V. (2020). Selección de cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) resistentes a sequía y heladas en Bolivia. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 24(2), 17-34. <http://ojs.papaslatinas.org/index.php/rev-alap/article/download/405/403>
- Ordinola, M. (2011). Innovaciones y desarrollo: El caso de la Cadena de la Papa en el Perú. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 16(1), 39-57. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5512153>
- Ordinola, M.; Devaux, A.; Bernet, T.; Manrique, K.; Lopez, G.; Fonseca, C.; Horton, D. 2017. El EPCP y la innovacion de cadena de mercado de papa en el Peru. Resumen de innovacion 3 de Papa Andina. Centro Internacional de la Papa. <https://hdl.handle.net/10568/98907>
- Pardo-Tomás, J., & López Terrada, M. L. (1993). *Las primeras noticias sobre plantas americanas en las relaciones de viajes y crónicas de Indias (1493-1553)*. CSIC-UV-Instituto de Historia de la Medicina y de la Ciencia López Piñero (IHMC). <https://digital.csic.es/handle/10261/91333>
- Paredes Salavaldez, A. (2019). Delimitación de áreas de endemismo de papas silvestres en el Perú (Bachelor's thesis). <https://dspace.unila.edu.br/handle/123456789/5102>
- Pérez López, D., Vázquez García, L. M., Sahagún Castellanos, J., & Rivera Peña, A. (2007). Estabilidad del Rendimiento de Genotipos de Papa. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30(3) 279 – 284. <https://www.redalyc.org/pdf/610/61003010.pdf>
- Pradel, W., Hareau, G., Quintanilla, L., & Suárez, V. (2017). Adopcion e impacto de variedades mejoradas de papa en el Peru: Resultado de una encuesta a nivel nacional

- (2013). <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/83497/CIP-Adopcion-e-impacto-de-variedades-de-papa.pdf?sequence=2>
- Quispe Condori, G (2018). Revalorización de Tecnologías y Saberes locales para la Adaptación al Cambio Climático en el cultivo de papa (*solanum sp.*) en la comunidad Caluyo del Municipio de Tiwanaku. [http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/bitstream/123456789/9670/1/QUISEP%20GERMAN%20TRABAJO%20FINAL\\_revisado.pdf](http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/bitstream/123456789/9670/1/QUISEP%20GERMAN%20TRABAJO%20FINAL_revisado.pdf)
- Raskin, I. (1992). Papel del ácido salicílico en las plantas. *Revisión anual de biología vegetal*, 43 (1), 439-463. <https://www.researchgate.net/file.PostFileLoader.html?id=56ab08635e9d97bae58b4569&assetKey=AS%3A323120668315649%401454049379002>
- Sánchez-Rojo, S., López-Delgado, H. A., Mora-Herrera, M. E., Almeyda-León, H. I., Zavaleta-Mancera, H. A., & Espinosa-Victoria, D. (2011). Salicylic acid protects potato plants from phytoplasma-associated stress and improves tuber photosynthate assimilation. *American journal of potato research*, 88, 175-183. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12230-010-9175-y>
- Santoyo, G.; Guzmán-Guzmán, P.; Parra-Cota, F.I.; Santos-Villalobos, S.; Orozco-Mosqueda, M.d.C.; Glick, B.R. (2021). Plant Growth Stimulation by Microbial Consortia. *Agronomy* 11, 219. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020219>
- Scott, G., Maldonado, L., & Suárez, V. (2001). Nuevos senderos de la agroindustria de la papa. *Revista latinoamericana de la papa*, 12(2), 1-20. <http://ojs.papaslatinas.org/index.php/rev-alap/article/view/131/134>
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria [SENASA]. (2020). *Registro de Cultivares Comerciales Sistematizados*.

<https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2020/10/3.10-Lista-Nacional-de-Registro-de-Cultivares-Comerciales.pdf>

Shimizu, T. & Scott, G. (2016). Los supermercados y cambios en la cadena productiva para la papa en el Perú. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 18(1), 77-103.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5512055>

Soto, J., Medina, T., Aquino, Y., & Estrada, R. (2013). Diversidad genética de papas nativas (*Solanum* spp.) conservadas en cultivares nativos del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 20(3), 215-222. Recuperado en 04 de abril de 2021  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-99332013000300003](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332013000300003)

Soto, G. R., Pinedo, R. E., & Salazar, F. S. (2020). Efecto del aporque en el rendimiento y la rentabilidad en cultivares nativos de papa. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 21(3), 1-14.  
[https://doi.org/10.21930/rcta.vol21\\_num3\\_art:1798](https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1798)

Spooner, D. M., McLean, K., Ramsay, G., Waugh, R., & Bryan, G. J. (2005). A single domestication for potato based on multilocus amplified fragment length polymorphism genotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(41), 14694-14699. <https://doi.org/10.1073/pnas.0507400102>

Superintendencia Nacional de Administración Tributaria [SUNAT]. (2021). *Papa procesada: Partida arancelaria 2004100000*. <http://www.aduanet.gob.pe/cl-ad-itestadispartida/resumenPPaisS01Alias>

- Tapia, M., Lorenzo, J. C., Mosqueda, O., & Escalona, M. (2017). Obtención de microtubérculos y minitubérculos como semilla pre-básica en tres cultivares peruanos de papa. *Biotecnología Vegetal*, 17(3).  
<https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/554>
- Tennina, L. (2017). La revolución de la papa: Historia del alimento que salvó al mundo. La dieta rica y nutritiva que te hará bajar de peso. Grijalbo.
- Torrico, A., & Carlos, J. (2018). *Vulnerabilidad y opciones de adaptación del cultivo papa (Solanum tuberosum L.) al cambio climático para condiciones de altiplano y valles de Bolivia*. CienciAgro.  
<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BO2021100065>
- USAID. (2006). *Boletín técnico de producción: El uso del ácido salicílico y fosfonatos (fosfitos) para activar el sistema de resistencia de la planta (SAR)*. Agosto 2006. USAID-RED. Oficina FHIA, La Lima, Cortes, Honduras.
- Wani, A B, Chadar, H, Wani, A H, Singh, S, Upadhyay, N. (2017). Salicylic acid to decrease plant stress. *Environmental Chemistry Letters* 15(1): 101-123.  
<https://doi.org/10.1007/s10311-016-0584-0>
- Yuan, M., Jiang, Z., Bi, G. et al. Pattern-recognition receptors are required for NLR-mediated plant immunity. *Nature* 592, 105–109 (2021).  
<https://doi.org/10.1038/s41586-021-03316-6>

## ANEXOS

### ANEXO 1. Resultados de Análisis de suelo en el campo experimental.



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**"Santiago Antúnez de Mayolo"**  
**"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CIUDAD UNIVERSITARIA - SHANCAYAN**  
 Telefax: 043-426588 - 106  
**HUARAZ - REGIÓN ANCASH**



---

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE FERTILIDAD Y FISICOS**

MUESTRA : M-01.

UBICACIÓN : C. Huancarpata - Cajay - Huarí - Ancash

Muestra N°	Textura (%)			Clase Textural	pH	M.O%	N. %	P ppm	K ppm	C.E ds/m.
	Arena	Limo	Arcilla							
395	54	24	22	Franco arcillo arenoso	5.80	4.512	0.226	15	164	0.242

Parámetros Físicos:

M N°	Da. g/cm <sup>3</sup> .	Dr. g/cm <sup>3</sup> .	C.C. %	P.M %	Porosidad. %
395	1.32	2.58	19.00	7.00	48.84

**RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES ESPECIALES:**

La muestra es de textura franco arcillo arenoso, se caracteriza por tener una reacción ligeramente ácida, rica en materia orgánica y en % de nitrógeno total, rico en fósforo y medianamente rico en potasio, no tiene problemas de salinidad.

Huaraz, 09 de setiembre del 2021.




**ANEXO 2: REGISTROS CLIMÁTICOS EN EL DISTRITO DE CAJAY**

FECHA	Temperatura mínima°	Humedad relativa%	Temperatura máxima°	Humedad relativa%	Observación
25/9/2021	4	69%	22	34%	
26/9/2021	6	60%	20	36%	
27/9/2021	7	60%	21	35%	
28/9/2021	5	60%	21	35%	
29/9/2021					
30/9/2021	7	66%	17	63%	
8/10/2021					
9/10/2021					
10/10/2021					
11/10/2021	5°	75%	19°	32%	
12/10/2021	5°	75%	20°	30%	
13/10/2021	3°	91%	17°	63%	
14/10/2021	7°	82%	19°	52%	
15/10/2021	8°	81%	18°	59%	
16/10/2021	8°	81%	16°	57%	
17/10/2021	7°	73%	16°	57%	
18/10/2021	8°	90%	17°	63%	
19/10/2021	8°	89%	17°	52%	
20/10/2021	10°	89%	15°	67%	
21/10/2021	7°	93%	19°	51%	
22/10/2021					
23/10/2021	6°	97%	21°	34%	
24/10/2021	7°	96%	18°	33%	
25/10/2021	8°	92%	18°	33%	
26/10/2021	9°	89%	17°	50%	
27/10/2021	8°	91%	17°	57%	
28/10/2021	7°	94%	18°	33%	
29/10/2021					
30/10/2021	7°	93%	19°	50%	
31/10/2021	8°	91%	19°	50%	

## SIGUE ANEXO 2....

---

2/11/2021	11°	88%	19°	51%
3/11/2021	9°	88%	18°	56%
4/11/2021	8°	90%	17°	69%
5/11/2021	10°	92%	16°	76%
6/11/2021	7°	88%	16°	76%
7/11/2021	8°	89%	18°	54%
8/11/2021	8°	89%	18°	63%
9/11/2021	7°	91%	18°	51%
10/11/2021	9°	89%	18°	58%
11/11/2021	9°	88%	17°	64%
12/11/2021				
13/11/2021				
14/11/2021	8°	89%	18°	64%
15/11/2021	10°	89%	18°	60%
16/11/2021				
17/11/2021	8°	89%	19°	51%
18/11/2021	7°	91%	18°	64%
19/11/2021	8°	89%	16°	61%
20/11/2021	8°	89%	15°	70%
21/11/2021	9°	90%	17°	68%
22/11/2021	9°	89%	18°	61%
23/11/2021	10°	88%	18°	61%
24/11/2021	10°	88%	14°	80%
25/11/2021	9°	91%	16°	69%
26/11/2021	8°	90%	16°	69%
27/11/2021	10°	89%	16°	69%
28/11/2021	8°	94%	16°	69%
29/11/2021				
30/11/2021	9°	86%	17°	62%

---

## SIGUE ANEXO 2....

---

1/12/2021					
2/12/2021	9°	91%	17°	62%	
5/12/2021	9°	91%	16°	76%	
6/12/2021	10°	91%	15°	76%	
7/12/2021	9°	89%	16°	76%	
8/12/2021	8°	92%	18°	66%	GRANIZO
9/12/2021	10°	92%	17°	64%	
10/12/2021	9°	92%	16°	71%	
11/12/2021	7°	91%	20°	48%	
12/12/2021	7°	91%	19°	55%	
13/12/2021	7°	91%	20°	49%	GRANIZO
14/12/2021	11°	86%	19°	55%	
15/12/2021	10°	89%	19°	51%	
16/12/2021	10°	91%	18°	58%	
17/12/2021	11°	91%	20°	48%	
18/12/2021					
19/12/2021					
20/12/2021					
21/12/2021	8°	90%	18°	58%	
22/12/2021	7°	78%	20°	45%	
23/12/2021					
24/12/2021	7°	80%	16°	76%	



**SIGUE ANEXO 2.....**

---

26/12/2021	7°	72%	20°	33%
27/12/2021	9°	71%	22°	30%
28/12/2021	10°	82%	18°	58%
30/12/2021	9°	89%	17°	59%
31/12/2021	8°	89%	18°	55%
1/1/2022	8°	88%	21°	32%
2/1/2022	8°	83%	21°	32%
3/1/2022	9°	90%	22°	35%
4/1/2022	8°	90%	20°	52%
5/1/2022	8°	90%	19°	53%
7/1/2022	9°	89%	18°	51%
9/1/2022	8°	88%	16°	59%
10/1/2022	8°	90%	17°	55%
11/1/2022	8°	89%	16°	59%
12/1/2022	7°	90%	17°	63%
13/1/2022	7°	89%	15°	69%
15/1/2022	9°	92%	16°	64%
16/1/2022	8°	89%	17°	67%
17/1/2022	8°	91%	18°	47%
18/1/2022	8°	91%	17°	57%
20/1/2022	8°	91%	20°	37%
21/1/2022	8°	95%	17°	68%
22/1/2022	8°	94%	18°	55%
23/1/2022	9°	94%	17°	66%
24/1/2022	10°	90%	17°	69%
25/1/2022	9°	94%	17°	65%
26/1/2022	8°	91%	13°	82%
27/1/2022	9°	90%	17°	64%
28/1/2022	8°	91%	17°	67%
29/1/2022	8°	93%	18°	54%
31/1/2022	7°	89%	17°	51%
1/2/2022	8°	83%	18°	48%
2/2/2022	9°	88%	17°	61%
3/2/2022	9°	86%	18°	59%
9/2/2022	10°	93%	17°	64%
10/2/2022	9°	93%	15°	79%
11/2/2022	8°	93%	15°	79%

---

### ANEXO 3: Datos experimentales (Huari, 2022)

Blo ck	Tratamien tos	Nbrot es1 / plant	Nbrot es2/ plant	Altura de planta	PBayas g/UE	NBay as/ UE	PSFoll aje g/plant a	Sobrev ivencia %	Peso total kg/pla nt	Peso prom. g/tuber	NTub er/ plant	RdtoTo t kg/ha.	Rdto Com kg/ha.	Desca rte %
1	Canchan	2,7	6,9	43,0	0	0	1.400	100	0,44	45,61	14,1	17650	16030	90,82
2	Canchan	2,9	7,4	41,6	0	0	750	97,5	0,33	42,35	11,6	13000	11240	86,46
3	Canchan	2,1	4,2	29,0	0	0	1.600	97,5	0,32	46,14	10,4	12550	11030	87,89
4	Canchan	3,4	6,4	32,4	0	0	1000	100	0,32	46,35	9,7	12700	11620	91,50
1	Unica	2,1	4,9	33,0	0	0	700	97,5	0,26	35,64	9,6	10300	8780	85,24
2	Unica	2,2	5,8	38,0	0	0	700	100	0,78	94,24	11,2	31100	29020	93,31
3	Unica	1,8	4,6	33,2	0	0	1.100	100	0,47	65,28	10,4	18800	16600	88,30
4	Unica	2,0	4,1	27,6	0	0	450	100	0,33	60,68	8,2	13350	11790	88,31
1	Bicentena ria	1,0	4,7	29,8	220	21	196	97,5	0,84	73,59	15,6	32600	29600	90,80
2	Bicentena ria	0,0	4,4	25,0	904	78	725	95	0,91	87,53	14,4	34750	31590	90,91
3	Bicentena ria	1,0	4,4	25,6	306	25	607	95	0,8	68,55	15,7	30300	28020	92,48
4	Bicentena ria	0,0	4,6	23,8	264	29	646	100	0,75	60,66	15,1	30150	28510	94,56
1	Bicentena ria AS	0,0	4,4	25,3	278	29	458	95	0,66	59,06	14,9	25100	22740	90,60
2	Bicentena ria AS	0,0	4,5	27,4	564	54	550	97,5	0,92	75,74	17,1	35900	32100	89,42
3	Bicentena ria AS	1,5	5,5	26,4	157	15	681	97,5	0,75	64,35	14,0	29150	27770	95,27
4	Bicentena ria AS	1,0	5,0	24,2	82	7	643	95	0,63	56,5	16,0	23900	21340	89,29

### ANEXO 3: ANOVA Y PRUEBAS DE SCOTT-KNOTT (5%)

Log Número de bayas por parcela\*

Fuentes	SC	GL	CM	Fc	p>Fc
Block	0.49	3	0.16	3.34	0.17
Tratamientos	0.09	1	0.09	1.90	0.26
Error	0.15	3	0.05		
Total	0.72	7			

Tratamiento	Num.bayas			
Bicentenaria	1,52	4	0.19	c
Bicentenaria <sup>AS</sup>	1,3	4	0.19	c
Canchan	0			a
Unica	0			b

Log Peso de bayas por parcela\*

Fuentes	SC	GL	CM	Fc	p>Fc
Block	0.51	3	0.17	5.38	0.10
Tratamientos	0.10	1	0.10	3.18	0.17
Error	0.10	3	0.03		
Total	0.71	7			

Tratamiento	Peso bayas		
Bicentenaria	2,55	4	0.15
Bicentenaria AS	2,33	4	0.15
Canchan	0		A
Unica	0		B

Log Número de brotes por planta 20 días

Fuentes	SC	GL	CM	Fc	p>Fc
Block	0.06	3	0.02	2.69	0.16
Tratamientos	0.27	3	<b>0.09</b>	11.66	0.01
Error	0.04	5	0.01		
Total	0.37	11			

Tratamiento	Num. Brotes (Log)			
Bicentenaria	0,01	2	0.07	B
Bicentenaria AS	0,10	2	0.07	B
Canchan	0,44	4	0.04	A
Unica	0,31	4	0.04	A

% de Producción comercial

Fuentes	SC	GL	CM	Fc	p>Fc
Block	7.18	3	2.39	0.28	0.84
Tratamientos	31.35	3	10.45	1.23	0.35
Error	76.46	9	8.50		
Total	114.99	15			

Tratamiento	Prod.Com		
Bicentenaria	92,19	4	1.46 A
Bicentenaria AS	91,14	4	1.46 A
Canchan	89,17	4	1.46 A
Unica	88,79	4	1.46 A

## SIGUE ANEXO 3...

### Rendimiento comercial kg/ha

Fuentes	SC	GL	CM	Fc	p>Fc
	1399542		4665140		
Block	25.00	3	8.33	2.14	0.16
	7532228		<b>2510742</b>		
Tratamientos	25.00	3	<b>75.00</b>	11.54	0.00
	1957763				
Error	25.00	9	1752925.0		
	1088953				
Total	375.00	15			

Tratamiento	Rdto. comerc.			
				233
Bicentenario	29430	4	2.00	A
				233
Bicentenario AS	25988	4	2.00	A
				233
Canchan	12480	4	2.00	B
				2332.
Unica	16548	4	00	B

### Rendimiento total kg/ha

Fuentes	SC	GL	CM	Fc	p>Fc
	1745531		5818437		
Block	25.00	3	5.00	2.64	0.11
	8521831		<b>2840610</b>		
Tratamientos	25.00	3	<b>41.67</b>	12.90	0.00
	1982481				
Error	25.00	9	2027569.4		
	1224984				
Total	375.00	15			

Tratamiento	Rdto. total			
				234
Bicentenario	31950	4	6.68	A
				234
Bicentenario AS	28513	4	6.68	A
				234
Canchan	13975	4	6.68	B
				2346.
Unica	18388	4	68	B

### Número de tubérculos por planta

Fuentes	SC	GL	CM	Fc	p>Fc
Block	5.34	3	1.78	0.93	0.47
Tratamientos	93.66	3	<b>31.22</b>	16.28	0.00
Error	17.25	9	1.92		
Total	116.26	15			

Tratamiento	Número tuberc.			
Bicentenario	15,2	4	0.69	A
Bicentenario AS	15,5	4	0.69	A
Canchan	11,45	4	0.69	B
Unica	9,85	4	0.69	B

### Peso promedio por tubérculo (g)

Fuentes	SC	GL	CM	Fc	p>Fc
Block	1102.26	3	367.42	2.66	0.11
Tratamientos	1612.79	3	<b>537.60</b>	3.90	0.05
Error	1241.03	9	137.89		
Total	3956.08	15			

Tratamiento	Peso/tuberc.			
Bicentenario	72,58	4	5.87	A
Bicentenario AS	63,91	4	5.87	A
Canchan	45,11	4	5.87	B
Unica	63,96	4	5.87	A

## SIGUE ANEXO 3...

### Peso de tubérculos por planta (g)

Fuentes	SC	GL	CM	Fc	p>Fc
Block	0.12	3	0.04	03.02	0.09
Tratamientos	0.60	3	0.20	15.50	0.00
Error	0.12	9	0.01		
Total	0.84	15			

Tratamiento	Peso/plant			
Bicentenario	0,82	4	0.06	A
Bicentenario AS	0,74	4	0.06	A
Canchan	0,35	4	0.06	B
Unica	0,46	4	0.06	B

### Sobrevivencia a la cosecha (%)

Fuentes	SC	GL	CM	Fc	p>Fc
Block	4.69	3	1.56	0.47	0.71
Tratamientos	26.56	3	8.85	2.68	0.11
Error	29.69	9	3.30		
Total	60.94	15			

Tratamiento	%Sobrevi			
	v.			
Bicentenario	96,88	4	0.91	A
Bicentenario AS	96,25	4	0.91	A
Canchan	98,75	4	0.91	A
Unica	99,38	4	0.91	A

### Altura de planta (cm)

Fuentes	SC	GL	CM	Fc	p>Fc
Block	109.46	3	36.49	2.93	0.09
Tratamientos	334.19	3	111.40	8.93	0.00
Error	112.21	9	12.47		
Total	555.85	15			

Tratamiento	APlant			
Bicentenario	26,1	4	1.77	B
Bicentenario AS	25,8	4	1.77	B
Canchan	36,5	4	1.77	A
Unica	32,5	4	1.77	A

Número de brotes por planta a los 45 días

Fuentes	SC	GL	CM	Fc	p>Fc
Block	1.53	3	0.51	0.67	0.59
Tratamientos	6.88	3	2.29	3,03	0.09
Error	6.81	9	0.76		
Total	15.22	15			

Tratamiento	Num. brotes			
Bicentenario	4,53	4	0.43	A
Bicentenario AS	4,85	4	0.43	A
Canchan	6,22	4	0.43	A
Unica	4,85	4	0.43	A

Peso seco del follaje (g/UE)

Fuentes	SC	GL	CM	Fc	p>Fc
Block	292449.25	3	97483.08	1.55	0.27
Tratamientos	1045722.75	3	<b>348574.2</b>	5.56	0.02
Error	564455.75	9	62717.31		
Total	1902627.75	15			

Tratamiento	PSFollaje			
Bicentenario	544	4	125.22	B
Bicentenario AS	583	4	125.22	B
Canchan	1188	4	125.22	A
Unica	738	4	125.22	B

#### Anexo 4. Panel fotográfico

- Preparación del terreno



- Distribución del campo experimental



- Siembra de papa



- Evaluación de la altura de planta.



- Aplicación del AAS



- Evaluación de plagas y enfermedades



- Cosecha

