



Universidad  
Nacional  
de Loja

**Universidad Nacional de Loja**

**Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables**

**Carrera de Ingeniería Agronómica**

**“RECOLECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN MORFO AGRONÓMICA  
DE GENOTIPOS DE PAPA NATIVA EN LA REGIÓN INTERANDINA  
DE LA PROVINCIA DE LOJA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN  
BANCO DE GERMOPLASMA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
LOJA”.**

Trabajo de titulación previa  
a la obtención del título de  
**Ingeniera Agrónoma**

**AUTORA:**

Yamileth Elizabeth Vargas Jiménez

**DIRECTOR:**

Ing. Edmigio Valdivieso Mg Sc.

Loja-Ecuador

2023

## Certificación

Loja, 11 de agosto del 2022

Ing. Edmigio Solifs Valdivieso Caraguay Mg Sc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACION**

### **CERTIFICO:**

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **“RECOLECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN MORFO AGRONÓMICA DE GENOTIPOS DE PAPA NATIVA EN LA REGIÓN INTERANDINA DE LA PROVINCIA DE LOJA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE GERMOPLASMA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA”**. Previo a la obtención del título de **Ingeniera Agrónoma**, de autoría de la estudiante **Yamileth Elizabeth Vargas Jiménez**, con **cédula de identidad Nro. 1104938400**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Firmado electrónicamente por:  
**EDMIGIO SOLIFS  
VALDIVIESO CARAGUAY**

Ing. Edmigio Solifs Valdivieso Caraguay Mg Sc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACION**

## **Autoría**

Yo, Yamileth Elizabeth Vargas Jiménez, declaro ser la autora del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

**Firma:** 

**Cédula de identidad:** 1104938400

**Fecha:** 02 de febrero del 2023

**Correo electrónico:** yamileth.vargas@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0939940340

**Carta de autorización por parte de la autora para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.**

Yo, Yamileth Elizabeth Vargas Jiménez, declaro ser la autora del Trabajo de Titulación denominado **“RECOLECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN MORFO AGRONÓMICA DE GENOTIPOS DE PAPA NATIVA EN LA REGIÓN INTERANDINA DE LA PROVINCIA DE LOJA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE GERMOPLASMA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA”** como requisito para optar por el título de **Ingeniera Agrónoma**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, dos de febrero del dos mil veintitrés.

**Firma:**

**Autora:** Yamileth Elizabeth Vargas Jiménez

**Cédula:** 1104938400

**Dirección:** Las Pitás, Eduardo Mora Moreno y Héctor Valarezo Pereira

**Correo electrónico:** [yamileth.vargas@unl.edu.ec](mailto:yamileth.vargas@unl.edu.ec)

**Celular:** 0939940340

**Dato Complementarios**

**Director de Tesis**

Ing. Edmigio Solifs Valdivieso Caraguay

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres Luis Vargas y Fanny Jiménez que siempre me apoyaron de manera incondicional para poder conseguir mi sueño de ser profesional. A mis hermanos Luis, Esteban, Scarlet y Snaider por estar a mi lado en el trascurso de mi carrera y por ser mi motivo de ser mejor cada día, y con el sueño de un día verlos cumpliendo todas sus metas.

*Yamileth Elizabeth Vargas Jiménez*

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi gratitud a la honorable Universidad Nacional de Loja, a través de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, la carrera de Ingeniería Agronómica que me permitieron formarme profesionalmente.

En ocasiones como esta las palabras son cortas para agradecer a todas las personas que siempre estuvieron pendientes de mí durante este arduo proceso, pero quiero comenzar por mis queridos docentes Ing. Edmigio Valdivieso e Ing. Santiago Vásquez quienes con sus conocimientos me guiaron de la mejor manera para el desarrollo de todo este trabajo, por confiar en mí y por el apoyo emocional brindado ante las diferentes adversidades que se presentaron en el camino. De igual manera quiero agradecerle a la Ing. Beatriz Guerrero técnico del Laboratorio de Bromatología por las enseñanzas, ayuda y dedicación brindada durante la realización de los análisis de laboratorio.

A mis amigos Samira, Verónica, Alex, Anthony, Byron, Freddy, Gonzalo, Jeison, José, Jorge, Luis, y Ricardo por toda la ayuda brindada durante la fase tanto de campo como de laboratorio, como por nuestras arduas conversaciones levantándonos el ánimo unos a otros por un mismo objetivo, sin ustedes no lo hubiera logrado, los quiero.

También quiero agradecerles a mis familiares por la ayuda brindada en este largo proceso, han sido un pilar muy importante.

*Yamileth Elizabeth Vargas Jiménez*

## Índice de contenidos

<b>Portada</b> .....	<b>i</b>
<b>Certificación</b> .....	<b>ii</b>
<b>Autoría</b> .....	<b>iii</b>
<b>Carta de autorización</b> .....	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>v</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>vi</b>
<b>Índice de contenidos</b> .....	<b>vii</b>
Índice de Tablas.....	xii
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Anexos.....	xv
<b>1. Título:</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Resumen</b> .....	<b>2</b>
2.1. Abstract.....	3
<b>3. Introducción</b> .....	<b>4</b>
3.1. Objetivos.....	6
3.1.1. <i>Objetivo General</i> .....	6
3.1.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	6
<b>4. Marco teórico</b> .....	<b>7</b>
4.1. Conservación de recursos fitogenéticos.....	7
4.2. Uso y mejoramiento de los recursos fitogenéticos .....	7
4.3. La papa como recurso genético.....	8
4.4. Información General sobre la papa .....	8
4.4.1. <i>Importancia</i> .....	8
4.4.2. <i>Origen de la papa</i> .....	9
4.4.3. <i>Clasificación taxonómica</i> .....	9
4.5. Fenología .....	9
4.6. Morfología .....	9

4.6.1.	<i>Hábito de crecimiento</i> .....	9
4.6.2.	<i>Raíz</i> .....	10
4.6.3.	<i>Tallo</i> .....	10
4.6.3.1.	Estolones.....	10
4.6.3.2.	Brotos.....	10
4.6.3.3.	Tubérculo.....	10
4.6.4.	<i>Hojas</i> .....	10
4.6.5.	<i>Inflorescencias</i> .....	10
4.6.6.	<i>Fruto y semilla</i> .....	11
4.7.	Antocianinas en papa.....	11
4.8.1.	<i>Importancia del banco de germoplasma</i> .....	11
4.8.2.	<i>Objetivos del banco de germoplasma</i> .....	12
4.8.3.	<i>Líneas de defensa</i> .....	12
4.8.3.1.	Banco de germoplasma en el campo.....	12
4.8.3.2.	Conservación in vitro.....	12
4.8.3.3.	Conservación como semilla sexual.....	12
4.8.3.4.	Criopreservación.....	12
4.8.3.5.	Banco genético de ADN.....	13
4.8.3.6.	Herbario.....	13
4.8.3.7.	Conservación in situ-ex situ.....	13
4.9.	Conservación de semilla de papa.....	13
4.10.	Almacenamiento de semilla de papa.....	14
4.10.1.	<i>Condiciones de la papa para almacenar</i> .....	14
4.10.1.1.	Madurez.....	14
4.10.1.2.	Cosecha y manipulación.....	14
4.10.1.3.	Sanidad.....	14
4.10.2.	<i>Periodos de almacenamiento</i> .....	14

4.10.2.1.	Curación.....	14
4.10.2.2.	Dormición.....	15
4.10.2.3.	Brotación.....	15
4.10.3.	<i>Pérdidas</i> .....	15
4.10.3.1.	Respiración.....	16
4.10.3.2.	Pérdida de agua.....	16
4.10.3.3.	Difusión de enfermedades.....	16
4.10.3.4.	Cambios en la composición química.....	16
4.11.	Ecofisiología de la papa.....	17
4.11.1.	<i>Latitud y Altitud</i> .....	17
4.11.2.	<i>Viento</i> .....	17
4.11.3.	<i>Radiación y fotoperiodo</i> .....	17
4.11.4.	<i>Temperatura</i> .....	17
4.11.5.	<i>Nutrición mineral y disponibilidad de agua</i> .....	18
4.11.6.	<i>Disponibilidad de CO<sub>2</sub></i> .....	19
5.	Metodología.....	<b>20</b>
5.1.	Área de estudio.....	20
5.2.	Metodología general.....	20
5.2.1	<i>Tipo de investigación</i> .....	21
5.2.2	<i>Diseño Experimental</i> .....	21
5.2.3	<i>Manejo del cultivo</i> .....	22
5.2.3.1.	Preparación del suelo.....	22
5.2.3.2.	Labores Culturales.....	22
a)	Siembra:.....	22
b)	Riego:.....	22
c)	Aporque:.....	22
d)	Cosecha:.....	22

5.2.4	<i>Análisis estadístico</i>	22
5.2.5	<i>Metodología para el primer objetivo específico: s</i>	23
5.2.5.1.	Exploración de genotipos de papa nativa en la zona interandina de la provincia de Loja.	23
5.2.5.2.	Recolección de germoplasma.	23
5.2.5.3.	Caracterización morfológica de genotipos de papa nativa.	24
5.2.6	Metodología para el segundo objetivo específico.	26
5.1.5.1.	Fenología.	26
5.1.5.2.	Rendimiento.	26
5.1.5.3.	Susceptibilidad a plagas y enfermedades.	26
a)	Incidencia de plagas:	26
b)	Severidad de enfermedades:	26
5.1.5.4.	Cuantificación de antocianinas totales en piel de papa.	27
a)	Extracción de muestra.	27
b)	Preparación de buffers	27
c)	Medición de absorbancias.	28
d)	Aplicación de formulas	28
6.	<b>Resultados.</b>	<b>29</b>
6.1.	Localización de poblaciones de papas nativas en la zona interandina de la provincia de Loja.	29
6.2.	Colecta de germoplasma de papa nativa	31
6.3.	Caracterización de genotipos de papa nativa	38
6.3.1	<i>Análisis de variables cualitativas</i>	38
6.3.1.1.	<i>Características de las plantas</i>	38
6.3.1.2.	<i>Características del tallo</i>	38
6.3.1.3.	<i>Características de las hojas</i>	38
6.3.1.4.	<i>Características de las flores</i>	39
6.3.1.5.	<i>Características de los tubérculos</i>	41

6.3.2. <i>Análisis de conglomerados para variables cuantitativas</i> .....	44
6.4. Dinámica de crecimiento de la planta .....	46
6.5. Altura, Numero de plantas y número de tubérculos por planta.....	47
6.6. Fenología.....	48
6.7. Rendimiento y peso de tubérculos.....	50
6.8. Susceptibilidad a plagas y enfermedades .....	51
6.9. Antocianinas totales en piel de papa.....	52
6.10. Correlación entre variables.....	53
<b>7. Discusión.....</b>	<b>54</b>
<b>8. Conclusiones.....</b>	<b>60</b>
<b>9. Recomendaciones.....</b>	<b>61</b>
<b>10. Bibliografía.....</b>	<b>62</b>
<b>11. Anexos.....</b>	<b>68</b>

## **Índice de tablas:**

<b>Tabla 1.</b> Variables analizadas según el descriptor de Bioversity International. ....	<b>25</b>
<b>Tabla 2.</b> Lugares de colecta de papa nativa con su respectiva ubicación geográfica, .	<b>30</b>
<b>Tabla 3.</b> Estado de las accesiones colectadas de papa nativa. ....	<b>32</b>
<b>Tabla 4.</b> Aspectos topográficos y edáficos de los sitios de colecta .....	<b>36</b>
<b>Tabla 5.</b> Prácticas culturales en los sectores de estudio .....	<b>37</b>
<b>Tabla 6.</b> Coeficiente variación de descriptores cuantitativos de la papa nativa. ....	<b>44</b>
<b>Tabla 7.</b> Tasa de crecimiento, número de plantas y número de tubérculos/planta .....	<b>47</b>
<b>Tabla 8.</b> Medias del peso de tubérculos y rendimiento. ....	<b>50</b>
<b>Tabla 9.</b> Medias de la susceptibilidad a plagas y enfermedades .....	<b>51</b>
<b>Tabla 10.</b> Medias la cantidad total de antocianinas de 10 poblaciones de papa nativa.	<b>52</b>
<b>Tabla 11.</b> Correlación entre variables. ....	<b>53</b>

## **Índice de figuras:**

<b>Figura 1.</b>	Ubicación del estudio.....	<b>20</b>
<b>Figura 2.</b>	Diseño de campo del experimento. ....	<b>21</b>
<b>Figura 3.</b>	Mapa de exploración de papa nativa en la provincia de Loja.....	<b>23</b>
<b>Figura 4.</b>	Mapa de colecta .....	<b>24</b>
<b>Figura 5.</b>	Características de las plantas. ....	<b>38</b>
<b>Figura 6.</b>	Características del tallo. ....	<b>38</b>
<b>Figura 7.</b>	Características de las hojas .....	<b>39</b>
<b>Figura 8.</b>	Características del pedicelo y el caliz de la flor.....	<b>40</b>
<b>Figura 9.</b>	Características de la corola de la flor. ....	<b>40</b>
<b>Figura 10.</b>	Color secundario de las flores. ....	<b>41</b>
<b>Figura 11.</b>	Pistilo y estigma de la flor.....	<b>41</b>
<b>Figura 12.</b>	Características de los tubérculos .....	<b>42</b>
<b>Figura 13.</b>	Pigmentación y textura del tubérculo. ....	<b>42</b>
<b>Figura 14.</b>	Coloración de los tuberculos.....	<b>43</b>
<b>Figura 15.</b>	Formas del tuberculo y coloración de brotes. ....	<b>43</b>
<b>Figura 16.</b>	Dendograma CV > 20% .....	<b>45</b>
<b>Figura 17.</b>	Dinámica de crecimiento de 19 poblaciones variedades de papa. ....	<b>46</b>
<b>Figura 18.</b>	Duración del ciclo de cultivo de 19 poblaciones de papa. ....	<b>48</b>
<b>Figura 19.</b>	Recolección de muestras .....	<b>68</b>
<b>Figura 21.</b>	Preparación del suelo .....	<b>68</b>
<b>Figura 20.</b>	Almacenamiento de muestras .....	<b>68</b>
<b>Figura 22.</b>	Siembra .....	<b>69</b>
<b>Figura 23.</b>	Cultivo establecido.....	<b>69</b>
<b>Figura 24.</b>	Toma de datos .....	<b>69</b>
<b>Figura 25.</b>	Riego .....	<b>69</b>
<b>Figura 26.</b>	Germinación de semilla .....	<b>69</b>

<b>Figura 27.</b> Fichas de colecta .....	<b>70</b>
<b>Figura 28.</b> Papas recolectadas en el cantón Saraguro.....	<b>71</b>
<b>Figura 29.</b> Papas recolectadas en el cantón Loja.....	<b>72</b>
<b>Figura 30.</b> Papas recolectadas en la parroquia San Lucas .....	<b>72</b>
<b>Figura 31.</b> Papas recolectadas en la parroquia Urdaneta A. ....	<b>73</b>
<b>Figura 32.</b> Flores de los 19 poblaciones. ....	<b>74</b>

## **Índice de anexos:**

<b>Anexo 1.</b> Fotografías .....	<b>68</b>
<b>Anexo 2.</b> Ficha de Colecta .....	<b>70</b>
<b>Anexo 4.</b> Flores de los 19 poblaciones de papa nativa.....	<b>74</b>
<b>Anexo 5.</b> Escala de severidad de Horsall & Barrat .....	<b>75</b>
<b>Anexo 6.</b> Fuentes bibliográficas para exploración .....	<b>76</b>
<b>Anexo 7.</b> Análisis de varianza y medidas de resumen .....	<b>77</b>
<b>Anexo 8.</b> Escala BBCH del cultivo de papa.....	<b>80</b>
<b>Anexo 9.</b> Descriptor del cultivo de papa .....	<b>82</b>
<b>Anexo 10.</b> Certificado de traducción del Abstract. ....	<b>103</b>

**1. Título:**

**“RECOLECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN MORFO AGRONÓMICA DE GENOTIPOS DE PAPA NATIVA EN LA REGIÓN INTERANDINA DE LA PROVINCIA DE LOJA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE GERMOPLASMA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA”**

## 2. Resumen

Es importante la caracterización morfo agronómica y evaluación del desempeño agronómico de las especies nativas para asegurar la seguridad y soberanía alimentaria de la población en este caso de la provincia de Loja y por ende al país conociendo sobre nuevas especies, sus características y beneficios. En el presente estudio se localizó y recolecto 19 poblaciones de papas nativas en la zona interandina de la provincia Loja, para la conservación *ex situ* mediante un descriptor se caracterizaron los diferentes genotipos durante la floración como se indica en el mismo, y se evaluaron variables agronómicas como rendimiento, peso de tubérculos, tubérculos por planta, altura, fenología, susceptibilidad a plagas y enfermedades y cantidad de antocianinas totales en las papas de colores. El rendimiento vario entre 1,33 y 26,33 ton ha<sup>-1</sup>, el peso de los tubérculos entre 0,2 y 11,97 kg, el número de tubérculos por planta entre 2,53 y 28,77; la altura entre 40,20 y 76,88 cm, antocianinas totales entre 300,06 y 5 304,94 mg/100g de piel, además de identificar a *Diabrotica* sp., y *Phytophthora* sp., como principales plagas y enfermedades. Y un análisis de correlación entre las variables en estudio con una relación entre el peso de los tubérculos y número de tubérculos/planta ( $r= 0,71$ ) y entre número de tubérculos/planta con el rendimiento ( $r=0,67$ ), como entre peso de tubérculos con el rendimiento ( $r= 0,94$ ).

**Palabras clave:** Caracterización morfo agronómica, papa nativa, desempeño agronómico, antocianinas totales.

## 2.1. Abstract

It is important the morpho agronomic characterization and evaluation of the agronomic performance of native species to ensure food security and sovereignty of the population in this case of the province of Loja and therefore the country knowing about new species, their characteristics and benefits. In the present study, 19 populations of native potatoes were located and collected in the inter-Andean zone of Loja province. For ex situ conservation, the different genotypes were characterized by means of a descriptor during flowering as indicated therein, and agronomic variables such as yield, tuber weight, tubers per silver, height, phenology, susceptibility to pests and diseases and number of total anthocyanins in the colored potatoes were evaluated. Yield varied between 1.33 and 26.33 ton ha<sup>-1</sup>, tuber weight between 0.2 and 11.97 kg, number of tubers per plant between 2.53 and 28.77, height between 40.20 and 76.88 cm, total anthocyanins between 300.06 and 5 304.94 mg/100g of skin, in addition to identifying *Diabrotica* sp. and *Phytophthora* sp. as the main pests and diseases. And a correlation analysis between the variables under study with a relationship between tuber weight and number of tubers/plant ( $r= 0.71$ ) and between number of tubers/plant with yield ( $r=0.67$ ), as well as between tuber weight with yield ( $r= 0.94$ ).

**Key words:** Morpho agronomic characterization, native potato, agronomic performance, total anthocyanins.

### 3. Introducción

La papa nativa, es una especie originaria de los Andes en América del Sur, (Zárate, et al., 2014), perteneciente a la familia de las Solanáceas y al género *Solanum*, se trata de una especie herbácea (Sánchez, 2017). Considerada a nivel mundial uno de los principales cultivos agrícolas (Madroño, 2013), alimento básico de un aproximado de 1 400 millones de personas (Ovchinnikova, 2011), además, de ser fuente de carbohidratos, proteínas, vitaminas. Su composición cambia dependiendo de la variedad cultivada, zona de cultivo, fertilización y el estado del ciclo de crecimiento de la planta por lo que se hace aún más interesante la investigación en papas nativas (Pardo, et al., 2013).

En cuanto a superficie está ubicada detrás de los cereales y algunos cultivos destinados a la agroindustria, como el maíz, trigo, arroz, caña de azúcar y soya (CIP,2018). En el Ecuador la superficie cultivada hasta el año 2019 es de 21 107 ha con una producción de 517 655 t y un rendimiento de 23,42 t/ha (Racines et al., 2021) en donde no se detallan datos reales de rendimiento de papas nativas, sino se indica que los rendimientos de estas especies son inferiores a los de especies comerciales.

Esta especie es cultivada a nivel mundial, sin embargo, como en otros cultivos, existen diferentes factores bióticos y abióticos que limitan su producción (Sczcepaniec et al., 2019). Estudios en los últimos años muestran evidencias de que los efectos del cambio climático pueden tener serias consecuencias sobre el rendimiento de los cultivos, incluyendo la papa (Pino, 2014), lo que podría afectar la seguridad alimentaria.

Todo lo antes mencionado nos demuestran la erosión genética y cuán importante es conservar las especies nativas por lo que es muy conveniente enfocarse en la preservación de estas especies e incluso cuando varias instituciones dedican esfuerzos en temas relacionados, aún existen varias especies de las que no se cuenta con información en especial del germoplasma nativo o silvestre y no se toma en cuenta que este material puede ser de gran importancia en diferentes programas como el de mejoramiento genético (Florido M, et al., 2010) y es sustancial que colectas y conservaciones estén acompañadas de la información correspondiente para que sus potencialidades sean explotadas eficientemente (Castillo J, et al., 2013).

La mayoría de los países donde aún se mantienen colecciones de papa nativa tiene un problema en común y es la pérdida gradual de entradas en dichas colecciones conservadas en el campo. Las pérdidas genéticas *ex situ* ocurren cuando las entradas de las colecciones se siembran en parcelas pequeñas y con pocas plantas por reducir los costos de producción y continuar costeando el mantenimiento del germoplasma, además del ataque de plagas y enfermedades y por estrés ambiental como heladas, inundaciones entre otras (Dionicio, 2018). Adicionalmente el material colectado por los bancos de germoplasma puede correr el riesgo de pérdida por mezclas entre muestras en cuanto más grande es la colección y por un incorrecto etiquetado de las accesiones (Tiban, 2012).

Otro problema latente es la creación de nuevos genotipos que posean mejores rendimientos, y que se adapten a los nuevos escenarios, pues son deseables para afrontar los retos de la producción de cultivos y garantizar la creciente demanda alimenticia. Uno de los requisitos fundamentales para el mejoramiento de variedades es contar con una amplia diversidad genética del cultivo de interés, lo que incrementa la probabilidad de encontrar individuos que posean genes superiores para caracteres agronómicos, como, por ejemplo: tolerancia a plagas, enfermedades, caracteres de calidad de frutos, rendimiento, entre otros.

La caracterización morfo agronómica de papa se refiere al registro de variables cualitativas y cuantitativas mediante descriptores previamente analizados y estandarizados para facilitar la información (Zárate, et al., 2014). Debido a la variabilidad de este cultivo es necesario explorar su diversidad, en especial de aquellas variedades conservadas en bancos de germoplasma ya que se podrían encontrar especies con características de interés agronómico (Sánchez, 2017).

Estudios de colecta, conservación y caracterización son necesarios para el planteamiento de estrategias de mejoramiento de esta especie, por lo tanto, se hace necesario la implementación de investigaciones que conduzcan al conocimiento los materiales nativos de papa que son cultivados en diferentes zonas del Cantón Loja. La caracterización de una colección es importante tanto para tener una descripción de cada entrada, y también para identificar entradas duplicadas (Alvani, 2011)

Se analizan 19 poblaciones de papa considerando una serie de características morfológicas y fisiológicas bajo las condiciones edafoclimáticas del cantón Loja.

### **3.1. Objetivos**

#### **3.1.1. *Objetivo General***

- Recolectar y caracterizar morfoagronómicamente accesiones de papa nativa en la región interandina de la provincia de Loja para construcción de un banco de germoplasma.

#### **3.1.2. *Objetivos específicos***

- Caracterizar morfológicamente accesiones de papa nativa recolectadas en la región interandina de la provincia de Loja mediante descriptores agronómicos.
- Evaluar el desempeño agronómico de los distintos genotipos de papa nativa recolectadas en la región interandina de la provincia de Loja.

## 4. Marco teórico

### 4.1. Conservación de recursos fitogenéticos.

Los recursos fitogenéticos abarcan variedad genética del reino vegetal el cual posee un valor incalculable tanto en el presente como en el futuro, además de representar un patrimonio y la pérdida del mismo es irreversible y significa una amenaza grave para la estabilidad en los ecosistemas, desarrollo agrícola y, la seguridad y soberanía alimentaria, por lo que es de vital importancia una conservación y manejo sostenible para satisfacer las demandas de la humanidad. (Martínez, 2016).

#### 4.1.1. La conservación puede ser *in situ* y *ex situ*

La conservación *ex situ* es realizada fuera del ambiente natural donde generalmente se desarrollan, con algunas actividades de manejo de los recursos combinadas con la preservación y almacenaje del germoplasma de tal manera que se pueda asegurar la calidad y disponibilidad de los mismos.

Estas son la:

- a) Obtención de germoplasma, mediante recolección *in situ*, donaciones o intercambios del material genético.
- b) Caracterización y evaluación, mediante la descripción de los atributivos cuantitativos y cualitativos de las accesiones de una misma especie o cultivo con el fin de identificar genes o atributos específicos.
- c) Regeneración y multiplicación, para una disposición del material suficiente para su uso.
- d) Registros y documentación organizados y analizados de la información relacionada a las accesiones (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2010).

Mientras tanto *in situ* es la preservación, manejo y recuperación de los hábitats naturales de las especies, el cual debe ser un proceso dinámico, pues las plantas siguen evolucionando con los cambios ambientales, siendo favorable para estudios, genética y evolución. Pero es importante señalar posibles inconvenientes como la vulnerabilidad del material genético a desastres naturales o inducido, por lo que se necesita de un adecuado manejo y alto nivel de supervisión (Castila, 2012).

### 4.2. Uso y mejoramiento de los recursos fitogenéticos

A medida que aumentan las presiones demográficas y disminuye la superficie de tierra disponible para la agricultura, surge la necesidad de aumentar la producción de alimentos y lograr una distribución más equitativa. En la mayoría de los países, existe

una necesidad urgente de una mejor utilización de los recursos fitogenéticos a través del fitomejoramiento.

Se emplea de dos maneras distintas:

- Uso directo
- Utilización directa por los agricultores y por otros en los sistemas de producción agrícola, como sistemas de cultivo, pastizales, bosques y otras zonas de recursos explotados;

- Utilización en una fase intermedia, por ejemplo, por parte de los fitomejoradores y otros investigadores (FAO, 2013)

#### 4.3. **La papa como recurso genético**

Los recursos genéticos son una dimensión de la Biodiversidad, la cual se estratifica desde genes, hacia individuos, especies, poblaciones, ecosistemas y paisajes (INIAP, Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, 2018).

Nuevas herramientas en el campo de la biología molecular y cultivos de células han beneficiado para que científicos entienda mejor los procesos de reproducción, desarrollo y reproducción de la papa, interacción con plagas, enfermedades y el medio en el que se desarrollan. Con esto se han ofrecido nuevas oportunidades dentro de la industria de la papa, con el incremento de la producción, enriquecimiento de su valor nutritivo, entre otros (FAO, 2018).

#### 4.4. **Información General sobre la papa**

##### 4.4.1. **Importancia**

Loa papa, es el cuarto cultivo más importante en el mundo, detrás del trigo, maíz y arroz, por las excelentes propiedades que tiene este tubérculo y su facilidad de crecimiento. Este producto contiene almidón, vitamina C y B6, proteína en pequeñas cantidades y algunos minerales, por lo que es fundamental en la alimentación y la industria (Rizo, 2015).

En zonas urbanas de los países en desarrollo, el incremento de ingresos a impulsado una "transición en la alimentación" enfocados en alimentos con alto contenido de energía y productos procesados, por lo que ha aumentado la demanda de papa. En América del Sur, el consumo de papa ha aumentado en zonas urbanas, mientras tanto en las zonas rurales el maíz se sigue considerando alimento básico (Márquez et al., 2020).

#### **4.4.2. Origen de la papa**

El origen de la papa se ubica entre Perú y Bolivia, aunque existen algunas especies silvestres en México, Guatemala, Ecuador y Chile. En 1537 Juan de Castellanos hizo la primera referencia de la papa cultivada en el Perú (Román, 2002).

#### **4.4.3. Clasificación taxonómica**

**Reino** : Plantae

**División** : Magnoliophyta

**Clase** : Magnoliopsida

**Subclase**: Asteridae

**Orden** : Solanales

**Familia** : Solanáceas

**Género** : *Solanum*

**Especie** : *Tuberosum* L.

#### **4.5. Fenología**

La fenología de la papa se divide en cinco fases, iniciando en la germinación/brotación (00), hasta la fase de senescencia (09). La duración del ciclo fenológico está determinada por la variedad y las condiciones climáticas de las regiones donde se reproduzca (Vignola et al., 2017).

#### **4.6. Morfología**

Las plantas de la especie *Solanum tuberosum* L. pertenecen a la familia de las Solanáceas; son dicotiledóneas herbáceas, con sistema radical fibroso, de tallos aéreos, hojas compuestas y alternas, flore bisexuales y sus frutos son bayas (Rodríguez, 2010).

##### **4.6.1. Hábito de crecimiento**

La papa es una hierba, su hábito de crecimiento entre especies y dentro de cada especie. Cuando todas las hojas (o casi todas) están cerca o en la base tallo corto, cerca del suelo, la planta tiene un hábito de crecimiento arrositado o semiarrositado. Además, se pueden encontrar los siguientes hábitos de crecimiento:

- Rastrero: tallos que crecen horizontalmente sobre el suelo.
- Decumbente: tallos que se arrastran pero que se levantan el ápice.
- Semierecto y erecto (Quisphe, 2017).

#### **4.6.2. Raíz**

La papa posee una raíz fibrosa y ramificada, las raíces se desarrollan en el tallo principal, su crecimiento se da primero de forma vertical y luego horizontal, es de menor profundidad, débil y se encuentra en capas superficiales (Araujo et al., 2021).

#### **4.6.3. Tallo**

El sistema caulinar de las papas consta de tallos, estolones y tubérculos. Las plantas provenientes de semilla verdadera tienen sólo un tallo, principal mientras que las provenientes de tubérculos-semilla pueden producir varios tallos (Guiliano et al., 2000).

##### **4.6.3.1. Estolones.**

Son tallos laterales que se desarrollan de forma horizontal debajo del suelo a partir de yemas, los estolones largos son comunes en las papas silvestres y el mejoramiento de la papa tiene como una de las metas obtener estolones cortos (Inostroza, 2010).

##### **4.6.3.2. Brotes.**

Los brotes crecen de las yemas que se encuentran en los ojos del tubérculo y el color es una característica varietal importante. Los brotes pueden ser blancos, parcialmente coloreados en la base o el ápice, o casi totalmente coloreados. Los brotes blancos, cuando se exponen indirectamente a la luz, se tornan verdes (Inostroza, 2010).

##### **4.6.3.3. Tubérculo.**

Los tubérculos son tallos carnosos que se originan en los extremos de los estolones que tienen brotes y ojos. La formación de tubérculos es el resultado de la proliferación del tejido de reserva que estimula el crecimiento celular de hasta 64 veces (Pumisacho et al., 2002).

#### **4.6.4. Hojas**

La papa en un inicio tiene hojas simples, después normalmente son compuestas, donde el raquis puede llevar varios folíolos laterales y uno terminal (Araujo et al., 2021).

#### **4.6.5. Inflorescencias**

El pedúnculo de la inflorescencia está dividido generalmente en dos ramas, cada una de las cuales se subdivide en otras dos ramas. De esta manera se forma una inflorescencia llamada cimosa (Inostroza, 2010).

De las ramas de las inflorescencias salen los pedicelos, en cuyas puntas superiores se encuentran los cálices. Cada pedicelo tiene una coyuntura o articulación

en la cual se desprenden del tallo las flores o los frutos. Esta articulación es pigmentada en algunas variedades cultivadas (Inostroza, 2010).

Las flores de la papa son bisexuales (tienen ambos sexos), y poseen las cuatro partes esenciales de una flor: cáliz, corola, estambres y pistilo (Inostroza, 2010).

#### **4.6.6. Fruto y semilla**

Es una baya, de forma oval o redonda, con colores que varían desde el verde amarillo hasta el violeta. Contiene la semilla sexual utilizada generalmente para mejoramiento genético (Araujo et al., 2021).

#### **4.7. Antocianinas en papa**

Son pigmentos hidrosolubles que se encuentran en las vacuolas de las células vegetales y que otorgan el color rojo, púrpura o azul en hojas, flores, frutos y tubérculos, la distribución de las antocianinas en papa no es uniforme en piel y pulpa y esta estrictamente asociada con la coloración y distribución del color en el tubérculo. En especial las papas nativas poseen diferentes patrones de coloración e intensidad en la piel y pulpa y tipo de antocianinas.

A lo largo de investigaciones se han identificado las seis antocianinas más comunes, en tubérculos de papa roja pelargonidina – 3- (p- coumaroilrutinosido) – 5- glucosido es la principal antocianina presente y en papa morada la petunidina – 3 – (p – cumaroil – rutinósido) – 5 – glucosido es la antocianina predominante (Fernández, 2020).

#### **4.8. Banco de germoplasma de papa.**

La mejora de nuevas variedades de cultivos alimentarios es fundamental para mantener y aumentar el suministro mundial de alimentos. El desarrollo de estas variedades depende de la biodiversidad conservada y estudiada en los bancos de germoplasma. Estos bancos contienen muestras vivas de la más amplia variedad de variedades de cultivos del mundo y sus parientes silvestres. También aseguran la disponibilidad a largo plazo de recursos genéticos para agricultores, fitomejoradores e investigadores (CIP, 2018).

##### **4.8.1. Importancia del banco de germoplasma**

La importancia de tener un banco genético sienta las bases para la preservación de materiales que de otro modo podrían desaparecer en la naturaleza, aumentando así la posibilidad de proteger especies agrícolas en peligro de extinción (Cerna, 2014).

#### **4.8.2. *Objetivos del banco de germoplasma***

El objetivo es conservar la diversidad genética manteniendo germoplasma altamente viable a largo plazo (Hanson, 2015).

#### **4.8.3. *Líneas de defensa***

Para proteger objetos de colección invaluable e irremplazables, se utilizan una serie de métodos de protección a prueba de fallas.

##### **4.8.3.1. Banco de germoplasma en el campo.**

Las variedades de papa preservadas como tubérculos se propagan anualmente en bancos de germoplasma de campo. Esto se hace con fines de caracterización y evaluación. (CIP, 2018).

##### **4.8.3.2. Conservación in vitro.**

Las plántulas de papa se mantienen en tubos de ensayo durante un máximo de 2 años, creciendo en un medio estéril semisólido especialmente desarrollado que proporciona todos los nutrientes que necesitan las plantas. Además, se mantienen a bajas temperaturas de 6 a 8 °C, con poca luz y utilizan osmorreguladores que retardan el crecimiento de las plantas. Cuando se volvió a sembrar en condiciones normales de luz y temperatura, las plantas volvieron a crecer normalmente (CIP, 2018).

##### **4.8.3.3. Conservación como semilla sexual.**

La conservación de papa como semilla sexual es la práctica de producirla a partir de germoplasma extraído de sus frutos para mantener la diversidad genética *in situ*, así como la regeneración de variedades más antiguas actualmente reemplazadas por variedades más comerciales (Haan, 2021).

Las semillas sexuales son mantenidas sobre los -20°C, son un material económico y fácil de almacenar con una vida útil de 40 años. Sin embargo, a diferencia de los tubérculos de propagación vegetativa, la estructura genética de las semillas de polinización cruzada es impredecible (CIP, 2018).

##### **4.8.3.4. Criopreservación.**

La criopreservación es un método de conservación seguro, rentable y que ahorra espacio para preservar clones en nitrógeno a -196°C, cuyas accesiones congeladas deben sobrevivir sin la necesidad de una mayor renovación (Calderón, 2009). En siete años CIP acumulo la colección de criobancos de papa más grande y diversa del mundo, que se conserva hasta la actualidad más de 3 300 variedades de papa andina (CIP, 2018).

En un estudio realizado en papa amarga y oca mediante segmentos nodales no se obtuvo supervivencia después de la congelación, mientras que al utilizar ápices caulinares hubo supervivencia con 0,75 M sacarosa (Mendoza, 2005).

#### **4.8.3.5. Banco genético de ADN.**

Actualmente, el ADN de más de 2400 variedades de papa del banco de germoplasma ha sido extraído y congelado a  $-70^{\circ}\text{C}$ . El objetivo es preservar todas las accesiones de esta manera en el futuro (CIP, 2018).

#### **4.8.3.6. Herbario.**

El herbario alberga especímenes especializados de papa (CIP, 2018).

#### **4.8.3.7. Conservación in situ-ex situ.**

Este enfoque implica que los procesos naturales de evolución y selección continúan operando en las plantas en su entorno en respuesta a las condiciones cambiantes. Durante la temporada de cosecha, los agricultores seleccionan los tubérculos que utilizarán en su próxima siembra y los distribuyen a las comunidades vecinas (CIP, 2018).

### **4.9. Conservación de semilla de papa**

Para conservar las papas, deben tener buena calidad visual y organoléptica; Significa que tiene calidad comercial, está bien conservado, tiene colores brillantes (blanco, amarillo, rosa, etc.), tiene una apariencia uniforme, no está afectado por insectos, enfermedades o magulladuras y está limpio (Chauana et al., 2011).

Otros factores a tener en cuenta es que la semilla tenga un tamaño uniforme, como el puño de un adulto, es decir, 40-60g de peso. Además, es importante verificar las variedades. Las partículas deben almacenarse con una luz de propagación, lo que significa que afecta muchas esquinas, pero no alcanza los rayos del sol directamente a la lámpara; En un lugar sin infección e higiene antes.

Las condiciones que debe cumplir un correcto sistema de almacenamiento y conservación son (Malaver, 2001):

- Reducir las pérdidas por transpiración, respiración y minimizar la propagación de plagas y enfermedades.
- Mantener el sabor, olor y color en caso de papa para consumo
- Para papas de consumo, el sistema de almacenamiento debe permitir una oscuridad total para evitar el verdeo del producto.

- Para papa - semilla, el sistema debe permitir el acceso de la luz difusa o indirecta, para verdear la papa y favorecer el desarrollo de brotes numerosos, cortos y vigorosos.

#### **4.10. Almacenamiento de semilla de papa**

El tubérculo de la papa es un órgano de almacenamiento que contiene un 80 % de agua y un 20 % de materia seca, este alto contenido de agua lo hace susceptible de sufrir daños durante la cosecha, el transporte y el almacenamiento, causando problemas específicos relacionados con los procesos biológicos y el medio ambiente, como la temperatura, la luz y la aireación. Por lo tanto, se deben considerar las condiciones, el tiempo, los desechos y las técnicas de almacenamiento (Crisci, 2010).

##### ***4.10.1. Condiciones de la papa para almacenar***

###### **4.10.1.1. Madurez.**

El cultivo tiene que alcanzar su madurez total, en forma natural, de tal manera que se logre la firmeza en la piel de los tubérculos otorgándoles a los tubérculos una adecuada protección contra microorganismos (Banse, 1980).

###### **4.10.1.2. Cosecha y manipulación.**

Al momento de la cosecha, independientemente del método utilizado, se debe tener mucho cuidado, evitando numerosos cortes, cortes y magulladuras donde los microorganismos causantes del moho son fáciles de penetrar (Crisci, 2010).

Un paso muy importante de inmediato es secar las papas, ya que es menos probable que se pierdan por el ataque de hongos y bacterias. Este proceso se lleva a cabo esparciendo los tubérculos sobre suelo seco o en un lugar sombreado y bien ventilado (Crisci, 2010).

###### **4.10.1.3. Sanidad**

La sanidad del cultivo es vital para resistir el período de almacenamiento por lo que durante la recolección y manipulación se deben tomar medidas estrictas de higiene para prevenir y reducir pérdidas. Por ejemplo, cultivos que han sido afectados por tizón corren el grave riesgo de sufrir pérdidas por pudrición en bodegas (Banse, 1980).

##### ***4.10.2. Periodos de almacenamiento***

Las papas almacenadas pasan por tres procesos fisiológicos: curación, brotación y dormición.

###### **4.10.2.1. Curación.**

La etapa de curación, cicatrización o raspado, en la que se produce hiperplasia de la piel y formación de tejido cicatricial en la herida durante la extracción,

manipulación y transporte. Este es un período de alta actividad fisiológica, y la cantidad de agua perdida por respiración y transpiración es abundante, por lo que la humedad relativa debe ser alta. El tiempo de curado depende de la temperatura y la humedad (Crisci, 2010).

#### **4.10.2.2. Dormición.**

Es la incapacidad de las semillas viables para germinar bajo condiciones ambientales apropiadas para que se dé su germinación, incapacidad que se perderá después de un período de tiempo más o menos larga (Varela et al., 2011).

El período de letargo o letargo es cuando los tubérculos no presentan crecimiento de yemas, aunque se encuentran en las mejores condiciones para hacerlo. intensidad mínima de respiración y transpiración (Crisci, 2010), se encuentran los siguientes tipos de dormición:

- a) **Dormición por impermeabilidad:** las semillas no germinarán hasta que las cubiertas impermeables se ablanden por efecto del agua o de hongos.
- b) **Dormición embrional:** el embrión no alcanza la madurez fisiológica, es rudimentario o inmaduro, necesitaran un tiempo hasta que se desarrolle, diferencie y madure y durante este período la semilla permanece durmiente.
- c) **Dormición fisiológica:** Estas semillas requieren un período de tiempo después de ser arrojadas por la planta antes de poder germinar, y al conjunto de cambios que se producen en la semilla durante este período de tiempo se llama posmaduración (Varela et al., 2011).

#### **4.10.2.3. Brotación.**

En el momento de los brotes de la planta, las papas comienzan a desarrollarse y crecen los brotes. En estas condiciones, las tasas de crecimiento descienden a temperaturas más bajas y más altas a temperaturas más altas, lo que es importante tener en cuenta para las patatas fritas y las patatas de siembra. El crecimiento de las yemas contribuye a una disminución de los sólidos del tubérculo, principalmente debido a una mayor pérdida de agua debido al aumento de las tasas de respiración (Crisci, 2010).

#### **4.10.3. Pérdidas**

Las papas inevitablemente sufren pérdidas luego de ser separadas del cultivo, ya que los procesos vitales requieren energía de sus reservas (Crisci, 2010).

Las pérdidas durante el almacenamiento pueden ser cuantitativas y cualitativas, por factores físicos, fisiológicos o patógenos, caracterizándose los siguientes procesos más relevantes:

#### **4.10.3.1. Respiración.**

La respiración proporciona la energía necesaria para mantener la vida en las papas, convirtiendo los azúcares en agua y dióxido de carbono, que se libera con el calor. Estos materiales de separación, si la ventilación y el manejo de la temperatura de almacenamiento son inadecuados, pueden causar fermentación y asfixia. Cabe señalar que los golpes y las heridas aumentan el ritmo de la respiración (Varela et al., 2011)

Dado que la respiración produce calor, el calor debe controlarse enfriando el almacén con aire frío natural o refrigeración artificial, y se prefiere la refrigeración forzada (Crisci, 2010).

#### **4.10.3.2. Pérdida de agua.**

Durante el almacenamiento depende de la producción térmica de las papas, temperatura, humedad relativa y la presencia y longitud del tallo. La deshidratación ocurre al menos a temperaturas alrededor de 5°C y humedad relativa de 90 a 95 % (CIP, 2006).

#### **4.10.3.3. Difusión de enfermedades.**

Las papas enfermas pueden provocar grandes pérdidas durante el almacenamiento, especialmente aquellas que se pudren. Por ello, la medida más importante para prevenirlo es abastecerse del producto más higiénico posible. Para enfermedades que pueden ser transmitidas por papas sin síntomas evidentes o para enfermedades muy leves que pasan desapercibidas, se debe realizar un examen periódico para descartar cualquier posible fuente de infección (Crisci, 2010).

#### **4.10.3.4. Cambios en la composición química.**

Los cambios en la composición química obedecen a las siguientes causas:

1. El almacenamiento a menos de 7 °C aumenta gradualmente la conversión del almidón en azúcar, un proceso conocido como "endulzamiento a baja temperatura", que se invierte al aumentar la temperatura.
2. El envejecimiento provoca un proceso similar, conocido como "envejecimiento suave", pero en este caso es irreversible. Aunque es difícil determinar la temperatura óptima de almacenamiento, se puede determinar una temperatura aproximada de 2-4 °C para las patatas de siembra (Crisci, 2010).

## **4.11. Ecofisiología de la papa**

### ***4.11.1. Latitud y Altitud***

El cultivo de la papa se distribuye geográficamente en muchas altitudes y latitudes. En términos de latitud, las papas se producen en áreas entre 47°S y 65°N; Sin embargo, el mayor porcentaje de suelo de papa se encuentra entre 20 y 60°N. En términos de altitud, el 50 % del área mundial de cultivo de papa está a más de 1000 m en los trópicos altos de los Andes, África, etc., (Rodríguez, 2010).

### ***4.11.2. Viento***

El viento de las corrientes de aire tiene un efecto significativo en el crecimiento, desarrollo y metabolismo de las plantas de papa; Esto puede aumentar la tasa de transpiración, el daño del tallo y las hojas, la sequía, la defoliación y el estrés hídrico en las plantas, lo que resulta en una disminución de la capacidad fotosintética debido al cierre de los estomas y una disminución de la renovación del anabolismo. Por lo tanto, una disminución en el rendimiento (Rodríguez, 2010).

### ***4.11.3. Radiación y fotoperiodo***

El crecimiento y la acumulación de materia seca en los tubérculos fueron más altos cuando se irradiaron continuamente a  $400 \mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$  durante 12 h de irradiación. En el tercio superior de las hojas de la planta de papa, las hojas pueden absorber hasta  $1200 \mu\text{mol}$  de metros cuadrados por segundo y permitir que el resto del ARF viaje desde el tercio medio al tercio inferior de las hojas para su uso allí. Los niveles de radiación por debajo de  $250 \mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$  de fotones producen efectos negativos en términos de distribución de biomasa (Rodríguez, 2010).

### ***4.11.4. Temperatura***

El cultivo de la papa está adaptado a climas tropicales fríos con temperaturas medias del suelo y del aire entre 15 y 18 °C; Las temperaturas más altas promueven el crecimiento de las hojas y la formación lenta de tubérculos. El estrés por calor determina el desarrollo de un número reducido de bulbos por planta, una baja densidad, un bajo contenido de materia seca y un color claro de los tubérculos. A temperaturas superiores a 30 °C, las tasas de fotosíntesis, carbono y asimilación se reducen, determinando así la disminución de la tasa de crecimiento y rendimiento (Rodríguez, 2010).

La temperatura afecta la relación entre fuente y demanda, por lo que la máxima tasa de absorción neta en plantas de papa está entre 15 y 18 °C; A temperaturas superiores a 27-28 °C, la tasa de crecimiento potencial de la hoja es mayor y por tanto

su capacidad de consumir las sustancias anabólicas disponibles es mayor. antes del comienzo de la formación de tubérculos, la principal necesidad de una planta de papa es el follaje; Una temperatura de 27°C es favorable para el desarrollo de ramas y hojas.

Por otra parte, los efectos negativos de las heladas (-2 y -9 °C) en las plantas de patata se asociaron a una disminución de la capacidad de la raíz para absorber agua y transportar agua a nivel de células y tejidos, lo que reduce la actividad de la fotosíntesis y la formación de cristales de hielo en el espacio intercelular y protoplasma de los tejidos vegetales. , que destruye la matriz celular (Rodríguez, 2010).

#### ***4.11.5. Nutrición mineral y disponibilidad de agua***

La extracción de nutrientes del suelo por la planta de papa depende de variedades, fertilidad del suelo, condiciones climáticas, rendimiento y manejo del cultivo. La extracción de fósforo total es menor que la de nitrógeno y potasio. Sin embargo, debido al alto nivel de fijación de fósforo en el suelo del país, más fertilizantes fosfatados se aplican al suelo en Ecuador mayores a los de nitrógeno y potasio. El mayor requerimiento nutricional para el cultivo de papas aparece después de 50 días, al formarse y desarrollarse las hojas (Pumisacho et al, 2002)

Las papas son sensibles al estrés por falta de agua; La cantidad de agua disponible en el suelo no debe disminuir más del 30 % para obtener un rendimiento óptimo; El suministro adecuado de agua es muy importante desde el inicio de la formación del tubérculo hasta que la planta alcanza la madurez fisiológica para lograr una excelente calidad de producción. Durante la etapa de extensión de la hoja, el estrés hídrico reduce la eficiencia de la fotosíntesis y el crecimiento de la hoja y facilita la división de las sustancias anabólicas en el crecimiento de la hoja y facilita la participación de las sustancias anabólicas. El efecto de las sustancias anabólicas en el crecimiento de los tubérculos, especialmente cuando la planta comienza para adquirir tubérculos. Otro efecto del estrés hídrico es el acortamiento del crecimiento foliar por una distribución anabólica en los tubérculos, lo que determina el acortamiento del ciclo de vida de la planta (Rodríguez, 2010).

La sequía durante la formación y llenado de los tubérculos afecta significativamente el rendimiento; La disponibilidad limitada de agua en las diferentes etapas de crecimiento de las papas reduce la tasa de crecimiento, el rendimiento, el número de tubérculos por planta, el tamaño y la calidad (Rodríguez, 2010)

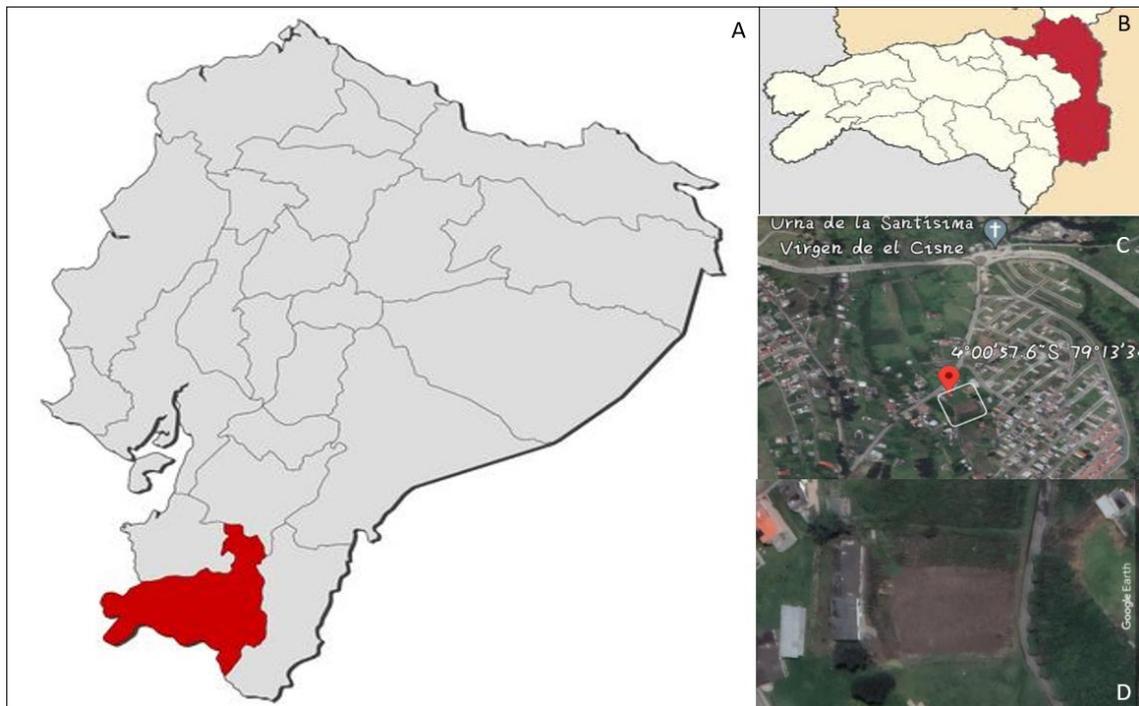
#### ***4.11.6. Disponibilidad de CO<sub>2</sub>.***

En las plantas de papa, la concentración de dióxido de carbono también es un factor limitante en la fotosíntesis, el rendimiento y el rendimiento. Las plantas de papa expuestas a altas concentraciones de dióxido de carbono durante largos períodos de tiempo aumentaron la fotosíntesis en un 10-40 % y la acumulación de almidón en un 400 % (Rodríguez, 2010).

## 5. Metodología

### 5.1. Área de estudio

El ensayo se estableció en la provincia y cantón Loja, en la parroquia Sucre, en el barrio Lote Bonito (figura 1). la ubicación geográfica corresponde  $4^{\circ} 00' 57.6''$  y  $79^{\circ} 13' 34''$ , con una altitud de 2357 msnm. La zona de vida a la que pertenece es Bosque Húmedo (INAMI, 2017).



**Figura 1.** Ubicación del estudio. A. Ubicación de la provincia de Loja con respecto al Ecuador. B. Ubicación del cantón Loja con respecto a la provincia. C. Ubicación del barrio Lote Bonito. D. Terreno donde se ubicará el estudio.

### 5.2. Metodología general

Se visitaron los lugares identificados como posibles fuentes de colecta mediante investigación bibliográfica y consulta a productores, se recolectaron 19 poblaciones de papa nativa, posteriormente se preparó el suelo con arado y rastra, se delimitó el área donde se ubicó el ensayo en tres parcelas de 5 metros de ancho por 19 metros de largo, cada parcela representó una repetición, con un arreglo espacial de 1 m entre surco y 0,5m entre planta, cada surco represento una variedad y distribuidos al azar en cada repetición.

### 5.2.1 Tipo de investigación

La investigación fue de tipo experimental, cuantitativa y cualitativa, se caracterizó morfoagronómicamente 19 poblaciones de papa nativa recolectadas en la zona interandina de la provincia de Loja, se identificaron las diferencias y/o semejanzas entre poblaciones en su fenología, rendimiento, porcentaje de emergencia, cantidad de antocianinas totales y en su morfología

### 5.2.2 Diseño Experimental

Se implementó un Diseño Completamente al Azar (DCA), se utilizaron 19 poblaciones de papa con 3 repeticiones representadas por parcelas de 19m de largo y 5m de ancho, a excepción de la papa lojana con una repetición y superchola con dos repeticiones por lo que en lo análisis estadísticos se aplicó la fórmula de parcela perdida, cada surco se encontraba a un metro de distancia y cada uno representado por una variedad de papa con un total de 54 unidades experimentales y con 10 plantas por surco (figura 2). Las poblaciones fueron codificadas para poder ser identificadas de acuerdo a su nombre común, lugar y numero de colecta.

NLSC1R1	CRALSC1R2	CALSUGC1R3
PLLSUTC1R1	CACLSSLC1R2	SCLSC2R3
SLLCHC1R1	NLSUC1R2	CLSC2R3
CRALSC1R1	BLSUTC1R2	CAALSLC2R3
CACLSSLC1R1	ULSUC1R2	UVLSUCC1R3
NLSUC1R1	CRRLSC1R2	SLLCHC1R3
BLSUTC1R1	CARLSC1R2	NLSC1R3
ULSUC1R1	CAALSC1R2	BLSC2R3
CRRLSC1R1	CNALSSLC3R2	CNALSSLC3R3
CAALSC1R1	SCLSSLC2R2	CAALSC1R3
CNALSSLC3R1	CAALSLC2R2	CARLSC1R3
CARLSC1R1	BLSC2R2	CRRLSC1R3
CLSC2R1	SLLCHC1R2	ULSUC1R3
SCLSSLC1R1	NLSC1R2	NLSUC1R3
CAALSLC2R1	SCLSC2R2	BLSUTC1R3
SCLSC2R1	UVLSUCC1R2	CRALSC1R3
BLSC2R1	CLSC2R2	CACLSSLC1R3
UVLSUCC1R1	CALSUGC1R2	
CALSUGC1R1		

**Figura 2.** Diseño de campo del experimento. Cada color representa una población diferente.

### **5.2.3 Manejo del cultivo**

#### **5.2.3.1. Preparación del suelo.**

Primero se pasaron dos aradas, después se preparó de manera manual con herramientas como azadones y lamas para dejar el suelo más suelto. Posteriormente se delimitaron las 3 parcelas principales para hacer los surcos.

#### **5.2.3.2. Labores Culturales.**

a) **Siembra.:** La siembra se realizó el 21 de junio del 2021, con una distancia de siembra de 0.5 m entre plantas, con 10 semillas-tubérculo por cada repetición y se colocaron letreros identificativos al inicio de cada surco (figura 23).

b) **Riego:** Esta labor se realizó durante los primeros ocho días después de la siembra para que la semilla germinara en condiciones adecuadas, y después se realizaba en días donde no se presentaron precipitaciones (figura 25).

c) **Aporque:** El aporque se realizó a los 35 y 65 días después de establecido el cultivo para contribuir al desarrollo de los tubérculos.

d) **Cosecha:** La cosecha se realizó a diferentes fechas dependiendo de la madurez presente en cada variedad, es decir, se cosechó cuando las plantas estuvieron en madurez fisiológica.

### **5.2.4 Análisis estadístico**

Los datos registrados se tabularon en una base de datos en Microsoft Excel para posteriormente ser analizados en el programa estadístico Infostat para un análisis de varianza (ANOVA) con pruebas de comparaciones múltiples mediante Tukey para determinar si existieron o no diferencias significativas en rendimiento, altura de plantas, número de tubérculos, número de plantas emergidas, severidad de plagas y enfermedades y cantidad de antocianinas totales. Además de un análisis de conglomerados y correlación entre las variables registradas durante el estudio. Para los gráficos se utilizó el programa GraphPad Prism 7.

## 5.2.5 Metodología para el primer objetivo específico: Caracterizar morfológicamente accesiones de papa nativa recolectadas en la región interandina de la provincia de Loja mediante descriptores agronómicos

### 5.2.5.1. Exploración de genotipos de papa nativa en la zona interandina de la provincia de Loja.

Para el establecimiento del estudio se realizó un mapa de exploración en base a diferentes fuentes bibliográficas (Anexo6) además de información obtenida de campesinos y agricultores dedicados al cultivo de papa, en donde se identificaron como principales posibles fuentes de colección la región interandina de la provincia como el cantón Saraguro y la parroquia San Lucas del cantón Loja (figura 3).

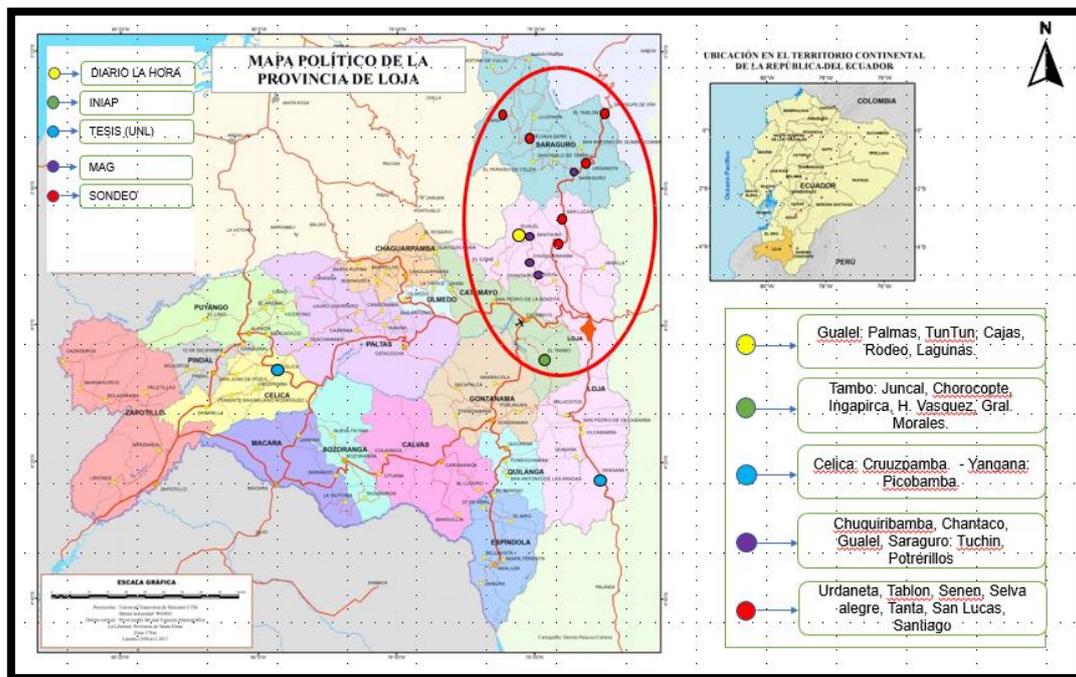
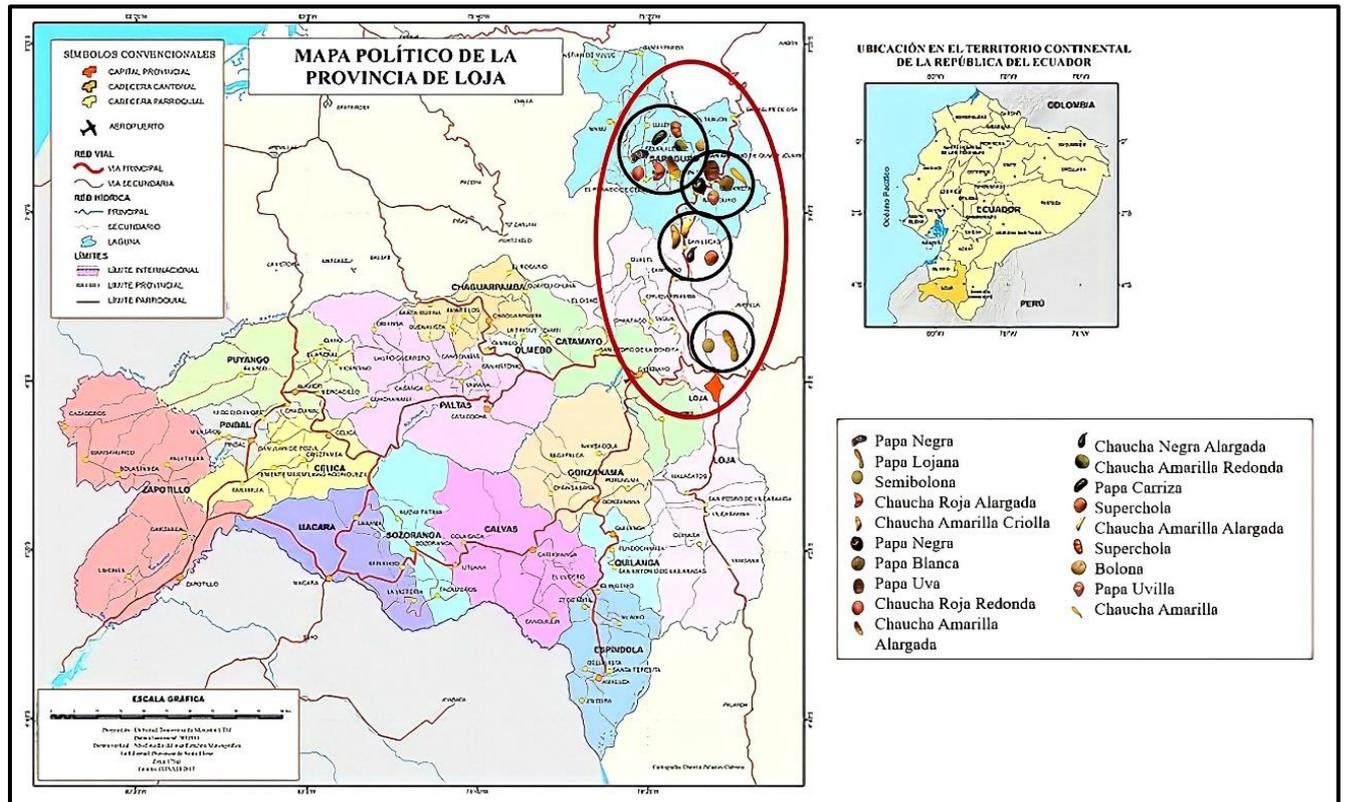


Figura 3. Mapa de exploración de papa nativa en la provincia de Loja.

### 5.2.5.2. Recolección de germoplasma.

Para la recolección se visitaron los lugares identificados como posibles fuentes de colecta (figura 3) donde se procedió a la búsqueda del material biológico deseado en mercados, ferias libres y con los agricultores aplicando la respectiva ficha de colecta (Anexo 2) donde se recolectaron 19 accesiones de papa nativa en Saraguro, Loja San Lucas y Urdaneta (figura 4).



**Figura 4.** Mapa de colecta de germoplasma de papa nativa en la zona interandina de la provincia de Loja.

### 5.2.5.3. Caracterización morfológica de genotipos de papa nativa.

Se utilizó el descriptor de papa (Bioersivity y Centro Internacional de la Papa, CIP) (Anexo 7) donde se cuenta con variables cuantitativas y cualitativas (Tabla 1), los datos fueron recopilados en un registro para una información ordenada y se tomaron en plena floración como se indica en el descriptor para las variables cuantitativas se utilizó un pie de rey y flexómetro.

**Tabla 1.** Variables analizadas según el descriptor de Bioersity International (2008).

<b>Variables Cuantitativas</b>	<b>Variables Cualitativas</b>
<b>Características de Plantas</b>	
Altura de planta a la floración	Hábito de crecimiento
Madurez del follaje	Grado de floración
<b>Características del Tallo</b>	
	Color del tallo
	Forma de las alas del tallo
<b>Características de las Hojas</b>	
Número de pares de foliolos laterales primarios	Forma del foliolo terminal
Número de pares de inter-hojuelas sobre el raquis principal	Forma del ápice del foliolo terminal
Número de pares de foliolos laterales secundarios sobre los peciolulos	Forma de la base del foliolo terminal
Angulo de divergencia entre la hoja y el tallo	Forma del primer foliolo lateral
	Sobre posición de los foliolos laterales primarios
<b>Características de las Flores</b>	
Longitud del pedúnculo	Color del pedicelo
Ramificación de la inflorescencia	Color del cáliz
Ubicación de la articulación del pedicelo	Simetría del cáliz
Tamaño de la flor	Forma de los lóbulos del cáliz
	Forma de la base de los lóbulos del cáliz
	Forma de la corola
	Color de la flor
	Color predominante de la flor
	Intensidad del color predominante de la flor
	Color secundario de la flor
	Distribución del color secundario de la flor
	Ubicación de la articulación del pedicelo
	Forma de la corola
	Pigmentación en las anteras
	Pigmentación del pistilo
	Exerción del estigma
<b>Características de los Frutos</b>	
	Forma del fruto
	Color de los frutos
<b>Características de los Tubérculos</b>	
Número de ojos de los tubérculos	Color predominante de la piel del tubérculo
Profundidad de los ojos de los tubérculos	Intensidad del color predominante de la piel del tubérculo
Dormancia de los tubérculos	Color secundario del color de piel del tubérculo
	Distribución del color secundario de la piel del tubérculo
	Pigmentación de los tejidos del tubérculo
	Textura de la piel del tubérculo
	Color predominante de la carne del tubérculo
	Color secundario de la carne del tubérculo

Distribución del color secundario de la carne del tubérculo  
Formas del tubérculo  
Formas raras de tubérculo  
Color predominante del brote  
Color secundario del brote  
Distribución del color secundario del brote

---

### 5.2.6 Metodología para el segundo objetivo específico. Evaluar el desempeño agronómico de los distintos genotipos de papa nativa recolectada en la región interandina de la provincia de Loja

En este objetivo se consideró lo siguiente:

#### 5.1.5.1. Fenología.

Una vez establecido el cultivo se realizó un seguimiento a su fenología, de las 19 accesiones mencionadas y utilizando como referencia la escala BBCH, en visitas semanales se registró los cambios fenológicos en el 50% de las plantas de cada población y repetición (Vignola et al., 2017).

#### 5.1.5.2. Rendimiento.

Cuando las poblaciones llegaron a madurez de cosecha se contabilizaron el número de tubérculos por planta y se pesaron las poblaciones por cada repetición y se aplicó la siguiente fórmula: (Sánchez et al., 2015)

$$\text{Rendimiento} \left( \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right) = \frac{\text{Peso} \times \text{surco} (\text{kg})}{\text{Área del surco} (\text{m}^2)} \times 10000 \text{m}^2 \text{ Formula 1. (Vignola et al., 2017)}$$

#### 5.1.5.3. Susceptibilidad a plagas y enfermedades.

a) **Incidencia de plagas:** Se realizó una evaluación visual para identificar las principales plagas presentes, registrando la cantidad de plantas con daño provocado por las mismas, en cada población y repetición, para estimar el porcentaje de plantas dañadas para calcular la incidencia se aplicó la siguiente fórmula (SENASA, 2015):

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{Número de plantas infestadas}}{\text{Total de plantas}} * 100 \text{ Formula 2. (SENASA, 2015)}$$

b) **Severidad de enfermedades:** Al igual que en las plagas se hizo una evaluación visual para identificar las principales enfermedades presentes, registrando la cantidad de plantas infectadas en cada variedad y repetición para estimar el porcentaje de infección, y en las plantas afectadas se observó el porcentaje de la hoja afectado para medir el grado de infección según la escala de Horsfall & Barrat (Anexo 5) y para calcular la severidad se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Severidad} = \frac{\text{Numero de plantas infectadas} * \text{Grado de infect.}}{\text{Total de plantas} * \text{Grado de infectación mayor}} * 100 \text{ Formula 3. (Horsfall \& Barrat)}$$

#### **5.1.5.4. Cuantificación de antocianinas totales en piel de papa.**

Para la cuantificación de antocianinas totales se tomaron únicamente las papas cuyo color de piel era negro, morado o rojo pues en estas se encuentra las antocianinas (Yin et al., 2015) para lo cual se utilizó el siguiente protocolo (Giusti & Wrosltd, 2001):

##### **a) Extracción de muestra**

- Una vez separada la piel de la papa, se pesaron 5 gramos de la misma. Se procedió a realizar 6 extracciones con metanol al 70 % acidificado con ácido clorhídrico al 0,01 %, para cada una de estas extracciones se refrigeró la muestra, se agitó durante 6 minutos y se dejó reposar hasta completar una; a excepción de las dos últimas extracciones donde las muestras estuvieron en refrigeración por media hora y en la última extracción con la mitad del solvente para evitar el desperdicio del mismo y hasta obtener una muestra con una coloración mínima o nula. La relación de muestra con el solvente fue de:

- 1 gramo de muestra → 7,5 ml de CH<sub>3</sub>OH (70 %)
- Al completar la hora se procedió a filtrar con papel Whatman no. 1 por aspiración al vacío con un matraz Kitosato y un embudo Buncher, una vez terminadas todas las extracciones se procede a filtrar tres veces con doble papel filtro.
- Posteriormente con el rotaevaporador se concentró cada muestra a una temperatura de 40°C al vacío.
- Se trasvaso la muestra concentrada y se aforó a un volumen conocido de 25 ml con agua destilada desionizada.

##### **b) Preparación de buffers**

- Se pesaron 0,466g de cloruro de potasio (KCl) y 13,58 g de Acetato de Sodio (C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>NaO<sub>2</sub>) en la balanza de precisión.
- Se colocó los reactivos anteriormente pesados en vasos de precipitación con aproximadamente 225ml de agua destilada desionizada.
- Se procedió a la medición del pH y se colocó ácido clorhídrico (HCl) hasta llegar a pH deseado de 1 y 4,5 respectivamente.

**c) Medición de absorbancias**

- Una vez concentradas las muestras se procedió a hacer pruebas para calcular las concentraciones en un volumen final de 25 ml.

- Ya establecidas las concentraciones finales se realizaron las mediciones en el espectrofotómetro UV visible a 520 y 700nm para cada uno de los pH.

**d) Aplicación de formulas**

- Se calculó la absorbancia de las muestras diluidas con la siguiente fórmula:

$$A = (Abs\ 500nm - Abs\ 700nm)_{pH\ 1} - (Abs\ 520nm - Abs\ 700nm)_{pH\ 4,5}$$

Formula 4. (Giusti & Wroslstad, 2001).

Finalmente se procedió a calcular la concentración de antocianinas en cada muestra de la siguiente manera:

$$Antocianinas \left[ \frac{mg}{L} \right] = \frac{A \times PM \times FD \times 1000}{e \times l}$$

Formula 5. (Giusti & Wroslstad, 2001).

Donde:

A= Absorbancia

PM= 449,2 g/mol de antocianina de muestra (Cianidina -3- glucósido)

FD= Factor de dilución volumen final/volumen de la muestra

e= Coeficiente de absortividad molar 26900 L/mol\*cm

l= Ancho de cubeta en cm

## **6. Resultados**

### **6.1. Localización de poblaciones de papas nativas en la zona interandina de la provincia de Loja.**

Se realizaron dos visitas al cantón Saraguro, en la primera se colectaron cinco muestras, en la segunda tres muestras, en el mismo cantón se visitó la parroquia Urdaneta donde se colectaron tres muestras, así como también se visitaron dos barrios de dicha parroquia: Gueledel y Truchin encontrando una muestra en cada uno.

En el cantón Loja en el barrio Zalapa, y en la parroquia Chuquiribamba perteneciente a este mismo cantón se recolectó una muestra en cada uno de los lugares antes mencionados, en la parroquia San Lucas se realizaron dos visitas en la primera se recolectó una muestra, en la segunda visita se recolectaron dos muestras. Adicionalmente a esto se visitó el barrio Ciudadela donde se recolectó una última muestra (figura 4). En cada uno de los lugares donde se recolectó las muestras se tomaron datos de ubicación geográfica (tabla 2.)

**Tabla 2.** Lugares de colecta de papa nativa con su respectiva ubicación geográfica,

Código	Genotipo	Lugar de Colecta			Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
		Cantón	Parroquia	Barrio			
NLSC1	Papa Negra	Saraguro			3°37'47"S	79°14'24"W	2598
PLLZC1	Papa Lojana	Loja	Zalapa	Zalapa	3°54'34"S	79°15'00"W	2398
SLLCHC1	Semibolona	Loja	Chuquiribamba	Chuquiribamba	3°50'43"S	79°20'48"W	2724
CRALSC1	Chaucha Roja Alargada	Saraguro			3°37'47"S	79°14'24"W	2598
CACLLSLC1	Chaucha Amarilla Criolla	Loja	San Lucas	San Lucas	3°44'09"S	79°15'46"W	2464
NLSUC1	Papa Negra	Saraguro	Urdaneta	Urdaneta	3°36'34"S	79°12'49"W	2428
BLSUTC1	Papa Blanca	Saraguro	Urdaneta	Truchin	3°37'57"S	79°11'31"W	2644
ULSUC1	Papa Uva	Saraguro	Urdaneta	Urdaneta	3°36'34"S	79°12'49"W	2428
CRRLSC1	Chaucha Roja Redonda	Saraguro			3°37'50"S	79°14'15"W	2532
CAALSC1	Chaucha Amarilla Alargada	Saraguro			3°37'47"S	79°14'24"W	2598
GCLLSLC3	Guano de Coche	Loja	San Lucas	Ciudadela	3°44'05"S	79°15'11"W	2555
CARLSC1	Chaucha Amarilla Redonda	Saraguro			3°37'50"S	79°14'15"W	2532
CLSC2	Papa Carriza	Saraguro			3°37'50"S	79°14'15"W	2532
SCLLSLC2	Superchola	Loja	San Lucas	San Lucas	3°44'09"S	79°15'46"W	2464
CAALLSLC2	Chaucha Amarilla Alargada	Loja	San Lucas	San Lucas	3°44'07"S	79°15'42"W	2490
SCLSC2	Superchola	Saraguro			3°37'18"S	79°14'16"W	2517
BLSC2	Bolona	Saraguro			3°37'18"S	79°14'16"W	2517
UVLSUCC1	Papa Uvilla	Saraguro	Urdaneta	Urdaneta	3°36'34"S	79°12'49"W	2428
CALSUGC1	Chaucha Amarilla	Saraguro	Urdaneta	Gueledel	3°38'25"S	79°11'411"W	2576

\*Semibolona y superchola a pesar de ser variedades del INIAP, se consideran dentro del estudio por que los agricultores la consideran como especies nativas\*

## 6.2. Colecta de germoplasma de papa nativa

De las 19 poblaciones recolectadas 17 (89,47 %) se recolectaron en huerto y dos (10,53 %) en mercados de San Lucas y Saraguro todos los tipos de muestra colectada fueron tubérculos-semilla, 17 de las muestras (89,47 %) son frecuentes, el 5 – 25% y de las otras dos se desconoce (tabla 3).

Ninguna de las muestras recolectadas se encontró aisladas de otra poblaciones, en todas se encontró parientes cercanos cultivados como son otras poblaciones de papa, todos los materiales recolectados se utilizan para la alimentación y la parte de la planta utilizada es el tubérculo, 17 de las poblaciones se recolectaron mediante el método randomizado, es decir, al azar (Tabla 4)

De un total de 19 muestras 36,84 % se encontraron en terreno con una topografía plana y 52,63 % en terrenos casi planos, en cuanto a la fisiografía del terreno 47,37 % en planicie, 42,11 % en laderas. Los cultivos encontrados a los alrededores variaban entre hortalizas y tubérculos propios de la zona. De las muestras colectadas 17 se encontraron en valles, con un drenaje moderado, estimación de suelo arcilloso y color gris, pedregosidad media y erosión intermedia, en 17 de las muestras colectadas (89,47 %) (tabla 5).

En cuanto al fotoperíodo, 13 de las muestras se recolectaron en días sombreados y cuatro en soleado, en su mayoría las labores culturales aplicadas son aporque, fertilización-control de plagas y enfermedades, estos tubérculos por lo general se ven asociados con haba, maíz, arveja y hortalizas, siendo, la principal enfermedad que afecta a sus cultivos es la lancha (*Phytophthora infestans*) de la papa. Y en cuanto al rendimiento 52,63 % los productores expresan rendimientos bajos y 4,37 % rendimientos altos (tabla 6).

**Tabla 3.** Estado de las accesiones colectadas de papa nativa.

No. ACCESIÓN	FOTOGRAFIA	NOMBRE LOCAL	FUENTE DE COLECCIÓN		TIPO DE MUESTRA COLECTADA	FRECUENCIA DE LA MUESTRA
			CAMPO CULTIVADO	MERCADO		
1		Chaucha amarilla alargada	Huerto		Tubérculo- Semilla	ubre de 5-25 %
2		Chaucha amarilla redonda	Huerto		Tubérculo- Semilla	ubre de 5-25 %
3		Chaucha roja alargada	Huerto		Tubérculo- Semilla	ubre de 5-25 %
4		Chaucha roja redonda		Ciudad	Tubérculo- Semilla	
5		Papa negra	Huerto		Tubérculo- Semilla	ubre de 5-25 %

6		Chaucha amarilla criolla		Pueblo	Tubérculo- Semilla	
7		Carriza	Huerto		Tubérculo- Semilla	cubre de 5-25 %
8		Bolona criolla			Tubérculo- Semilla	cubre de 5-25 %
9		Superchola	Huerto		Tubérculo- Semilla	cubre de 5-25 %
10		Uva	Huerto		Tubérculo- Semilla	cubre de 5-25 %

11		Papa negra	Huerto	Tubérculo- Semilla	cubre de 5-25 %
12		Uvilla	Huerto	Tubérculo- Semilla	cubre de 5-25 %
13		Papa blanca	Huerto	Tubérculo- Semilla	cubre de 5-25 %
14		Chauca amarilla	Huerto	Tubérculo- Semilla	cubre de 5-25 %
15		Superchola	Huerto	Tubérculo- Semilla	cubre de 5-25 %

16		Chaucha amarilla alargada	Huerto	Tubérculo- Semilla	cubre de 5-25 %
17		Guano de coche	Huerto	Tubérculo- Semilla	cubre de 5-25 %
18		Papa Lojana	Huerto	Tubérculo- Semilla	cubre de 5-25 %
19		Semibolona	Huerto	Tubérculo- Semilla	cubre de 5-25 %

---

**Tabla 4.** Aspectos topográficos y edáficos de los sitios de colecta

<b>No. ACCESIÓN</b>	<b>TOPOGRAFÍA</b>	<b>FISIOGRAFÍA DEL TERRENO</b>
1	plano (0-0,5 %)	Planicie
2	plano (0-0,5 %)	Planicie
3	plano (0-0,5 %)	Planicie
4		
5	plano (0-0,5 %)	Planicie
6	plano (0-0,5 %)	Planicie
7		
8	plano (0-0,5 %)	Planicie
9	plano (0-0,5 %)	Planicie
10	casi plano (0,6-2,9 %)	Ladera
11	casi plano (0,6-2,9 %)	Ladera
12	casi plano (0,6-2,9 %)	Ladera
13	casi plano (0,6-2,9 %)	Ladera
14	casi plano (0,6-2,9 %)	Ladera
15	casi plano (0,6-2,9 %)	Planicie
16	casi plano (0,6-2,9 %)	Planicie
17	casi plano (0,6-2,9 %)	Ladera
18	casi plano (0,6-2,9 %)	Ladera
19	casi plano (0,6-2,9 %)	Ladera

**Tabla 5.** Prácticas culturales en los sectores de estudio

No. ACESIÓN	LUZ	PRÁCTICAS DE ASOCIACIÓN	OBSERVACIONES
1	Sombreado	Haba y hortalizas	Rendimiento promedio bajo
2	Sombreado	Haba y hortalizas	Rendimiento promedio bajo
3	Sombreado	Haba y hortalizas	Rendimiento promedio alto
4		Haba y hortalizas	Rendimiento promedio bajo
5	Sombreado	Haba y hortalizas	Rendimiento promedio bajo
6	Sombreado	Haba, maíz, arveja y hortalizas	Rendimiento promedio bajo
7		Haba, maíz, arveja y hortalizas	Rendimiento promedio bajo
8	Sombreado	Haba, maíz, arveja y hortalizas	Rendimiento promedio alto
9	Sombreado	Haba, maíz, arveja y hortalizas	Rendimiento promedio alto
10	Sombreado	Haba, maíz, arveja y hortalizas	Rendimiento promedio alto
11	Soleado	Haba, maíz, arveja y hortalizas	Rendimiento promedio bajo
12	Soleado	Haba, maíz, arveja y hortalizas	Rendimiento promedio alto
13	Soleado	Haba, maíz, arveja y hortalizas	Rendimiento promedio alto
14	Soleado	Haba, maíz, arveja y hortalizas	Rendimiento promedio bajo
15	Sombreado	Haba, maíz, arveja y hortalizas	Rendimiento promedio alto
16	Sombreado	Haba, maíz, arveja y hortalizas	Rendimiento promedio bajo
17	Sombreado	Haba, maíz, arveja y hortalizas	Rendimiento promedio bajo
18	Sombreado	Hortalizas	Rendimiento promedio alto
19	Sombreado	Haba, arveja y hortalizas	Rendimiento promedio alto

\*Hortalizas: brócoli, coliflor, lechuga, col\*

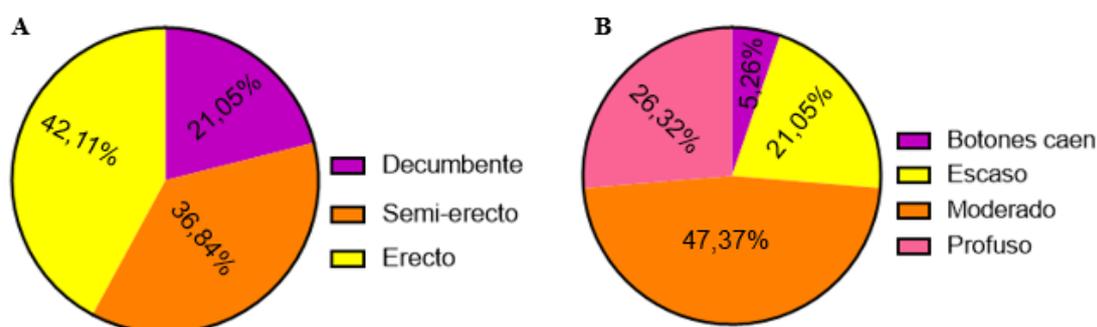
### 6.3. Caracterización de genotipos de papa nativa

La caracterización se realizó a 19 poblaciones de papa nativa, en plena floración aplicando el descriptor.

#### 6.3.1 Análisis de variables cualitativas

##### 6.3.1.1. Características de las plantas

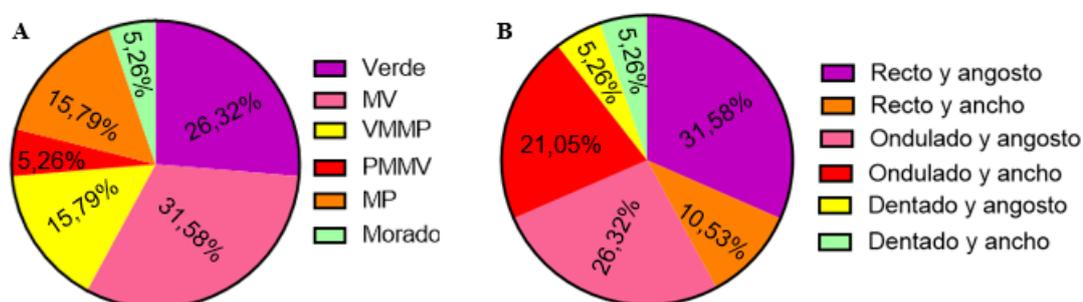
En las características de las plantas el hábito erecto fue el más representativo en la mayoría de plantas observadas (figura 5A), También se encontró moderado el grado de floración (figura 5B).



**Figura 5.** Características de las plantas. **A.** Hábito de crecimiento. **B.** Grado de floración.

##### 6.3.1.2. Características del tallo

Dentro de las características del tallo, el color verde fue el más representativo en la mayoría de plantas observadas (figura 6A). Así mismo se encontraron tallos en forma de alas onduladas y angostas, así como dentados y anchos y rectos y angostos característicos de papas nativas (figura 6B).

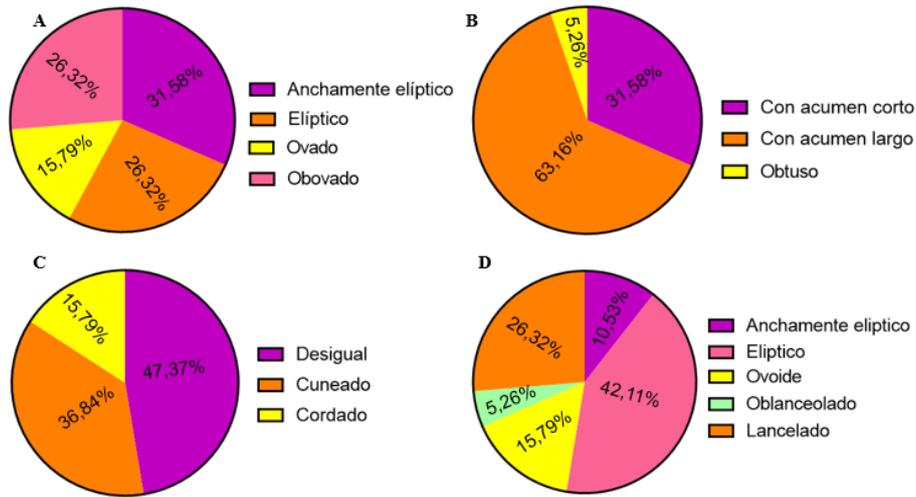


**Figura 6.** Características del tallo. **A.** Color del tallo (MV= Mayormente verde; VMMP= Verde con muchas manchas pigmentadas; PMMV= Pigmentado con muchas manchas verdes; MP= Mayormente pigmentado). **B.** Forma de las alas del tallo.

##### 6.3.1.3. Características de las hojas

En las características de las hojas la forma del foliolo terminal anchamente elíptico fue el más representativo en la mayoría de accesiones observadas (figura 7A), con un ápice con acumen corto (figura 7B), de igual manera la base desigual fue la más

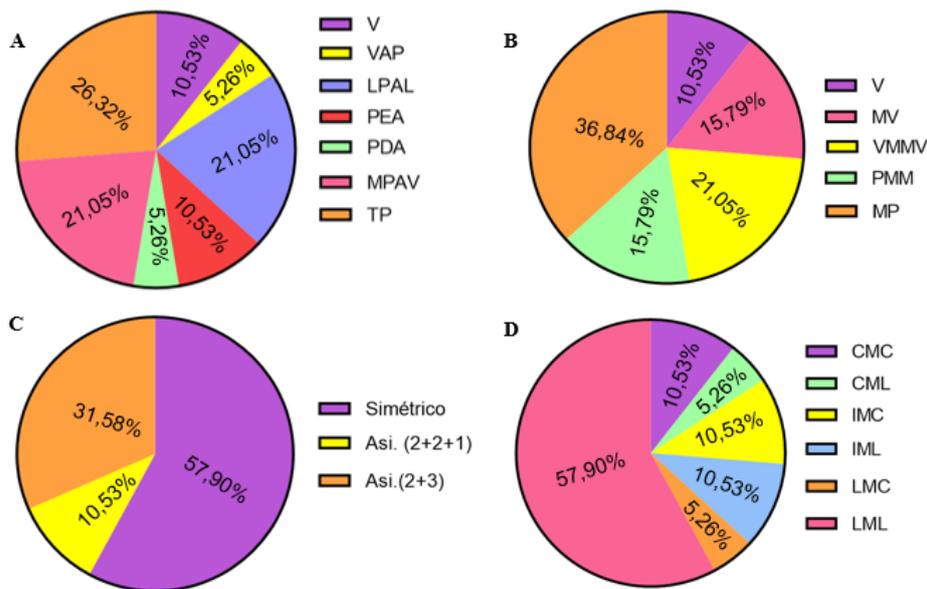
representativa (figura 7C), y también la forma del foliolo terminal fue elíptica la más representativa (figura 7D).



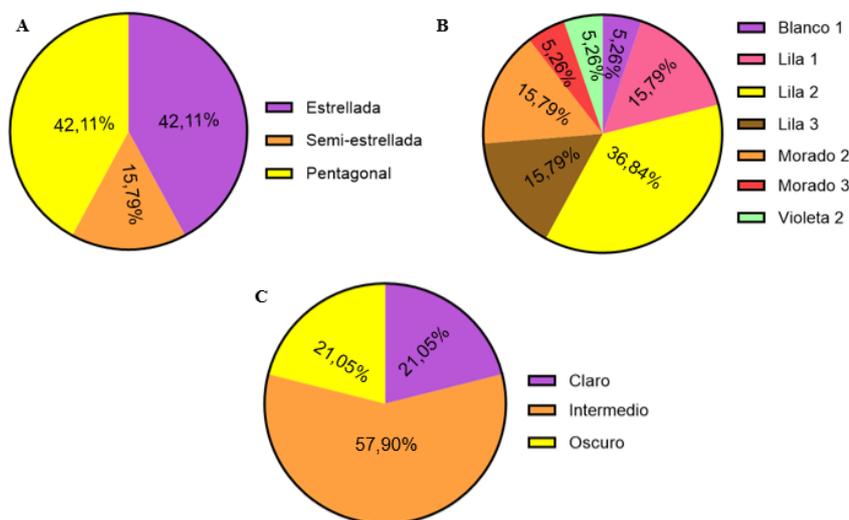
**Figura 7.** Características de las hojas. **A.** Forma del foliolo terminal. **B.** Forma del ápice del foliolo terminal. **C.** Forma de la base del terminal. **D.** Forma del primer foliolo lateral

#### 6.3.1.4. Características de las flores

Dentro de las características de las flores el color del pedicelo en su mayoría fue representado por totalmente pigmentado (figura 8A), en el color del cáliz las plantas observadas en su mayoría presentaron mayormente pigmentado (figura 8B). Así también en la observación de la simetría del cáliz en su mayoría fue simétrico (figura 8C);y, en la forma de los lóculos del cáliz en su mayoría fueron largos y con mucrón largo (figura 8D).

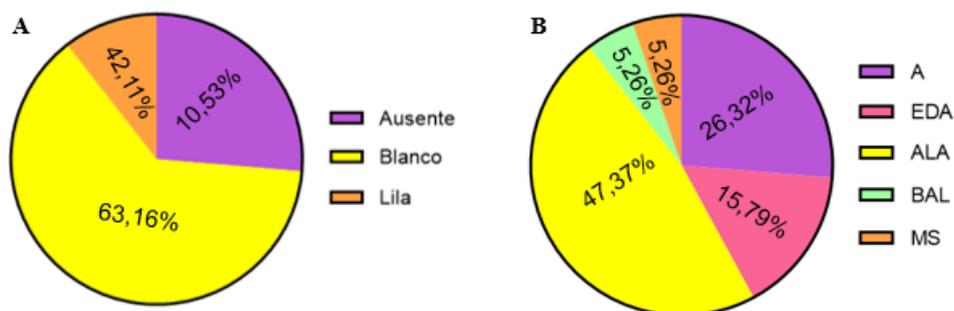


**Figura 8.** Características del pedicelo y el cáliz de la flor. **A.** Color del pedicelo (V=Verde; VAP= Verde con Articulación Pigmentada; LPAL= Ligeramente Pigmentada a lo Largo; PEA= Pigmentado Encima de la Articulación; PDA= Pigmentado Debajo de la Articulación; MPAV= Mayormente Pigmentado con Articulación Verde; TP= Totalmente pigmentado). **B.** Color del cáliz (V= Verde; MV= Mayormente Verde; VMMV= Verde con Muchas Manchas Verdes; PMM= Pigmentado Muchas Manchas Verdes; MP= Mayormente Pigmentado). **C.** Simetría del cáliz. **D.** Forma de los lóbulos del cáliz (CMC=Corto y con Mucrón Corto; CML= Corto y con Mucrón Largo; IMC= Intermedio y con Mucrón Corto; IML= Intermedio y con Mucrón Largo; LMC= Largo y con Mucrón Corto; LML= Largo y con Mucrón Largo).



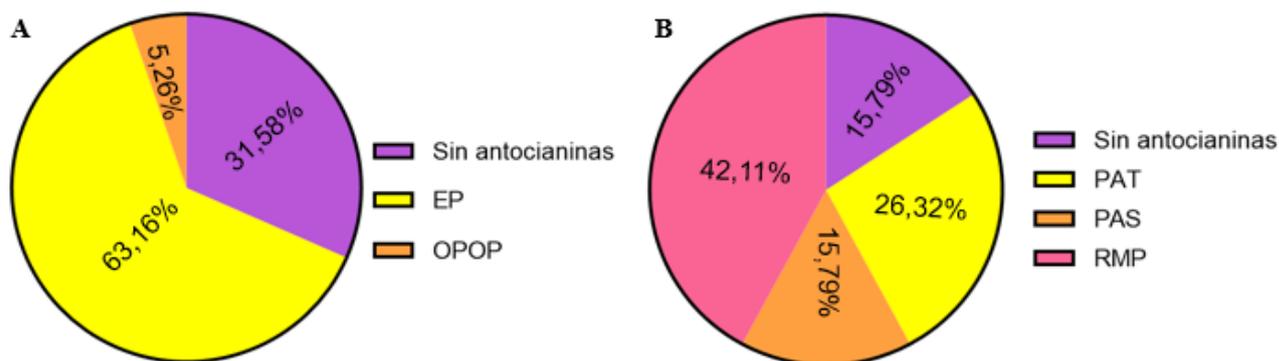
**Figura 9.** Características de la corola de la flor. **A.** Forma de la Corola. **B.** Color de la flor. **C.** Intensidad del color Predominante

La forma de la corola se representa en su mayoría por estrellada (figura 9A). El color de la flor se representó en mayor porcentaje por lila 2 (figura 9B). La intensidad del color predominante se presentó en mayor porcentaje por intermedio (figura 9C).



**Figura 10.** Color secundario de las flores. **A.** Color secundario de las flores. **B.** Distribución del color de la flor (A= Ausente, EDA= En el envés del acumen, ALA= En ambos lados del acumen, BAL= Bandas en ambos lados, MS= Manchas salpicadas).

El color secundario de la flor representado mayormente por blanco (figura 10A) La distribución del color secundario se presentó en ambos lados del acumen (figura 10B) en las muestras observadas.



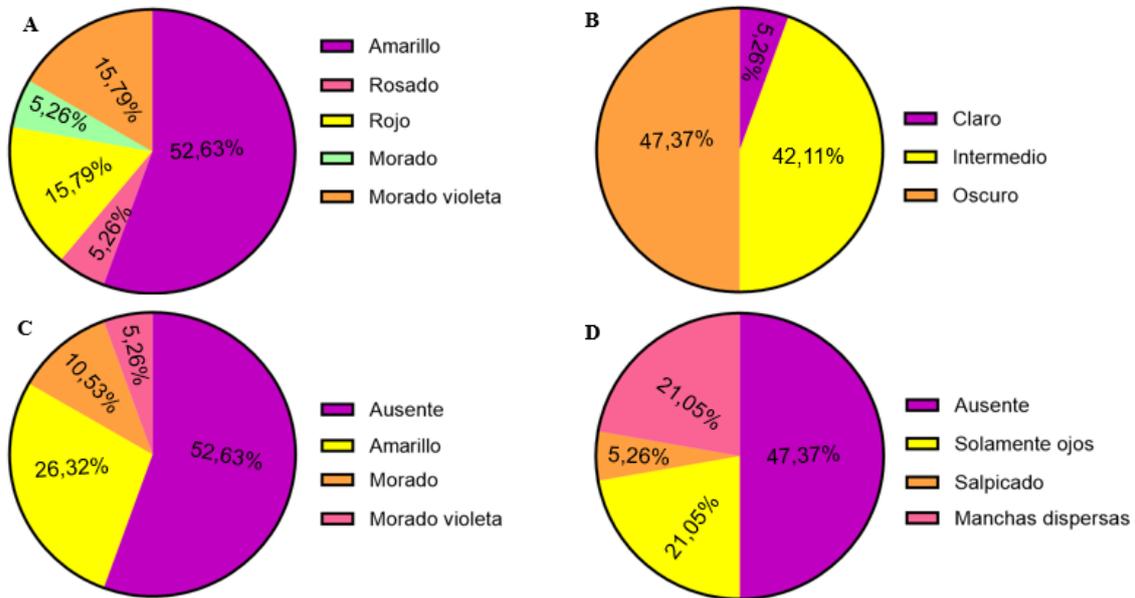
**Figura 11.** Pistilo y estigma de la flor. **A.** Pigmentación del pistilo (EP= Estigma Pigmentado; OPOP= Ovario y Pared del Ovario Pigmentados). **B.** Excursión del estigma.

En la pigmentación de las anteras presentaron antocianinas en rayas y manchas pigmentadas en su mayoría (figura 11A). En la pigmentación del pistilo con el estigma pigmentado fue el mayormente representado (figura 11B). En cuanto a la excursión del estigma , el que mayor presencia tuvo en las plantas observadas fue el de tipo moderadamente exerto (figura 11c).

### 6.3.1.5. Características de los tubérculos

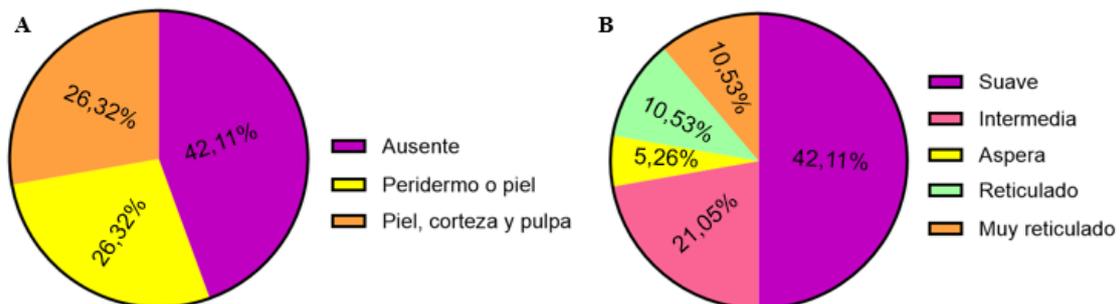
El color predominante de la piel del tubérculo presentó en su mayoría color amarillo (figura 12A). La intensidad del color predominante de la piel del tubérculo fue oscuro (figura 12B). En su mayoría no presentaron color secundario de la piel del

tubérculo (figura 12C). En su mayoría se encontraban distribuido el color secundario solamente en los ojos (figura 12D) (Anexo 3).



**Figura 12.** Características de los tubérculos **A.** Color predominante de la Piel del Tubérculo. **B.** Intensidad del Color Predominante de la Piel del Tubérculo. **C.** Color secundario del Color de Piel del Tubérculo. **D.** Distribución del Color Secundario de la Piel del Tubérculo

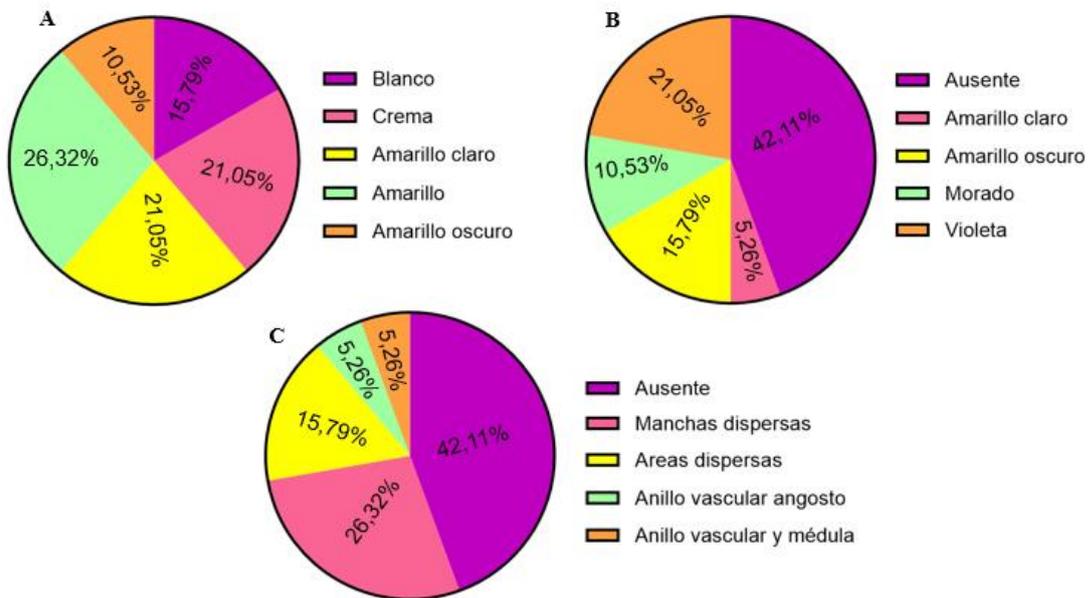
En su mayoría se presentó pigmentación de los tejidos del tubérculo (figura 13A). la mayoría de las muestras tuvieron una textura suave (figura 13B).



**Figura 13.** Pigmentación y textura del tubérculo. **A.** Pigmentación de los Tejidos del Tubérculo. **B.** Textura de la Piel del Tubérculo

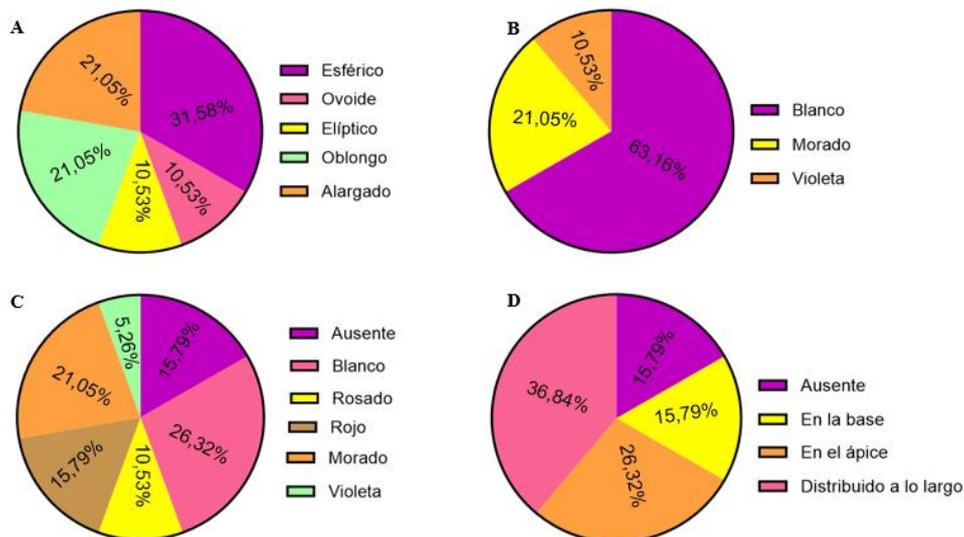
El color predominante del tubérculo fue amarillo (figura 14A), la mayoría no presento color secundario (figura 14B). En manchas dispersas se encontró en su

mayoría distribuido el color secundario en la carne del tubérculo (figura 14C) (Anexo 3).



**Figura 14.** Coloración de los tubérculos. **A.** Color Predominante de la Carne del Tubérculo. **B.** Color Secundario de la Carne del Tubérculo. **C.** Distribución del Color Secundario de la Carne del Tubérculo

La forma de los tubérculos se presentó en mayor porcentaje la forma esférica (figura 15A). El color predominante del brote es blanco (figura 15B), igual que en el color secundario (figura 15C), este color se encontró distribuido en la mayoría de muestras a lo largo del brote (figura 15D) (Anexo 3).



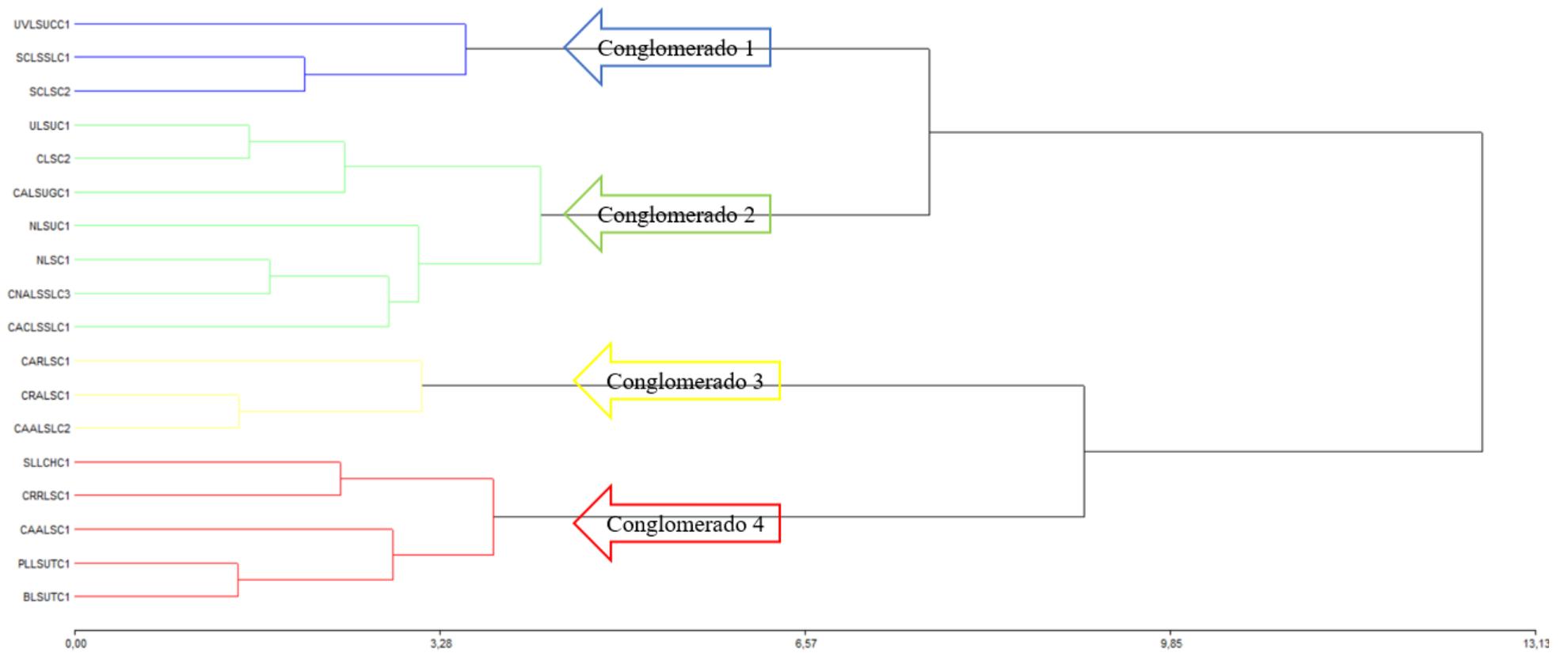
**Figura 15.** Formas del tubérculo y coloración de brotes. **A.** Formas Raras del Tubérculo. **B.** Color Predominante del Brote. **C.** Color Secundario del Brote. **D.** Distribución del Color Secundario del Brote.

### 6.3.2. Análisis de conglomerados para variables cuantitativas

En el dendograma se implementaron las variables cuyo C.V es mayor al 20%, debido a que un valor menor indica menor variabilidad entre especies. Por lo que se observa la unidad de medida y los coeficientes de variación resultantes de la caracterización donde se formaron 6 conglomerados con poblaciones que comparten o asemejan características morfológicas y/o agronómicas (figura 6).

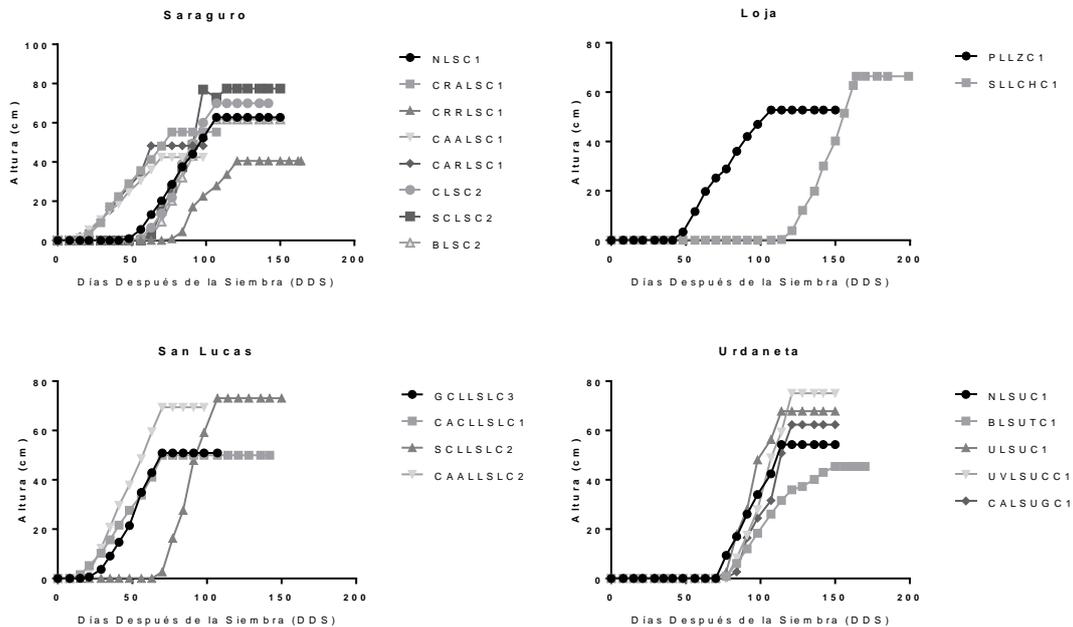
**Tabla 6.** Coeficiente variación de descriptores cuantitativos de la papa nativa.

<b>Variable</b>	<b>Unidad</b>	<b>Coefficiente de variación</b>
Altura de la planta a floración	Centímetros	23,7
Madurez el follaje	DDS	7,5
Numero de Pares de Foliolos Laterales Primarios		23,14
Numero de Pares de Interhojuelas sobre el Raquis Principal		44,06
Número de Pares de Foliolos Laterales Secundarios sobre los Peciolulos		84,54
Angulo de Divergencia entre la Hoja y el Tallo	Grados	0
Longitud del Pedúnculo	Centímetros	35,48
Ramificación de la Inflorescencia		52,7
Ubicación de la Articulación del Pedicelo	Centímetros	13,5
Tamaño de la Flor	Centímetros	13,28
Profundidad de los Ojos de los Tubérculos	Centímetros	0
Dormancia de los Tubérculos	DDS	33,88



**Figura 16.** Dendrograma CV > 20%

## 6.4. Dinámica de crecimiento de la planta



**Figura 17.** Dinámica de crecimiento de las poblaciones de papa según el lugar de colecta.

En la dinámica del crecimiento de las poblaciones de papa se mostraron valores diferentes, a los 70 DDS inició su crecimiento BLSUTC1 con 0,90 cm y UVLSUCC1 con 0,15 cm recolectadas en Urdaneta. Alcanzó un máximo crecimiento a los 173 DDS BLSUTC1 con 40,20 cm y UVLSUCC1 75,09 cm a los 112 DDS.

En las poblaciones recolectadas en la parroquia San Lucas la de mayor altura fue SCLLSLC1 con 73,12 cm a los 107 DDS, y CACLRLC1 con 49,98 cm 70 DDS. Y las recolectadas en Saraguro CRRLSC1 con 40,55 cm a los 121 DDS y SCLSC2 a los 114 DDS con 77,44 cm. Y PLLZC1 a los 107 DDS con 52,76 cm y SLLCHC1 con 66,46 a los 164 DDS muestras recolectadas en Loja.

## 6.5. Altura, Numero de plantas y número de tubérculos por planta.

Según los análisis realizados no existen diferencias significativas entre el número de plantas emergidas entre las poblaciones, sin embargo, para la altura de plantas se encontraron diferencias altamente significativas entre las poblaciones BLSUTC1 40,20 cm y SCLSC2 76,88 cm.

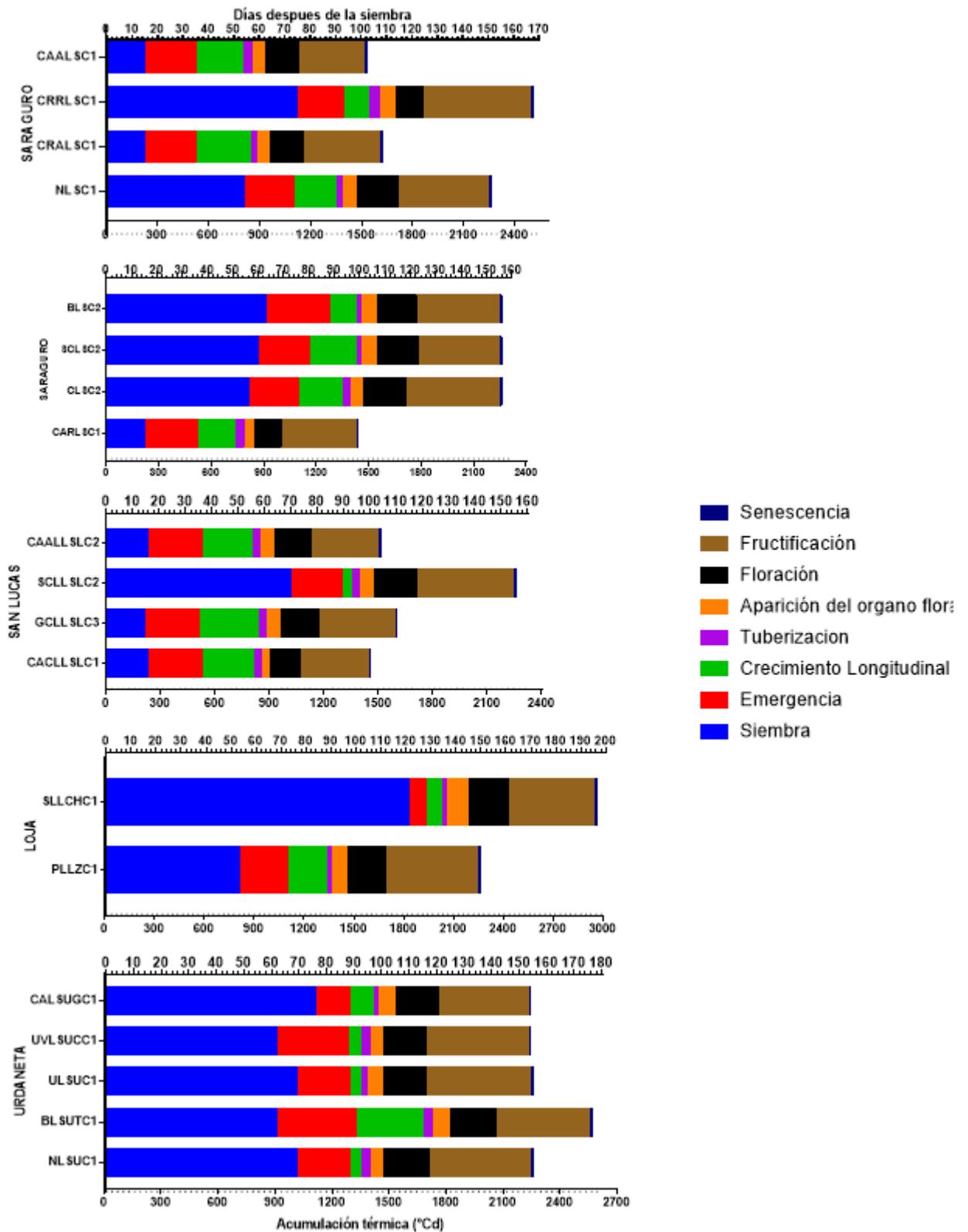
De igual manera en el número de tubérculos por planta se encontraron diferencias altamente significativas 2,53 tubérculos/planta para la población BLSC2 y 28,77 tubérculos/planta para ULSUC1.

**Tabla 7.** Tasa de crecimiento, número de plantas y número de tubérculos/planta

Población	Altura (cm)	Número de plantas totales	Tubérculos/planta
NLSC1	62,79 abcde	9,67	23,3 b
PLLZC1	52,76 cdefg	8,00	12,12 fg
SLLCHC1	66,44 abcde	6,33	4,9 i
CRALSC1	55,26 bcdefg	10,00	11,44 gh
CACLLSLC1	49,98 defg	8,33	11,41 gh
NLSUC1	54,28 bcdefg	9,67	22,71 b
BLSUTC1	40,20 g	5,00	16,51 c
ULSUC1	67,86 abcde	10,00	28,77 a
CRRLSC1	40,55 g	4,33	4,56 i
CAALSC1	42,46 fg	9,33	11,51gh
GCLLSLC3	50,87 efg	9,00	11,7 gh
CARLSC1	48,25 efg	8,33	15,8 c
CLSC2	69,95 abc	9,67	12,71 ef
SCLLSLC2	73,12 ab	7,00	13,74 d
CAALLSLC2	42,46 abcd	9,33	11,42 gh
SCLSC2	76,88 a	9,33	13,29 de
BLSC2	67,67 abcdef	7,33	2,53 j
UVLSUCC1	75,09 a	8,33	13,25 de
CALSUGC1	62,38 abcde	10,00	11,22 h
E. E	3,43	1,05	0,14
P	**	ns	**

\*Letras iguales en sentido vertical no expresan diferencia estadística significativa mediante prueba de Tukey (Alfa < 0,05). Los valores son medias de tres repeticiones; ns = no significativo; \* efecto significativo p<0,05; \*\* efecto significativo p<0,01.

## 6.6. Fenología



**Figura 18.** Duración del ciclo de cultivo de 19 poblaciones de papa en días después de la siembra (eje x superior) y acumulación térmica °Cd (eje x inferior).

Las condiciones climáticas fueron semejantes para las 19 poblaciones de papa, la temperatura más alta de 18,48 °C a los 15 DDS (días después de la siembra) (242,04 °Cd).

La emergencia/brotación tuvo lugar a los 14 días (223,56 °Cd) en CRALSC1, a los 56 DDS (811,64 °Cd) en NLSC1, PLLZC1 y CLSC2; y 124 DDS (1 830,2 °Cd) para SLLCHC1.

La floración tuvo lugar a los 58 DDS (839,70 °Cd) para CARLSC1; 68 DDS (1 466,65 °Cd) en NLSC1 y CLSC2; 101 DDS (1 453,10 °Cd) en PLLZC1; 149 DDS (2 183,42 °Cd) en SLLCHC1.

El ciclo del cultivo duró 99 DDS (1 439,96 °Cd) para CARLSC1; considerándose precoces. En poblaciones como NLSC1, PLLZC1 y CLSC2 el ciclo del cultivo duró 153 DDS (2 258,11 °Cd), considerándose tardías. Y SLLCHC1 con una duración de su ciclo de 199 días (2 959,56 °Cd) por lo que se considera una población muy tardía.

## 6.7. Rendimiento y peso de tubérculos

En cuanto al peso de tubérculos se encontraron diferencias altamente significativas entre BLSC2 0,2 kg y ULSUC1 11,97 kg, Por consiguiente, en la variable rendimiento se encontraron diferencias altamente significativas entre BLSC2 con 1,33 t/ha, y ULSUC1 con 26,33 t/ha .

**Tabla 8.** Medias del peso de tubérculos y rendimiento.

<b>Población</b>	<b>Peso de tubérculos Kg</b>	<b>Rendimiento t ha<sup>-1</sup></b>
NLSC1	4,67 b	10,33 c
PLLZC1	4,10 bc	11,00 c
SLLCHC1	1,53 de	4,33 de
CRALSC1	4,70 b	10,33 c
CACLLSLC1	1,53 de	3,33 de
NLSUC1	1,67 de	3,67 de
BLSUTC1	4,10 bc	14,67 b
ULSUC1	11,97 a	26,33 a
CRRLSC1	0,47 e	2,67 de
CAALSC1	1,53 de	3,67 de
GCLLSLC3	1,20 de	3,00 de
CARLSC1	1,37 de	3,33 de
CLSC2	2,67 bcd	6,00 d
SCLLSLC2	3,15 bcd	10,00 c
CAALLSLC2	1,97 cde	4,33 de
SCLSC2	2,20 cde	5,33 d
BLSC2	0,20 e	1,33 e
UVLSUCC1	4,40 b	11,67 bc
CALSUGC1	1,87 de	4,33 de
E. E	0,38	0,6
P	**	**

\*Letras iguales en sentido vertical no expresan diferencia estadística significativa mediante prueba de Tukey (Alfa < 0,05). Los valores son medias de tres repeticiones; ns = no significativo; \* efecto significativo p<0,05; \*\* efecto significativo p<0,01.

## 6.8. Susceptibilidad a plagas y enfermedades

En el análisis de varianza mediante el test de Tukey se encontró que no existen diferencias significativas entre las poblaciones con respecto a la incidencia de *Diabrotica* sp., mientras que con *Phytophthora* sp., se encontraron diferencias altamente significativas donde SLLCHC1, BLSUTC1, GCLLSLC3, SCLLSLC2, CAALSLC2, SCLSC2 y CALSUGC1 con un 50% todas fueron las poblaciones menos afectadas por esta enfermedad, mientras tanto NLSC1, PLLSUTC1, CRALSC1, CLSC2 y BLSC2 con un 100% fueron las poblaciones más afectados.

**Tabla 9.** Medias de la susceptibilidad a plagas (*Diabrotica* sp) y enfermedades (*Phytophthora* sp.).

<b>Población</b>	<b><i>Phytophthora</i> sp. (%)</b>	<b><i>Diabrotica</i> sp. (%)</b>
NLSC1	100,00 a	100
PLLZC1	100,00 a	100
SLLCHC1	50,00 b	100
CRALSC1	100,00 a	100
CACLLSLC1	66,67 b	100
NLSUC1	75,00 ab	100
BLSUTC1	50,00 b	100
ULSUC1	66,67 b	100
CRRLSC1	75,00 ab	100
CAALSC1	75,00 ab	100
GCLLSLC3	50,00 b	100
CARLSC1	66,67 b	100
CLSC2	100,00 a	100
SCLLSLC2	50,00 b	100
CAALLSLC2	50,00 b	100
SCLSC2	50,00 b	100
BLSC2	100,00 a	100
UVLSUCC1	75,00 ab	100
CALSUGC1	50,00 ab	100
E. E	4,8	100
P	***	Ns

\*Letras iguales en sentido vertical no expresan diferencia estadística significativa mediante prueba de Tukey (Alfa < 0,05). Los valores son medias de tres repeticiones; ns = no significativo; \* efecto significativo p<0,05; \*\* efecto significativo p<0,01; \*\*\* efecto significativo p<0,001: E. E = error estándar.

## 6.9. Antocianinas totales en piel de papa

Las antocianinas son aquellos pigmentos naturales responsables de la coloración rojo, morado, azul, violeta y rosado en flores, frutas, verduras y tubérculos, los cuales han ganado interés en los últimos años por su potencial uso como colorantes naturales en la industria alimentaria, cosmética y medicinal (CIP, 1985).

En la cuantificación total de antocianinas solo se consideraron 10 poblaciones también se encontraron diferencias altamente significativas entre NLSC1 con 5 304,94 mg/100g de piel y UVLSUCC1 con 300,06 mg/100g de piel.

**Tabla 10.** Medias la cantidad total de antocianinas de 10 poblaciones de papa nativa.

<b>Población</b>	<b>ANTOCIANINAS (mg/100g piel)</b>
NLSC1	5 304,94 a
CRALSC1	574,50 ef
NLSUC1	1635,46 c
ULSUC1	365,29 f
CRRLSC1	426,82 f
GCLLSLC3	2731,97 b
CLSC2	994,56 d
SCLLSLC2	958,27 d
SCLSC2	935,18 de
UVLSUCC1	300,06 f
E. E	75,36
P	***

\*Letras iguales en sentido vertical no expresan diferencia estadística significativa mediante prueba de Tukey (Alfa < 0,05). Los valores son medias de tres repeticiones; ns = no significativo; \* efecto significativo p<0,05; \*\* efecto significativo p<0,01; \*\*\* efecto significativo p<0,001; E. E= error estándar.

### 6.10. Correlación entre variables

Con este análisis se encontró una correlación positiva entre algunas de las variables (tabla 8) como es el caso del peso de los tubérculos y tubérculos/planta ( $r=0,71$ ; p. valor $<0,001$ ), también entre tubérculos/planta con el rendimiento ( $r=0,67$ ; p. valor $<0,001$ ), como entre peso de tubérculos con el rendimiento ( $r= 0,94$ ; p. valor $<0,01$ ), asimismo entre el daño causado por *Phytophthora* sp y *Diabrotica* sp. ( $r= 0,58$ ; p.valor $<0,001$ ) e incluso entre los tubérculos/planta y la cantidad de antocianinas totales ( $r=0,43$ ; p.valor $<0,05$ ).

**Tabla 11.** Correlación entre variables.

Variable	Fenología (DDS)	Altura (cm)	Tubérculos/planta	peso (kg)	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )	<i>Diabrotica</i> sp (%)	<i>Phytophthora</i> sp (%)	ANTOCIANINAS (mg/100g piel)
Fenología (DDS)	***	0,23	-0,05	0,13	0,23	-0,05	-0,24	0,04
Altura (cm)		***	0,11	0,25	0,17	-0,09	-0,03	0,08
Tubérculos/planta			***	0,71***	0,67***	0,02	0,20	0,43*
Peso (kg)				***	0,94**	0,08	0,13	0,1
Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )					***	0,03	0,02	0,05
<i>Diabrotica</i> sp (%)						***	0,58***	0,26
<i>Phytophthora</i> sp(%)							***	0,25
ANTOCIANINAS mg/100g piel								***

Los valores son la correlación entre las variables mediante la Prueba de Person y su significancia. \* efecto significativo p $<0,05$ ; \*\* efecto significativo p $<0,01$ ; \*\*\* efecto significativo p $<0,001$ .

## 7. Discusión

Las muestras poblacionales se recolectaron en un rango de 2 398 y 2 724 msnm, por lo cual Navas et al. (2012) indica que, para la región interandina con influencia de la línea ecuatorial, el cultivo de papa criolla se presenta en un rango de adaptación desde 1 800 hasta 3 200 msnm, pero para una óptima producción entre los 2 300 y 2 800 msnm.

En un estudio realizado en Mérida, Venezuela en 34 variedades de papas nativas se encontró que el 76,47 % de las variedades tuvieron un hábito de crecimiento erecto, y 2,94 % semiarrosetado (González et al., 2014). Según Huamán (2010) 57% un hábito decumbente. En este estudio las poblaciones de papa muestran 42,11 % un hábito erecto, 36,84 % semi - erecto y 21,05% decumbente. El grado de floración en su mayoría moderado representado por el 55,88 % y profuso por 8,82 % (González et al., 2014). Y en las poblaciones de este estudio 47,97 % una floración moderada, 26,32 % profusa, 21,05 % escasa y 5,26 % botos que se caen. Según, INIAP (2010) menciona que la producción de flores varía dependiendo del medio ambiente y el genotipo.

En cuanto a la distribución del color del tallo 38,23 % verde con pocas manchas y 2,94 % pigmentado con abundante verde (González et al., 2014), en comparación con este estudio donde el 31,58 % con una coloración mayormente verde y 5,26 % morada y pigmentado con muchas manchas verdes.

En el color secundario de la flor el 55,88 % no tenían color secundario y 29,04 % lila oscuro y dorado. La distribución de este color en 35,29% se encontró solo en el acumen y 2,94 % en bandas en ambas caras (González et al., 2014). Este estudio presento 63,16 % por blanco y 10,53 % por lila. La distribución del color secundario 47,37 % se presentó en ambos lados del acumen y con 5,26 % en bandas en ambos lados y manchas salpicadas

Según INIAP (2010) en un estudio realizado en papas nativas comprendió entre redonda y oblonga con 30 y 46 % respectivamente en localidades de Cotopaxi, Loja y Tungurahua, mientras que otro estudio el 55,88 % de los tubérculos presentaron una forma comprimida y 2,94 % ovalado y oblongo (González et al., 2014). Y según Castillo et al., (2007) con un 10 % fue redonda, 9 % fusiforme, 8% oblongo -. Alargada. En comparación con este estudio el 31,6 % de los tubérculos presentaron forma esférica y 10,5 % se presentaron la forma ovoide y elíptica

El color de la piel comprendido entre blanco, crema y negro, pero un mayor porcentaje en blanco y negro con 18 y 23% respectivamente en las localidades de Loja y Cotopaxi (INIAP, 2010). Mientras que, en otra investigación el color primario del tubérculo fue amarillo intermedio con 32,35 % y 2,94 % por morado intermedio, rojo morado claro o pálido, rojo, rosado intenso, rosado pálido, morado y crema pálido (González et al., 2014) y en otro estudio el 72 % representadas por el color amarillo, 17 % violeta y 11% carmelita (Castillo et al., 2007) .

En el 50% de las muestras evaluadas no se encontró color secundario en el tubérculo y 2,94 % blanco crema, rosado pálido, negruzco, rosa intenso, crema pálida y rosado intenso. La distribución de este color en 23,52 % se encontró como anteojos y en áreas irregulares 2,94 % (González et al., 2014). Y en otro estudio 40% blanco, 23% crema, 7% blanco y crema y 3% violeta (Monteros et al, 2009) En el presente el 52,6 % no presento color secundario de la piel del tubérculo y 5,3 % un morado violeta. En el 5,3 % se encontraba pigmentado en áreas alrededor de los ojos (salpicado) y en un 21,1 % solamente en los ojos.

Según INIAP (2010) comprendió entre crema con 60% en variedades de Cotopaxi y Tungurahua y para Loja del 45%.y en otro estudio en 38,25 representado por blanco y, 2,94 % por crema blanco (González et al., 2014). Mientras tanto en el presente estudio se encontró que el 52,6 % presenta un color amarillo y con un 5,3 % rosado y morado.

Para el color secundario en 82,35 % ausente y 5,88 % en morado, violeta y morado intenso; y, la distribución de este 5,88 % en estrella y 11,76 % en áreas dispersas (González et al., 2014). En esta investigación 42,1 % no presentó color secundario en cuanto a la carne del tubérculo y mientras que un 5,3 % correspondió a un color amarillo claro. En manchas dispersas 26,3 %, en un anillo vascular angosto y en un anillo y en la medula con 5,3 % se encontraron distribuido el color secundario en la carne del tubérculo.

En un estudio realizado en 19 variedades de papa nativa se logró identificar siete grupos en donde el grupo II se conforma en su mayoría por las denominadas “chauchas” debido a su alta similitud de caracteres tanto de tubérculos como de plantas (Rosero et al., 2020). En el presente estudio la mayoría de chauchas se concentraron en el conglomerado 2 por su similitud tanto en la altura de la planta a floración, madurez del

follaje, número de pares de foliolos laterales primarios, el número de pares de foliolos laterales secundarios sobre los peciolulo y tamaño de la flor.

Se encontraron diferencias altamente significativas entre las poblaciones con respecto a la altura de las plantas con una diferencia de 36,08 cm entre BLSUTC1 y UVLSUCC1 como es el caso de un estudio realizado también con material nativo se hallaron diferencias altamente significativas con alturas de 125 cm de diferencia Seminario et al. (2017); y. (Dale et al., 2013) 21 cm entre las poblaciones.

En el número de tubérculos por planta se encontraron diferencias altamente significativas entre BLSC2 y ULSUC1 con 26,24 tubérculos/planta. Según Monteros et al. (2010) para la variedad uva el número de tubérculos por planta entre 18-48 por lo que los resultados obtenidos en este estudio se acercan a estos valores. Para el caso de la papa bolona es de 20.

Según Gómez (2014) encontró diferencias altamente significativas en el número total de tubérculos que vario de 9 a 35 tubérculos. Mientras que, según Arias et al., (1996) 90 y 120 tubérculos/m<sup>2</sup>; también Seminario et al. (2017) en 10 cultivares encontraron entre 28 y 67 tubérculos/m<sup>2</sup>; y, (Días et al., 2020) entre 4,3 y 8,3 tubérculos/planta. En comparación con esta investigación donde se obtuvo una diferencia de 26,24 número de tubérculos/planta entre BLSC2 y ULSUC1.

Según Reinoso et al. (2010) el ciclo del cultivo de las siguientes papas nativas es de: chauchas rojas o coloradas de 140 días y uvilla 200 días, Chaucha negra o coneja negra de 190 días. En las chauchas amarillas y supercholas es de 150 a 150 días (INIA, 2009). La bolona, uva y carriza de 150 a 179 días, las negras y chauchas rojas 120 a 149 días Monteros et al. (2011).

El ciclo del cultivo de las poblaciones aquí estudiadas, duro 99 DDS para chaucha amarilla redonda, 100 DDS para chaucha amarilla criolla, 104 DDS para chaucha amarilla alargada, 111 DDS para chaucha negra alargada y chaucha roja alargada; considerándose poblaciones precoces. En poblaciones como negras, carrizas, super cholas, bolona, uvilla y uva el ciclo del cultivo duro 153 DDS, mientras tanto chaucha roja redonda culmino su ciclo a los 169 DDS considerándose poblaciones tardías.

En el caso del rendimiento se encontraron diferencias altamente significativas entre BLSC2 y ULSUC1 de 25 t/ha. Donde según Seminario et al. (2017) el rendimiento de papa uva y bolona en el Ecuador es de 25 t/ha por lo tanto la papa uva se encuentra con valores cercanos a los normales, mientras que la bolona presenta valores por debajo del rango normal.

En estudios realizados en cultivares nativos se también se encontraron diferencias altamente significativas en el rendimiento, se comportaron de forma diferente con la variable antes expuesta con valores entre 13,6 y 27,4 t/ha (Seminario et al., 2017). Se manifiesta que estas diferencias se pueden llegar a presentar por la condición genética de cada material evaluado, pues a pesar de recibir el mismo manejo agronómico no se comportan igual por ser diferentes especies con rendimientos entre 10 y 38 t/ha (González et al., 2014), mientras que los resultados del rendimiento en el presente trabajo fueron de 1,33 y 26,33 t/ha.

Para el peso de los tubérculos se encontraron diferencias altamente significativas siendo con una diferencia de valores de 11,95 kg. En un estudio realizado con material genético se obtuvieron pesos entre 68,3 y 987,3 g (Seminario et al., 2017), en otra investigación este valor osciló entre 0,13 y 1,14 kg m<sup>-2</sup> (Escallón et al., 2005).

Los resultados obtenidos en la susceptibilidad a plagas y enfermedades muestran que no se encontraron diferencias significativas entre las poblaciones de papa con el daño provocado por *Diabrotica* sp. La lancha ha sido una de las enfermedades que más ha afectado al cultivo de papa y las condiciones agroecológicas de la sierra ecuatoriana en general son las adecuadas para el desarrollo de esta enfermedad donde la mayoría de las especies nativas se han vuelto altamente susceptibles a este patógeno (Andrade et al., 1999). Dentro de la susceptibilidad a plagas y enfermedades se considera una variedad inmune a aquella que no se enferma pues no hay especies del patógeno que la afecten (Hidalgo et al., 2006) dentro de este estudio ningún genotipo estuvo libre del ataque de esta enfermedad.

En un estudio realizado por (Monteros et al., 2021), la severidad en papa semibolona, blanca y super chola es entre 50 – 70% de tal manera que los resultados obtenidos se encuentran, dentro de los rangos. Y, la papa carriza y negra también fueron de las más afectadas con 75 a 100% que también coinciden con los datos aquí obtenidos.

En la cuantificación total de antocianinas obtenidas de esta investigación se encontraron diferencias altamente significativas con diferencia de valores de 5 004,88 mg/100g de piel entre NLSC1 y UVLSUCC1, según Yin et al. (2015) quien realizó estudios en la cascará, la pulpa y el tubérculo entero de cultivares de papas pigmentadas, en la cascará encontró de 59,67 a 29,57 mg/100g de piel con diferencias altamente significativas entre cultivares.

En este mismo estudio se realizó una identificación de antocianinas presentes en papas moradas y rojas donde se encontraron en las de coloración morada la presencia principalmente de la petudina (96,97%) y en las rojas la presencia de la pelargonidina (97,48%) información confirmada por otros autores como Rodríguez et al. (1998) quienes trabajaron en papas rojas, y, Lachman et al. (2009) en papas moradas. Las muestras extraídas de coloración morada deben observarse a 520nm y rojos a 510nm (Ayvaz et al., 2015) En otras investigaciones (Brown et al., 2007) se obtuvieron de a 23 mg de cianidina/ 100g de peso fresco del tubérculo. Y, (Lacman et al., 2009) en los cultivares que analizo los valores variaron entre 0,7 y 74,3/100g de piel.

Se encontró una correlación alta positiva entre algunas de las variables como es el caso del peso de los tubérculos y número de tubérculos/planta ( $r= 0,71$ ), Rojas et al. (2014) encontró una alta correlación entre estas variables ( $r=0,75$ ). Mientras tanto Seminario et al., (2021) no encontró correlación entre estas dos variables explicando que esto se produce porque el cultivo dio abundantes tubérculos, pero pequeños con menos de 2cm de diámetro y 5g de peso, y menos del 30% del total de cosecha con diámetros y pesos superiores.

También entre número tubérculos/planta con el rendimiento ( $r=0,67$ ) indicando que el 67% del rendimiento se explica por el número de tubérculos, como entre peso de tubérculos con el rendimiento ( $r= 0,94$ ) donde el 94% del rendimiento se explica por el peso de los tubérculos, Rojas et al. (2014) indicó que por cada unidad de incremento del número de tubérculos totales el rendimiento incrementaba 14,3 unidades, y por lo tanto el 56,5 % del rendimiento se explicaba por esta variable.

La presente investigación es uno de los primeros trabajos realizados en caracterización morfoagronómica de papa nativa en la Universidad Nacional de Loja, lo cual es de relevancia para conservar especies de la zona interandina de nuestra provincia, con gran potencial para industria alimentaria, cosmética y medicinal, pero poco cultivadas, sin embargo en los resultados obtenidos, se muestran variedades con

número de tubérculos y rendimientos altos, resultados alentadores para futuros trabajos de investigación, en procura de una adecuada selección la producción de los mismos. Además de brindar variabilidad en los mercados con poblaciones de diferentes colores y texturas que brinden beneficios a la salud de la población.

## 8. Conclusiones

- Las 19 poblaciones de papa recolectas, caracterizadas morfológicamente y conservadas hasta la actualidad en el banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Loja. Las poblaciones de papa recolectadas presentan diferencias morfológicas, en especial en las formas raras del tubérculo desde ovoide, oblonga y esférica y para el color de tubérculos entre amarillas, moradas y rojas, color de la corola entre blancas y diferentes tonalidades de morado y lila y forma de la corola.
- En el desempeño agronómico de las distintas poblaciones de papa, la papa uvilla alcanzo la mayor altura, mientras que, en rendimiento, número de tubérculos/planta y peso de tubérculos se destacó la papa uva. Y en las antocianinas totales la papa negra.
- Las plantas de papa denominada chaucha, presentan un ciclo fenológico reducido, por lo que se consideran de tipo precoz, mientras que semibolona podría considerarse como muy tardía. En cuanto a la susceptibilidad de plagas y enfermedades todas las poblaciones se vieron afectadas en su totalidad por *Diabrotica* sp. mientras que con *Phytophthora* sp., negra, papa lojana, chaucha roja alargada, carriza y bolona fueron las poblaciones más afectadas.

## **9. Recomendaciones**

- Realizar estudios posteriores sobre temas relacionados a las antocianinas en carne y tubérculo de papa nativa, para ampliar la información sobre este tema importante en la alimentación humana.
- Efectuar estudios sobre densidades de siembra y fertilización en cultivos de papa nativa para obtención de rendimientos óptimos e incluirlos dentro del mercado nacional e internacional.

## 10. Bibliografía

- Alvani, K. (2011). Physico-chemical properties of potato starches. *Food Chem*, 958-965.
- Alvaro Monteros, R. D. (2021). Late blight resistance of Ecuadorian potato landraces: fiel evaluation and farmer´s perception. *Depósito legal*, 505-524.
- Andrade et al. (2009). *Inventario de Tecnologías e información para el cultivo de papa en Ecuador*. Obtenido de Bolona: <https://cipotato.org/papaenecuador/2017/10/12/34-bolona/#:~:text=Zona%20recomendada%3A%20zona%20sur%20de,3%20200%20m%20de%20altitud>.
- Arias et al. (1996). Evaluación del rendimiento en papa criolla (*Solanum phureja*) variedad "Yema de huevo", bajo difrentess densidades de siembra en la Sabana de Bogotá. *Agronomía Colombiana*, 152-161.
- Ayvaz et al. (2015). Caracterización y Cuantificación d Antocianinas y Otros Fenólicos en Papas Naativas Andinas. *Agricultura and Food Chemistry*, 4408-4416.
- Banse, J. (1980). tÉCNICAS DE ALMACENAMIENTO DE PAPAS. *INIAP*, 1-24.
- Brown et al. (2007). Anthocyanin, Carotenoid Content, and Antioxidant Values in Native South American Potato Cultivars. *HortScience*, 1733-1736.
- Calderón, e. a. (2009). Criopreservación de yemas de microtubérculos de papa *Solanum tuberosum* ssp. andigena. *Genética vegetal y biodiversidad*, 37-44.
- Carrera, J. (13 de Diciembre de 2018). *Allpa*. Obtenido de La Papa: <https://www.allpa.org/la-papa/>
- Castila, Y. (2012). CONSERVACIÓN DE RECURSOS FITOGENÉTICOS DE CAFETO (*Coffea* spp.) POR MÉTODOS BIOTECNOLÓGICOS: UNA ALTERNATIVA PARA SU PRESERVACIÓN. . *Cultivos Tropicales*, 29-39.
- Castillo et al. (2007). CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONÓMICA DEL GERMOPLASMA CUBANO DE PAPA (*Solanum* ssp). EVALUACIÓN DE LAS ESPECIES SILVESTRES. PARTE I. *Cultivos Tropicales*, 63-68.
- Cerna, M. (2014). COLECCIÓN DE GERMOPLASMA DE ESPECIES DE LA FAMILIA Orchidae DEL CANTÓN SANTIAGO DE MÉNDEZ- MORONA SANTIAGO, ECUADOR. *La Granja*, 5-19.
- Chauana et al. (2011). Mejoramiento de capacidades técnico productivas para la competitividad de los cultivos andinos de papa nativa, haba y cañihua en la región de puno. *Cultivos Andinos*, 21-28.
- CIP. (1985). Cuantificación de Antocianinas y otros fenolicos en Papas Nativas Andinas. *Departamento de Cienbcia y Tecnología de Alimentos*.
- CIP. (2006). *Catálogo de variedades de papa nativa de Huancavelica - Perú*. Lima: Metrocolor.

- CIP. (2018). Banco de Germoplasma del CIP el futuro de la papa y el camote. 1-2.
- Crisci, C. (2010). *Almacenamiento de papas*. Montevideo: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Cuarán F, et al., (2011). Mapa de Caracterización Agronómica y Creación de dos bancos de Germoplasma de los seis granos Andinos necesarios para la Elaboración de la tradicional harina uchujcu. Cayamabe, Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito.
- Dale et al. (2013). Effects of genotype , evironment, and beans provide most nutrients per penny. *Todd*, 327.
- Devaux, J. A. (2012). Agricultura, seguridad y nutrición en los Andes: Potencialidades aportes de a innovación en papa. ALAP ENB, 1-7.
- Días et al. (2020). Aplicación del diseño Mamá - Bebé en la selección de cultivares foráneos de papa (*Solanumj tuberosum L.*) en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 1-16.
- Emanuelli, M. S. (2010). Monocultivos: En la Frontera de los Derechos Humanos. Córdoba, Argentina: FIAN.
- Escallón et al. (2005). Evaluación del potencial d rendimiento y de la resistencia de *Phytophthora infestans* (Mont. de Bary) en la coleccion de papas redondas de la especie *Solanum phureja* (Juz. et Buk.). *Agronompia Colombiana*, 35-41.
- FAO. (2008). *FAO*. Obtenido de Estado de lops Recursos Fitognetivos en el Mundo: <http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/IYP-4es.pdf>
- FAOSTAT. (2014). Obtenido de Obtenido de <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
- Fernández, R. (2020). Antocianinas en *Solanum tuberosum*: Una revisión. *AgroSur*, 1-8.
- Florido M, et al., (2010). Análisis de la Diversidad Genética en tomate (*Solanum L. Sección Lycopersicon Subsección Lycopersicon*) utilizando AFLP. La Habana, Cuba. *Cultivos Tropicales*
- Forbes, E. R. (1997). Population genetic structire of *Phytophthora infestans* in Ecuador. *Phytopathology*, 375-380.
- Giusti MM, Wrosltad RE. (2001). Characterization and measurements of anthocyanins by UV-VIS spectroscopy. In *Current protocols in Food Analitical Chemistry* (pp 13), New YorK: John Wiley & Sons, Inc. (Unit F1.2.1-F1.2.13).
- Gomez, R. (2014). Guía para las Caracterizaciones Morfológicas Básicas de Colecciones de Papas Nativas. *ResearchGate*, 1-27.
- Gonzáles et al. (2014). Caracterización morfoagronómica de variedades de papas nativas y de uso loocal coletadas en el estado de Mérida, Venezuela. *Agronomía Tropical*, 237-252.
- González et al. (2014). Morpho-agronomic characterization of native and local potato varities collected in Mérida state, Venezuela. *INIA-CENIAP*, 237-252.

- Haan, D. (2021). Community-based Conservation of crop Genetic Resources. *Plant Genetic Resources*, 229-250.
- Hanson, J. (2015). Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma. *Biodiversity International*, 1-15.
- Hidalgo, O. F. (2006). Agresividad y adaptabilidad en la progenie de *Phytophthora infestans*. *Swiss Federal Institute of Technology*, 224-4697.
- Huamán et al. (2010). Descriptores de la papa para la caracterización básica de colecciones nacionales. *Centro Internacional de la Papa*, 1-10.
- Hugo Andrade, X. C. (1999). Mejoramiento en Ecuador: desafiando el incremento de la patogenicidad de *Phytophthora infestans*. *INIAP*, 12-15.
- INAMI. (2017). Obtenido de Armario Meteorológico: [http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum\\_institucion/anuarios/meteorologicos/Am\\_2013.pdf](http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf)
- INIA. (2009). *Principales variedades de papa nativa en Cajamarca*. Cajamarca: Ministerio de Agricultura.
- INIAP. (2010). Ppas Nativas: Un tesoro por explorar. *INIAP*, 1-9.
- INIAP. (08 de marzo de 2018). *Agroscopio.com*. Obtenido de Papa Super Chola: <https://agroscopio.com/producto/papa-superchola/>
- INIAP. (01 de febrero de 2018). *Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos*. Obtenido de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos/recursos-geneticos>
- Inostroza, J. (2010). BOTÁNICA Y MORFOLOGÍA DE LA PAPA. *INIA*.
- Juan Seminario, A. S. (2017). Rendimiento de cosecha de diecisiete cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja. *Scientia Agropecuaria*, 181-191.
- Lachman et al. (2009). Diferencias entre cultivares de antocianinas totales y antocianidinas en papas moradas y su relación con la actividad antioxidante. *Food Chem*, 836-843.
- Lacman et al. (2009). Cultivar differences of total anthocyanidins in red and purple-fleshed potatoes and their relation to antioxidant activity. *Food Chemistry*, 836-843.
- Madroñero, I. (2013). Caracterización genotipos promisorios de papa orfoagronómica de papa criolla (*Solanum tuberosum* L. Grupo Andegenum) en Nariño. *Temas Agrarios*, 17.
- Malaver, M. (2001). Conservación de la semilla de papa utilizando productos naturales en Chanta Alta, Cajamarca, Perú. *INIA*, 1-12.
- Maldonado, K. (2015). La papa nativa. Valor nutricional. Chasqui, 2.

- Martínez, I. (2016). Conservación de Recursos Fitogenéticos. *INIA*, 1-28.
- Mendoza, V. (2005). Crioconservación de tubérculos andinos papa amarga (*Solanum, jupsepczujii* buk) y oca (*Oxalis tuberosa* mol). *Dianet*, 12.
- Ministerio de Agricultura, (2010). Estrategia en los Recursos Fitogenéticos para los países del Cono Sur. Montevideo, Uruguay: PROCISUR.
- Monteros et al. (2009). Conservación y revalorización de papas nativas con pequeños productores de la provincia de Bolívar, Ecuador. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 78-85.
- Monteros, F. Y. (2010). *Cultivares de Papas Nativas, Sierra Centro Norte del Ecuador. Etnobotánico, morfológico, agronómico y calidad*. Quito: INIAP.
- Monteros et al. (2011). *Inventario de Tecnologías e Información para el cultivo de papa en Ecuador*. Quito: Iniap.
- Moreno C. (2018). El sector hortofrutícola de Ecuador: Principales características socio-productivas de la red agroalimentaria de la uvilla (*Physalis peruviana*). Ambato Ecuador. Ciencia y Agricultura.
- Navas et al. (2012). *Criterios para la evaluación y producción de PAPA CRIOLLA* . Antioquia: CORPOICA.
- Ovchinnikova, L. (2011). Taxonomy of cultivated potatoes (*Solanum* section *Petota* Solanaceae). *Rev Bot J Linn*, 107-155.
- Peralta, J. (2012). Productos que nacen en Loja. La Hora.
- Pérez, D. (2010). VARIABILIDAD GENÉTICA, DIVERSIDAD FENOTÍPICA E IDENTIFICACIÓN DE GENOTIPOS SOBRESALIENTES DE PAPA. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1-14.
- Perez, F. (2008). Manual Técnico. El Tizon Tardío de la papa . *Centro Internacional de la papa (CIP)*, 227.
- Pino, M. (2014). El desafío de lograr variedades de papa y trigo tolerantes al cambio climático. *TierrAdentro*, 1-9.
- Quisphe, J. (2017). DEESCRIPCIÓN BOTÁNICA Y TAXONÓMICA DE LA PAPA. *INIA*, 1-4.
- Racines et al. (2021). Manual de cultivo de papa para pequeños productores. *INIAP*, 1-119.
- Reionso et al. (2010). *PAPAS NATIVAS RESCASTANDO NUESTRA BIODIVERSIDAD*. Quito: INIAP- Santa Catalina.
- Rizo, D. (2015). Producción de papa con Buenas Prácticas Agrícolas. *Riolto*, 1-65.
- Rodríguez et al. (1998). Composición del pigmento de antocianina de papas rojas. *Diario de Ciencias de la Alimentación*, 458-465.

- Rodríguez, L. (2010). Ecofisiología del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) . *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 1-12.
- Rojas et al. (2014). Productivity of ten promising chauch potato cultivars (*Solanum tuberosum*, Phureja group) in the Cajamarca region. *Scientia Agropecuaria*, 165-175.
- Román, M. (2002). Guía Técnica. CULTIVO DE PAPA. *Genia*, 7.
- Romero, A. (2017). Evaluación fisiológica del estrés en papa utilizando información espectral. *Ciencia Vegetal*, 1608.
- Rosero et al. (2020). Diversidad fenotípica de papas nativas en las comunidades indígenas de la etnia de los Pastos (Nariño, Colombia): Agricultura ecológica para la seguridad alimentaria y el desarrollo rural. *Revista peruana de Biología*, 509-216.
- Salomón J. et al., (2013). Evaluación de una muestra representativa del Germoplasma Cubano de Papa (*Solanum tuberosum* L.) para Calidad del Tubérculo. Ministerio de Educación Superior. Cuba. INCA.
- Sánchez et al. (2015). Cálculo del rendimiento en los cultivos andinos. *Cultivos Tropicales*, 125-136.
- Sánchez, M. (2017). Estudio de la variabilidad genética en accesiones de papa (*Solanum tuberosum* L.), mediante marcadores SSRs. . *Ciencia y Agricultura* , 67-76.
- Sczcepaniec et al. (2019). Incidence of resistance to neonicotinoid insecticides in *Bactericera cockerelli* across . *Crop Protection*, 188-195.
- Seminario et al. (2021). Productividad de quince cultivares tradicionales de papa Phureja en ocho ambientes distintos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 949-960.
- SENASA. (18 de 08 de 2015). *Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA)*. Obtenido de Metodología de Evaluación de Plagas Agrícolas: [https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu\\_public/migl/metas/taller\\_SENASA\\_PI\\_meta36\\_3.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_public/migl/metas/taller_SENASA_PI_meta36_3.pdf)
- Seminario et al. (2017). Harvest performance of seventeen potato cultivars (*Solanum tuberosum* L.) from the Phureja group. *Scientia Agropecuaria*.
- Tiban, L. (2012). Caracterización Morfológica de Diez Entradas de Papas Nativas (*Solanum* sp) del INIAP en el Banco de Germoplasma del Jardín Botánico Atocha La Liria. *UTA*, 214-255.
- Tinjacá et al. (2015). *Catálogo de papas nativas de Nariño, Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional de Bogotá.
- Troxler, S. (2015). Papa Blanca. *Food and Drug Protection Division*, 1-4.
- Varela et al. (2011). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. *INTA*, 1-10.

Vignola et al. (2017). PRÁCTICAS EFECTIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE IMPACTOS POR EVENTOS CLIMATICOS EN EL CULTIVO DE PAPA. *CATIE*, 1-78.

Yin et al. (2015). A Comparative Study on Total Anthocyanin Content, Composition of Anthocyanidin, Total Phnolic Content and Antioxidant Activity of Pigmented Potato Peel and Flesh . *Food Science and Teccnology Research*, 219-226.

## 11. Anexos

### 11.1. Anexo 1. Fotografías



**Figura 19.** Recolección de muestras



**Figura 20.** Almacenamiento de muestras



**Figura 21.** Preparación del suelo



**Figura 22. Siembra**



**Figura 23. Cultivo establecido**



**Figura 24. Toma de datos**



**Figura 25. Riego**



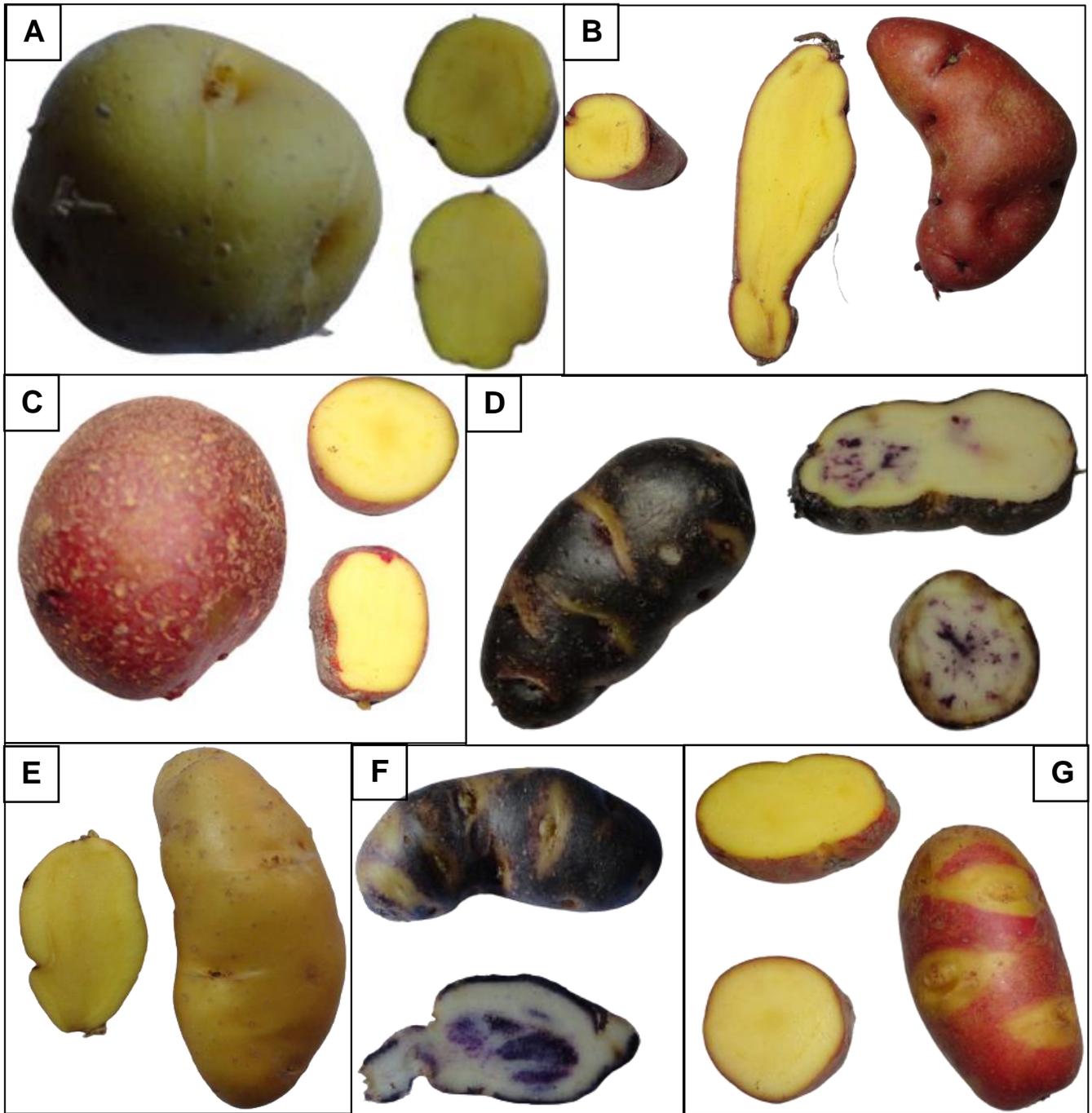
**Figura 26. Germinación de semilla**

## 11.2. Anexo 2. Ficha de Colecta

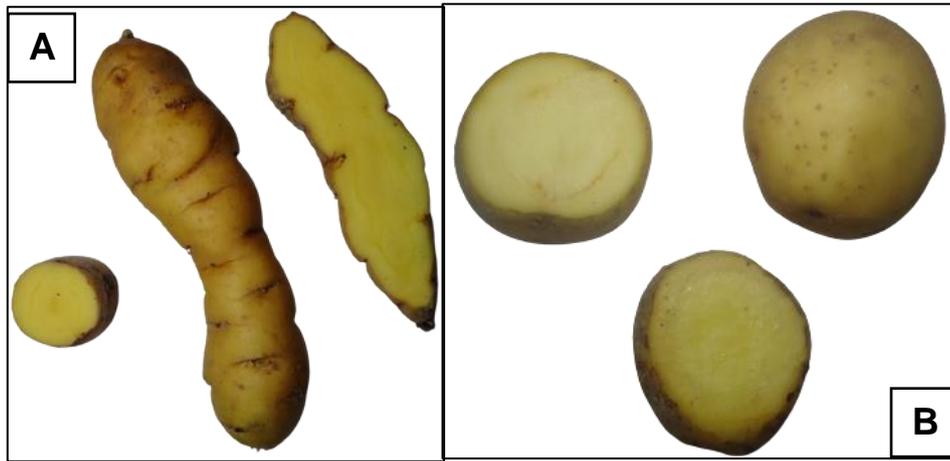
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		FORMATO COLECTA DE GERMOPLASMA			
Accesión	03				
Instituto Colector:	UNL	Colector(es)	W. GARCÍA GARCÍA	Fecha	17/01/2014
Genero:	00000000	Especie	00000000	spp	
Nombre local:	00000000	Grupo Etnico	00000000	Variedad	00000000
Pais:	00000000	Provincia	00000000	Cantón	00000000
Localidad		Nombre del predio		Propietario	
Localización del sitio (Km) - Norte/Sur		Desde		Hasta	
Latitud		Longitud		Altitud	
Estado del Germoplasma	0) se desconoce    1) silvestre    2) maleza    3) material de mejoramiento    4) cultivar nativo 5) cultivar mejorado    6) material del agricultor    7) variedades obsoletas    8) otros				
Fuente de Colección	1) Habitat silvestre    2) Campo cultivado    3) Mercado    4) Instituto de Investigac.    5) otro 1.1 Bosque/arboleda    2.1 finca    3.1 ciudad    4.1 línea de mejoramiento 1.2 matorral    2.2 huerto    3.2 pueblo    4.2 material avanzado 1.3 pastizal    2.3 jardín    sistemas de compra    4.3 variedad obsoleta 1.4 desierto/lundra    2.4 barbecho 2.5 pastura				
Tiempo de muestra colectada	1) semilla    2) tallo    3) polen    4) in vitro    5) otro				
Frecuencia de la muestra	1) algunos individuos dispersos    2) muy escasos (menos del 1%)    3) escasa (cubre 1 - 5%) 4) presente (cubre de 5 - 25%)    5) alta (mayor al 25%)				
La población esta aislada de otras:	SI	NO	Se encuentra parientes cerca		SI    NO
Numero de plantas muestreadas:	en    m <sup>2</sup>				
Estado Fenológico de la población:	1) vegetativo    2) floración    3) con semillas maduras				
Uso del material:	1) alimento (procesamiento)    2) fruto    3) medicinal    4) bebida    5) fibra 6) artesanía    7) forraje    8) construcción    9) ornamental/cultural    10) otro				
Parte de la planta utilizada:	1) tallo    2) rama    3) hoja    4) corteza    5) rizoma    6) flor/inflorescencia 7) fruto    8) semilla    9) raíz    10) tuberculo    11) otro				
Fotografía:	SI	NO	EJEMPLAR DEL HERBARIO: SI    NO		
Método de muestreo	Randomizado    Selectivo				
Topografía:	1) plano (0-0.5%)    2) casi plano (0.6-2.9%)    3) poco ondulado (3-5%)    4) ondulado (6-10.95%) 5) quebrado (11-15.9%)    6) colinado (16-30%)    7) frecuentemente escarpado (mayor 30%) 8) montañoso (mayor a 30%) 9) otro				
Fisiografía del terreno	1) planicie    2) cuenca    3) valle    4) meseta    5) ladera 6) colina    7) montaña    8) otro				
Vegetación de los alrededores:	1) potreros    2) arbustos    3) bosque nativo    4) arboleda    5) otro				
Forma geografica (microclima)	1) planicie    2) cuenca    3) valle    4) meseta    5) ladera 6) margen/bosque    7) bosque quemado    8) pradera quemada    9) banco de arena 10) orilla río/mar    11) estero    12) urbano/predio    13) borde de camino    14) otro				
Forma de la pendiente:	1) recta    2) concava    3) convexa    4) terraza    5) compleja				
Aspecto de pendiente:	Norte    Sur    Este    Oeste				
Drenaje del suelo:	1) pobre    2) moderado    3) bueno    4) excesivo				
Color del suelo	1) blanco    2) rojo    3) rojizo    4) rojo amarillento    5) pardo 6) parduzco    7) pardo rojizo    8) pardo amarillento    9) amarillo    10) amarillo rojizo 11) verdoso, verde    12) gris    13) grisáceo    14) azul    15) negro azulado 16) negro				
Textura del suelo:	1) arenoso    2) franco    3) arcilloso    4) orgánico    6) otro				
Pedregosidad:	1) ausente    2) bajo    3) medio    4) alto				
Erosión del suelo:	1) baja    2) intermedia    3) alta				
Clima (descripción):	Temperatura		Humedad		
Luz:	1) sombreado    2) soleado				
Prácticas culturales:	1) roza-tumba-quema    2) irrigado    3) trasplante    4) terrazas    5) amarre del cultivo 6) control de plagas y enfermedades    7) otro Aporque, fertilización, control plagas y enf.				
Prácticas de asociación o especies silvestres relacionadas:	Haba y hortalizas				
Plagas y enfermedades presentes:	Juncha				
Observaciones:	Rendimiento promedio alto				
Fecha de siembra:	Fecha de cosecha:				
Fecha de floración:	Fecha de fructificación:				

Figura 27. Fichas de colecta

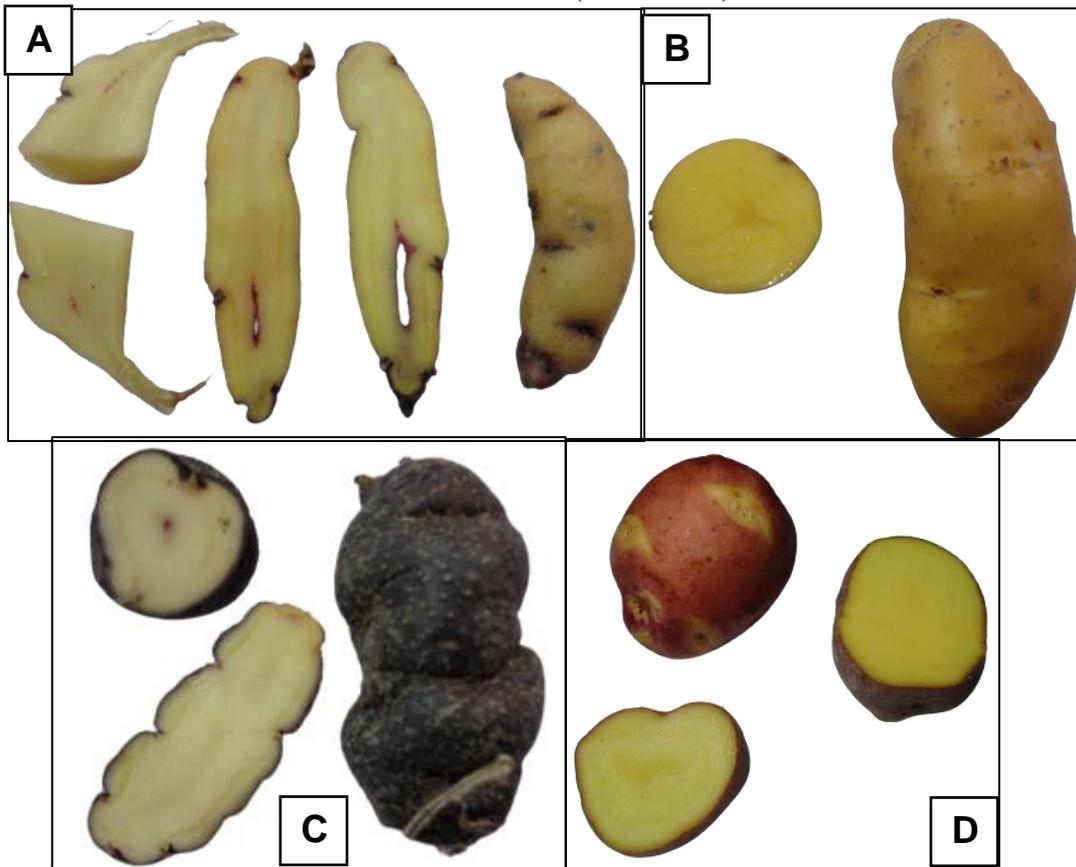
11.3. Anexo 3. Poblaciones de papa nativa



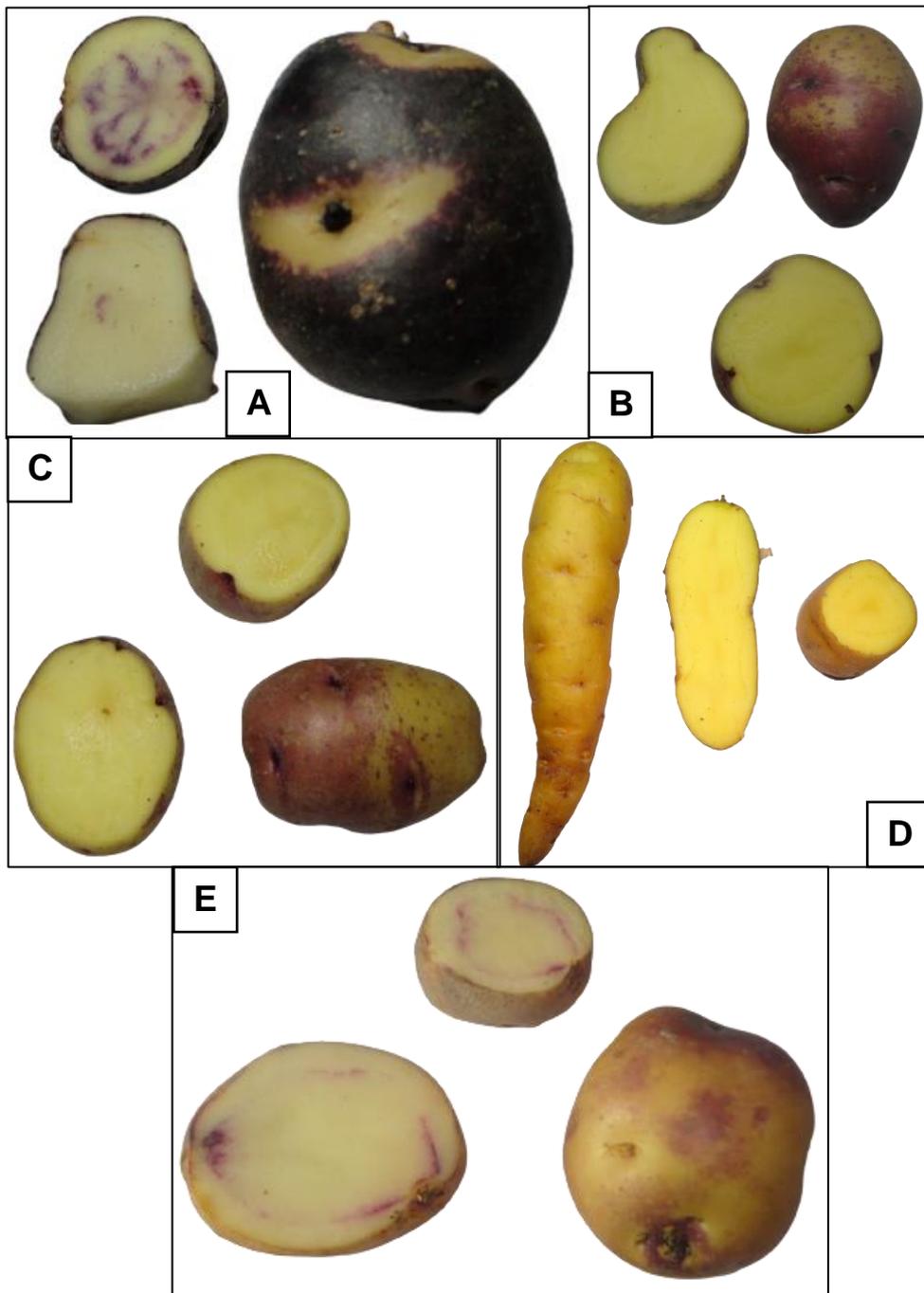
**Figura 28.** Papas recolectadas en el cantón Saraguro. **A.** Chaucha Amarilla Redonda (CARLSC1). **B.** Chaucha Roja Alargada (CRALSC1). **C.** Chaucha Roja Redonda (CRRLSC1). **D.** Carriza (CLSC2). **E.** Chaucha Amarilla Alargada (CAALSC1). **F.** Negra (NLSC1), **C.** Súper Chola (SCLSC2).



**Figura 29.** Papas recolectadas en el cantón Loja. **A.** Papa Lojana (PLLZC1). **B.** Semibolona (SLLCHC1).

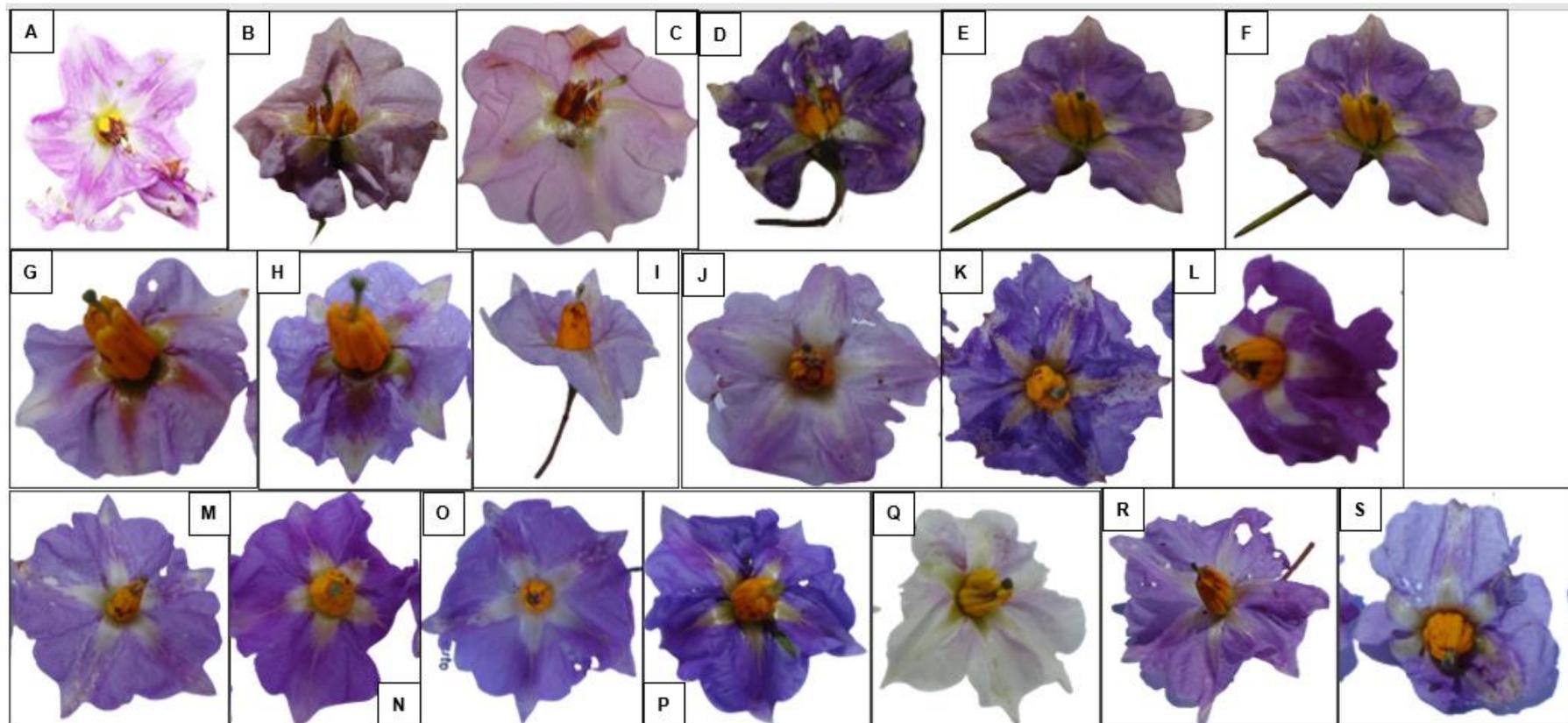


**Figura 30.** Papas recolectadas en la parroquia San Lucas. **A.** Chaucha Amarilla Criolla (CACLLSLC1). **B.** Chaucha Amarilla Alargada (CAALSSLC2). **C.** Chaucha Negra Alargada (GCLLSLC3). **D.** Super Chola (SCLSSLC2).



**Figura 31.** Papas recolectadas en la parroquia Urdaneta **A.** Negra (NLSUC1). **B.** Uvilla (UVLSUCC1). **C.** Uvilla (ULSUC1). **D.** Chaucha Amarilla (CALSGC1). **E.** Blanca (BLSUTC1).

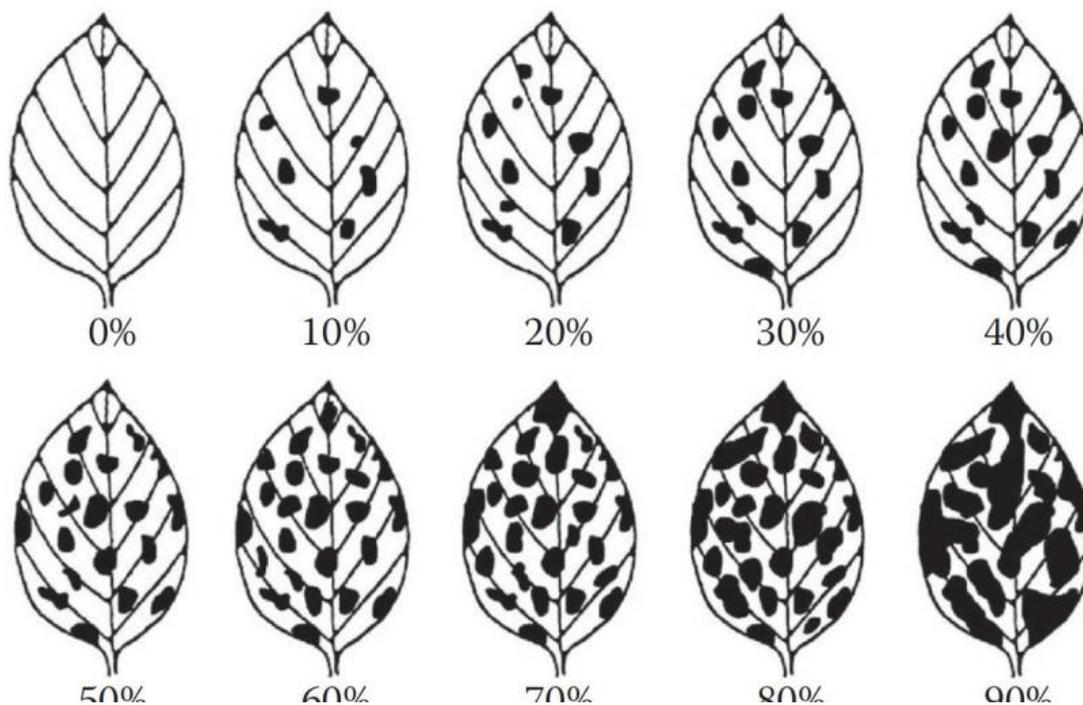
11.4. Anexo 4. Flores de las 19 poblaciones de papa nativa.



**Figura 32.** Flores de las 19 poblaciones. **A.** Negra. **B.** Papa Lojana. **C.** Semibolona. **D.** Chaucha Roja Alargada. **E.** Chaucha Amarilla Criolla. **F.** Negra. **G.** Blanca. **H.** Uva. **I.** Chaucha Roja Redonda. **J.** Chaucha Amarilla Alargada. **K.** Chaucha Negra Alargada. **L.** Chaucha Amarilla Redonda. **M.** Carriza. **N.** Super Chola. **O.** Chaucha Amarilla Alargada. **P.** Super Chola. **Q.** Bolona. **R.** Uvilla. **S.** Chaucha Amarilla

11.5. Anexo 5. Escala de severidad de Horsall & Barrat

Grado	Porcentaje Afectado
1	0
2	0 to 3
3	3 to 6
4	6 to 12
5	12 to 25
6	25 to 50
7	50 to 75
8	75 to 87
9	87 to 94
10	94 to 97
11	97 to 100
12	100



### 11.6. Anexo 6. Fuentes bibliográficas para exploración

FUENTE DE INFORMACIÓN	Nombre de la Publicación	AUTOR Y AÑO
Publicación diario La Hora	Productos que nacen en Loja	Peralta, 2012
Publicación INAP	Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Obtenido de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos: <a href="https://www.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos/recursos-geneticos">https://www.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos/recursos-geneticos</a>	INIAP, 2018
Publicación MAG	Estrategia en los Recursos Fitogenéticos para los países del Cono Sur.	MAG, 2010
Entrevista	Entrevista a técnicos del MAG Ing. Holger Patiño Ing. Ricardo Marín	2021
Entrevista	Entrevista a productores de la parroquia San lucas	2021

## 11.7. Anexo 7. Análisis de varianza y medidas de resumen

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura	54	0,87	0,79	10,08

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC especifique los contrastes apropiados.. !!

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7813,31	20	390,67	11,08	<0,0001
Genotipos	7135,73	18	396,43	11,24	<0,0001
Repeticiones	677,58	2	338,79	9,60	0,0005
Error	1164,06	33	35,27		
Total	8977,37	53			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=19,64791

Error: 35,2745 gl: 33

Genotipos Medias n E.E.

Genotipo	Medias	n	E.E.
BLSUTC1	40,20	3	3,43 A
CRRLSC1	40,55	3	3,43 A
CAALSC1	42,46	3	3,43 A B
CARLSC1	48,25	3	3,43 A B C
CACLSSLC1	49,98	3	3,43 A B C D
CNALSSLC3	50,87	3	3,43 A B C D E
FLLSUTC1	52,76	1	5,94 A B C D E
NLSUC1	54,28	3	3,43 A B C D E F
CRALSC1	55,26	3	3,43 A B C D E F G
BLSC2	61,67	3	3,43 B C D E F G
CALSUGC1	62,38	3	3,43 C D E F G
NLSC1	62,79	3	3,43 C D E F G
SLLCHC1	66,44	3	3,43 C D E F G
ULSUC1	67,86	3	3,43 C D E F G
CAALSLC2	69,03	3	3,43 D E F G
CLSC2	69,95	3	3,43 E F G
SCLSSLC1	73,12	2	4,20 F G
UVLSUCC1	75,09	3	3,43 G
SCLSC2	76,88	3	3,43 G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
N de plantas	54	0,59	0,34	21,71

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC especifique los contrastes apropiados.. !!

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	157,13	20	7,86	2,36	0,0140
Genotipo	151,04	18	8,39	2,52	0,0104
Repeticiones	6,09	2	3,05	0,91	0,4106
Error	109,91	33	3,33		
Total	267,04	53			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,03733

Error: 3,3306 gl: 33

Genotipo Medias n E.E.

Genotipo	Medias	n	E.E.
CRRLSC1	4,33	3	1,05 A
BLSUTC1	5,00	3	1,05 A
SLLCHC1	6,33	3	1,05 A
SCLSSLC1	7,00	2	1,29 A
BLSC2	7,33	3	1,05 A
FLLSUTC1	8,00	1	1,82 A
UVLSUCC1	8,33	3	1,05 A
CARLSC1	8,33	3	1,05 A
CAALSSLC1	8,33	3	1,05 A
CNALSSLC3	9,00	3	1,05 A
SCLSC2	9,33	3	1,05 A
CAALSLC2	9,33	3	1,05 A
CAALSC1	9,33	3	1,05 A
CLSC2	9,67	3	1,05 A
NLSC1	9,67	3	1,05 A
NLSUC1	9,67	3	1,05 A
ULSUC1	10,00	3	1,05 A
CRALSC1	10,00	3	1,05 A
CALSUGC1	10,00	3	1,05 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento	54	0,98	0,97	14,55

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC especifique los contrastes apropiados.. !!

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1903,62	20	95,18	87,53	<0,0001
Genotipo	1885,50	18	104,75	96,33	<0,0001
Repeticiones	18,12	2	9,06	8,33	0,0012
Error	35,88	33	1,09		
Total	1939,50	53			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,44969

Error: 1,0874 gl: 33

Genotipo Medias n E.E.

Genotipo	Medias	n	E.E.
BLSC2	1,33	3	0,60 A
CRRLSC1	2,67	3	0,60 A B
CNALSSLC3	3,00	3	0,60 A B
CARLSC1	3,33	3	0,60 A B
CAALSSLC1	3,33	3	0,60 A B
CAALSC1	3,67	3	0,60 A B
NLSUC1	3,67	3	0,60 A B
CALSUGC1	4,33	3	0,60 A B
SLLCHC1	4,33	3	0,60 A B
CAALSLC2	4,33	3	0,60 A B
SCLSC2	5,33	3	0,60 B
CLSC2	6,00	3	0,60 B
SCLSSLC1	10,00	2	0,74 C
CRALSC1	10,33	3	0,60 C
NLSC1	10,33	3	0,60 C
FLLSUTC1	11,00	1	1,04 C
UVLSUCC1	11,67	3	0,60 C D
BLSUTC1	14,67	3	0,60 D
ULSUC1	26,33	3	0,60 E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso kg	54	0,96	0,94	23,11

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC especifique los contrastes apropiados.. !!

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	362,44	20	18,12	41,45	<0,0001
Genotipo	362,43	18	20,14	46,06	<0,0001
Repeticiones	0,01	2	0,01	0,01	0,9865
Error	14,43	33	0,44		
Total	376,87	53			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,18730

Error: 0,4372 gl: 33

Genotipo Medias n E.E.

Genotipo	Medias	n	E.E.
BLSC2	0,20	3	0,38 A
CRRLSC1	0,47	3	0,38 A
CNALSSLC3	1,20	3	0,38 A B
CARLSC1	1,37	3	0,38 A B
CAALSC1	1,53	3	0,38 A B
SLLCHC1	1,53	3	0,38 A B
CAALSSLC1	1,53	3	0,38 A B
NLSUC1	1,67	3	0,38 A B
CALSUGC1	1,87	3	0,38 A B
CAALSLC2	1,97	3	0,38 A B C
SCLSC2	2,20	3	0,38 A B C
CLSC2	2,67	3	0,38 B C D
SCLSSLC1	3,15	2	0,47 B C D
FLLSUTC1	4,10	1	0,66 C D
BLSUTC1	4,10	3	0,38 C D
UVLSUCC1	4,40	3	0,38 D
NLSC1	4,67	3	0,38 D
CRALSC1	4,70	3	0,38 D
ULSUC1	11,97	3	0,38 E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Numero de tuberculos/plant..	54	1,00	1,00	1,76

Datos desbalanceados en celdas.  
Para otra descomposición de la SC  
especifique los contrastes apropiados.. !!

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2188,32	20	109,42	1987,92	<0,0001
Genotipos	2188,21	18	121,57	2208,69	<0,0001
Repeticiones	0,11	2	0,05	0,99	0,3827
Error	1,82	33	0,06		
Total	2190,13	53			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,77612

Error: 0,0550 gl: 33

Genotipos Medias n E.E.

Genotipo	Medias	n	E.E.
BLSC2	2,53	3	0,14 A
CRRLSC1	4,56	3	0,14 B
SLLCHC1	4,90	3	0,14 B
CALSUGC1	11,22	3	0,14 C
CACLSLSC1	11,41	3	0,14 C D
CAALSLC2	11,42	3	0,14 C D
CRALSC1	11,44	3	0,14 C D
CAALSC1	11,51	3	0,14 C D
CNALSSLC3	11,70	3	0,14 C D
PLLSUTC1	12,12	1	0,23 D E
CLSC2	12,71	3	0,14 E F
UVLSUCC1	13,25	3	0,14 F G
SCLSC2	13,29	3	0,14 F G
SCLSSLC1	13,74	2	0,17 G
CARLSC1	15,88	3	0,14 H
BLSUTC1	16,51	3	0,14 H
NLSUC1	22,71	3	0,14 I
NLSC1	23,30	3	0,14 I
ULSUC1	28,77	3	0,14 J

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Severidad	54	0,90	0,84	11,81

Datos desbalanceados en celdas.  
Para otra descomposición de la SC  
especifique los contrastes apropiados.. !!

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20313,18	20	1015,66	14,70	<0,0001
Genotipo	20092,59	18	1116,26	16,16	<0,0001
Repeticiones	220,59	2	110,29	1,60	0,2178
Error	2279,41	33	69,07		
Total	22592,59	53			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=27,49417

Error: 69,0731 gl: 33

Genotipo Medias n E.E.

Genotipo	Medias	n	E.E.
SLLCHC1	50,00	3	4,80 A
CALSUGC1	50,00	3	4,80 A
CNALSSLC3	50,00	3	4,80 A
CAALSLC2	50,00	3	4,80 A
SCLSC2	50,00	3	4,80 A
BLSUTC1	50,00	3	4,80 A
SCLSSLC1	50,00	2	5,88 A
ULSUC1	66,67	3	4,80 A
CACLSLSC1	66,67	3	4,80 A
CARLSC1	66,67	3	4,80 A
UVLSUCC1	75,00	3	4,80 A B
NLSUC1	75,00	3	4,80 A B
CAALSC1	75,00	3	4,80 A B
CRRLSC1	75,00	3	4,80 A B
BLSC2	100,00	3	4,80 B
CLSC2	100,00	3	4,80 B
CRALSC1	100,00	3	4,80 B
NLSC1	100,00	3	4,80 B
PLLSUTC1	100,00	1	8,31 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Severidad	54	0,65	0,44	59,27

Datos desbalanceados en celdas.  
Para otra descomposición de la SC  
especifique los contrastes apropiados.. !!

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	39126,59	20	1956,33	3,10	0,0020
Genotipo	38924,58	18	2162,48	3,43	0,0011
Repeticiones	202,02	2	101,01	0,16	0,8528
Error	20830,16	33	631,22		
Total	59956,75	53			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=83,11424

Error: 631,2169 gl: 33

Genotipo Medias n E.E.

Genotipo	Medias	n	E.E.
BLSUTC1	0,00	3	14,51 A
CAALSLC2	2,22	3	14,51 A
SLLCHC1	4,59	3	14,51 A
SCLSSLC1	8,05	2	17,77 A
PLLSUTC1	14,10	1	25,12 A
SCLSC2	22,68	3	14,51 A
CRRLSC1	26,20	3	14,51 A
CARLSC1	29,18	3	14,51 A
CNALSSLC3	36,51	3	14,51 A
CALSUGC1	38,15	3	14,51 A
UVLSUCC1	40,52	3	14,51 A
NLSUC1	56,26	3	14,51 A
CRALSC1	61,94	3	14,51 A
ULSUC1	64,35	3	14,51 A
CLSC2	69,63	3	14,51 A
BLSC2	69,91	3	14,51 A
CAALSC1	70,09	3	14,51 A
NLSC1	80,09	3	14,51 A
CACLSLSC1	80,56	3	14,51 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ANTOCIANINAS mg/100g piel	30	1,00	0,99	9,17

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	64677149,56	11	5879740,87	345,13	<0,0001
Genotipo	64672772,91	9	7185863,66	421,80	<0,0001
Repeticiones	4376,65	2	2188,33	0,13	0,8803
Error	306650,36	18	17036,13		
Total	64983799,92	29			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=382,09933

Error: 17036,1313 gl: 18

Genotipo Medias n E.E.

Genotipo	Medias	n	E.E.
UVLSUCC1	300,06	3	75,36 A
ULSUC1	365,29	3	75,36 A
CRRLSC1	426,82	3	75,36 A
CRALSC1	574,50	3	75,36 A B
SCLSC2	935,18	3	75,36 B C
SCLSSLC2	958,27	3	75,36 C
CLSC2	994,56	3	75,36 C
NLSUC1	1635,46	3	75,36 D
CNALSSLC3	2731,97	3	75,36 E
NLSC1	5304,94	3	75,36 F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=148,97347

Error: 17036,1313 gl: 18

Repeticiones Medias n E.E.

Repeticiones	Medias	n	E.E.
3,00	1411,09	10	41,27 A
2,00	1417,66	10	41,27 A
1,00	1439,36	10	41,27 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

## Medias de resumen de los conglomerados

### Medidas resumen

Conglomerado	Variable	n	Media	D.E.	E.E.	CV	Min	Máx
1	Numero de Pares de Foliolo..	6	5,67	0,52	0,21	9,11	5,00	6,00
1	Numero de Pares de Interho..	6	4,50	1,64	0,67	36,51	3,00	6,00
1	Número de Pares de Foliolo..	6	3,50	2,43	0,99	69,40	1,00	6,00
1	Longitud del Pedunculo	6	10,35	1,51	0,62	14,64	8,77	12,41
1	Ramificación de la Inflore..	6	11,31	0,55	0,23	4,91	10,67	11,90
2	Numero de Pares de Foliolo..	7	3,14	0,38	0,14	12,03	3,00	4,00
2	Numero de Pares de Interho..	7	4,57	0,53	0,20	11,69	4,00	5,00
2	Número de Pares de Foliolo..	7	0,00	0,00	0,00	sd	0,00	0,00
2	Longitud del Pedunculo	7	9,48	1,58	0,60	16,69	6,00	10,80
2	Ramificación de la Inflore..	7	14,55	2,02	0,76	13,90	12,32	17,00
3	Numero de Pares de Foliolo..	12	3,83	0,58	0,17	15,06	3,00	5,00
3	Numero de Pares de Interho..	12	3,42	2,31	0,67	67,74	0,00	7,00
3	Número de Pares de Foliolo..	12	0,00	0,00	0,00	sd	0,00	0,00
3	Longitud del Pedunculo	12	4,85	1,22	0,35	25,11	3,04	6,16
3	Ramificación de la Inflore..	12	9,85	4,55	1,31	46,24	5,30	20,80
4	Numero de Pares de Foliolo..	9	3,44	0,88	0,29	25,60	2,00	5,00
4	Numero de Pares de Interho..	9	5,89	0,93	0,31	15,76	5,00	7,00
4	Número de Pares de Foliolo..	9	5,67	0,50	0,17	8,82	5,00	6,00
4	Longitud del Pedunculo	9	9,83	1,64	0,55	16,67	7,58	11,79
4	Ramificación de la Inflore..	9	12,67	3,65	1,22	28,83	9,38	19,40
5	Numero de Pares de Foliolo..	14	3,86	0,53	0,14	13,86	3,00	5,00
5	Numero de Pares de Interho..	14	6,07	2,27	0,61	37,37	3,00	9,00
5	Número de Pares de Foliolo..	14	4,57	1,40	0,37	30,59	2,00	7,00
5	Longitud del Pedunculo	14	10,35	3,31	0,88	31,96	5,80	14,74
5	Ramificación de la Inflore..	14	27,64	6,59	1,76	23,83	16,00	43,00
6	Numero de Pares de Foliolo..	6	4,67	0,52	0,21	11,07	4,00	5,00
6	Numero de Pares de Interho..	6	8,83	1,72	0,70	19,50	7,00	11,00
6	Número de Pares de Foliolo..	6	6,33	0,52	0,21	8,15	6,00	7,00
6	Longitud del Pedunculo	6	6,54	0,58	0,24	8,89	6,03	7,40
6	Ramificación de la Inflore..	6	10,94	1,42	0,58	12,99	10,00	12,86

## 11.8. Anexo 8. Escala BBCH del cultivo de papa

Código 2-dígitos	Código 3-dígitos	Descripción Desarrollo de tubérculo	Descripción Desarrollo de semilla
<b>Estadio principal 0. Germinación / Brotación</b>			
00	000	Letargo innato o forzado; Tubérculo, sin brotes	Semilla, seca
01	001	Comienza la brotación; brotes, visibles (< 1mm)	Comienzo de la imbibición de la semilla
02	002	Brotes hacia arriba (max. 2 mm)	
03	003	Fin del letargo: brotes, 2 - 3 mm	Imbibición, terminada
05	005	Comienzo de la formación de raíces	Radícula, fuera de la semilla
07	007	Comienzo de la formación de los tallos	Hipocótilo con cotiledones que rompen a través de la envoltura de la semilla
08	008	Tallos, creciendo hacia la superficie del suelo; formación de hojas escamas en las axilas, de las cuales se desarrollarán los estolones más tarde	Hipocótilo con los cotiledones crecen hacia la superficie del suelo
09	009	Emergencia: los tallos traspasan la superficie del suelo	Emergencia: cotiledones traspasan la superficie del suelo
	021 - 029 <sup>n</sup>		
<b>Estadio principal 5. Aparición del órgano floral</b>			
51	501	Botones florales de la 1a inflorescencia visibles (1 - 2 mm) (tallo principal)	
55	505	Botones florales de la 1a inflorescencia se extienden hasta 5 mm	
59	509	Primeros pétalos de la 1a inflorescencia, visibles	
	521	Botones individuales florales de la inflorescencia de 2o grado, visibles (1 - 2 mm)	
	525	Botones florales de la inflorescencia de 2o grado extendidos hasta 5 mm	
	529	Primeros pétalos de las flores de la inflorescencia de 2o grado, visibles por encima de los sépalos	
	531	Botones florales individuales de la inflorescencia de 3er grado, visibles (1 - 2 mm)	
	535	Botones florales de la inflorescencia de 3er grado, extendidos hasta 5 mm	
	539	Primeros pétalos de las flores de la inflorescencia de 3er grado, visibles por encima de los sépalos	
	5N.	Desarrollo de la inflorescencia de n. grado	

### Estadio principal 6. Floración

60	600	Primeras flores, abiertas en la población
61	601	Comienzo de la floración: 10 % de las flores abiertas (población)
62	602	20 % de las flores abiertas (población)
63	603	30 % de las flores abiertas (población)
64	604	40 % de las flores abiertas (población)
65	605	Plena floración: 50 % de las flores abiertas
66	606	60 % de las flores abiertas (población)
67	607	70 % de las flores abiertas (población)
68	608	80 % de las flores abiertas (población)
69	609	Fin de la floración
	621	Comienzo de la floración de la 2a inflorescencia: 10 % de las flores de la 2a inflorescencia, abiertas (ramas de 2o orden)
	625	Plena floración de la 2a inflorescencia 50 % de las flores de la 2a inflorescencia, abiertas
	629	Fin de la floración de la 2a inflorescencia
	631	Comienzo de la floración de la 3a inflorescencia: 10 % de las flores de la 3a inflorescencia, abiertas (ramas de 3er orden)
	635	Plena floración de la 3a inflorescencia 50 % de las flores de la 3a inflorescencia, abiertas
	639	Fin de la floración de la 3a inflorescencia
	6N.	La N. inflorescencia en floración
	6N9	Fin de la floración

---

### Estadio principal 8. Maduración de frutos y semillas

81	801	Bayas de la fructificación de 1er grado aún verdes, semilla ligeramente coloreada (tallo principal)
85	805	Bayas de la fructificación de 1er grado, de color ocre o amarronadas
89	809	Bayas de la fructificación de 1er grado arrugadas, semilla oscura
	821	Bayas de la segunda fructificación, aún verdes, semilla ligeramente coloreada (ramificación de segundo orden)
	829	Bayas de la segunda fructificación arrugadas, semilla oscura
	8N.	Maduración de las bayas y semillas en la n. fructificación

---

### Estadio principal 9. Senescencia

91	901	Comienzo del amarilleamiento de las hojas
93	903	La mayoría de las hojas, de color amarillo
95	905	50 % de las hojas, de color marrón
97	907	Hojas y tallos, muertos; tallos blanquecinos y secos
99	909	Partes cosechadas (estadio para señalar tratamientos de post-cosecha)

---

## **11.9. Anexo 9.** Descriptor del cultivo de papa

### **11.4.1. Características de plantas**

#### **11.4.1.1. Identificación taxonómica**

Las siguientes abreviaturas de tres letras (Huamán & Ross, 1985) son usados para taxones o grupos de papas cultivadas: Ver Clave taxonómica por Huaman & Spooner, 2002, en el Anexo.

2n=2x=24

AJH ajanhuiri

GON goniocalyx

PHU phureja

STN stenotomum

2n=3x=36

CHA chaucha

JUZ juzepczukii

2n=4x=48

ADG andigena

TBR tuberosum

2n=5x=60

CUR curtilobum

#### **11.4.1.2. Hábito de crecimiento**

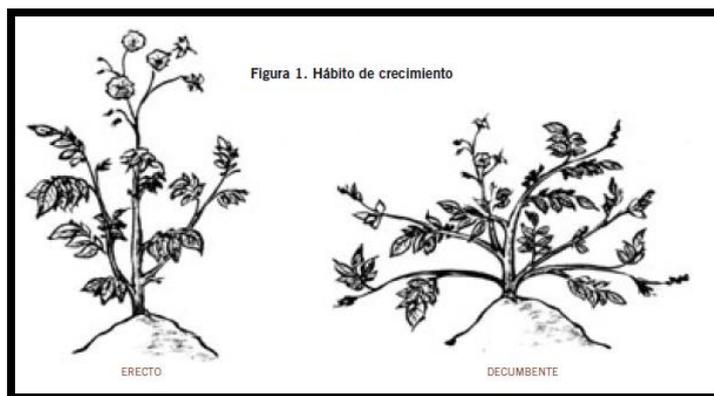
El momento más oportuno para registrar el hábito de crecimiento de la planta de papa es cuando se inicia la formación de botones florales. El hábito de crecimiento cambia cuando la planta llega a la madurez. Los hábitos de crecimiento Semi-arrosetado y Arrosetado (cuando todas o la mayoría de las hojas están ubicadas en la base de los tallos, muy cercanos a la superficie del suelo) se observan solamente en las especies silvestres de papa.

1 Erecto

3 Semi-erecto

5 Decumbente, cuando los tallos se arrastran sobre la superficie del suelo, pero mantienen la parte apical erguidos.

7 Postrado, cuando los tallos se arrastran sobre la superficie del suelo.



**Figura 4.** Hábito de crecimiento de la papa.

#### **11.4.1.3. Altura de planta a la floración**

Se registra la altura de las plantas cuando un 75 % de las plantas de una entrada están en floración. Es la longitud desde la base de los tallos hasta el brote apical más alto. No se considera la altura de las inflorescencias si sobrepasan el brote apical más alto.

5 Corto (<75 cm)

5 Mediano (75-100 cm)

7 Alto (>100 cm)

#### **11.4.1.4. Grado de floración**

Expresión promedio de la floración de varias plantas del mismo cultivar.

0 Ausente

1 Botones florales que se caen

3 Escaso

5 Moderado

7 Profuso

#### **11.4.1.5. Madurez del follaje**

Número de días desde la siembra hasta la senectud. Se debe usar como referencia

algunas variedades locales de diferente madurez.

1 Muy precoz (< 90 días desde la siembra)

3 Precoz (90 a 119 días)

5 Intermedia (120 a 149 días)

7 Tardía (150 a 180 días)

9 Muy tardía (>180 días desde la siembra)

## 11.4.2. Características del tallo

### 11.4.2.1. Color del tallo

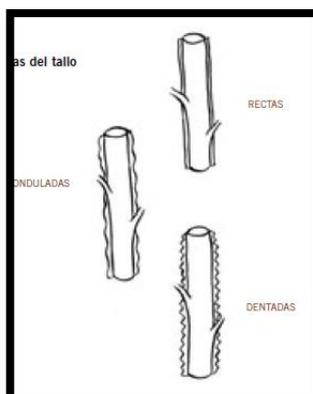
Se describe la distribución de pigmentos antocianínicos (rojo o morado) en los tallos. Se debe evaluar el color predominante de los tallos considerando todo el tallo desde la base hasta el ápice.

- 1 Verde
- 2 Mayormente verde
- 3 Verde con muchas manchas pigmentadas
- 4 Pigmentado con muchas manchas verdes
- 5 Mayormente pigmentado
- 6 Rojo
- 7 Morado

### 11.4.2.2. Forma de las alas del tallo

Se registra la protuberancia en los ángulos de los entrenudos de los tallos desde la base del tallo hasta el ápice. Hay cultivares que tienen alas ligeramente onduladas en la base del tallo, pero el resto es recto. En estos casos se registra la expresión más predominante a lo largo del tallo.

- 0 Ausente
- 1 Recto y angosto
- 2 Recto y ancho (>2mm)
- 3 Ondulado y angosto
- 4 Ondulado y ancho (> 2mm)
- 5 Dentado y angosto
- 6 Dentado y ancho (> 2mm)



**Figura 5.** Forma de las Alas del Tallo de la papa.

### 11.4.2.3. Características de las hojas

Se registran los valores promedio observados en por lo menos dos hojas maduras ubicadas en la parte central de la planta.

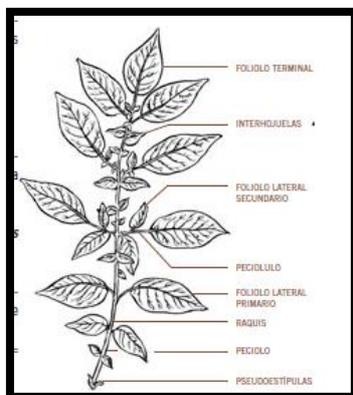


Figura 6. Características de las Hojas de papa.

### 11.4.2.4. Número de pares de folíolos laterales primarios

Número promedio de pares de folíolos laterales primarios. Se registra 1= 1 par hasta 9 = 9 pares, 10= 10 pares, etc.

### 11.4.2.5. Número de pares de inter-hojuelas sobre el raquis principal

Número promedio de pares de inter-hojuelas localizados en el raquis principal entre los folíolos laterales primarios. Se registra 1= 1 par hasta 9 = 9 pares, 10= 10 pares, etc.

### 11.4.2.6. Número de pares de folíolos laterales secundarios sobre los peciolulos

Número promedio de pares de folíolos laterales secundarios ubicados sobre los peciolulos, incluyendo los folíolos localizados en la inserción del peciolulo sobre el raquis principal. Se registra 1= 1 par hasta 9 = 9 pares, 10= 10 pares, etc.

### 11.4.2.7. Sobre posición de los folíolos laterales primarios

Descripción del grado de sobre posición entre los folíolos laterales

- 1 Muy separados (> 2 mm de separación entre folíolos)
- 3 Separados (1-2 mm de separación)
- 5 Unidos
- 7 Sobrepuestos (1-2 mm de sobre posición)
- 9 Muy sobrepuestos (> 2mm de sobre posición)



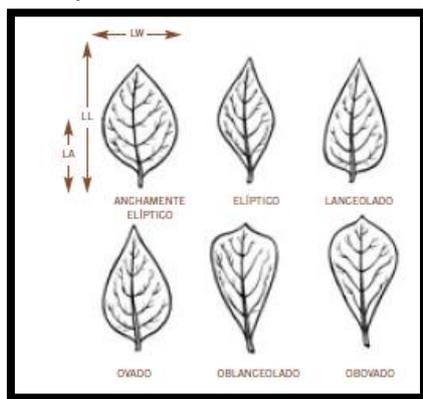
**Figura 7.** Sobre posición de los folíolos laterales primarios de las Hojas de papa.

**11.4.2.8.**

**Forma del foliolo terminal**

Está determinado por la proporción entre su largo y ancho y la proporción entre la longitud de la parte más ancha hasta el ápice del foliolo y el largo del foliolo terminal.

- 1 Anchamente elíptico ( $Tla/Tll$  cerca de 0.5 y  $Tll/Tlw$  cerca de 1.5)
- 2 Elíptico ( $Tla/Tll$  cerca de 0.5 y  $Tll/Tlw \geq 2$ )
- 3 Lanceolado, ( $Tla/Tll$  cerca de 0.8 y  $Tll/Tlw \geq 2$ )
- 4 Ovado ( $Tla/Tll$  cerca de 0.7 y  $Tll/Tlw \geq 2$ )
- 5 Oblanceolado ( $Tla/Tll$  cerca de 0.2 y  $Tll/Tlw \geq 2$ )
- 6 Obovado ( $Tla/Tll$  cerca de 0.3 y  $Tll/Tlw \geq 2$ )

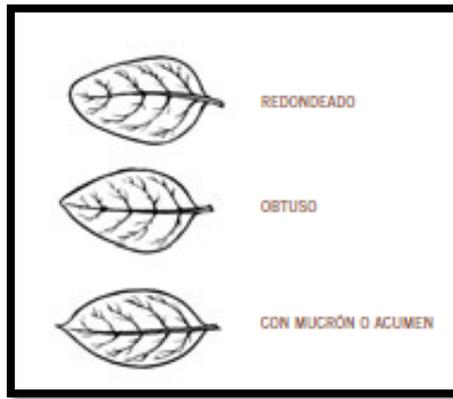


**Figura 8.** Forma del Foliolo Terminal de las Hojas de papa.

**11.4.2.9.**

**Forma del ápice del foliolo terminal**

- 1 Con acumen largo ( $> 2\text{mm}$ )
- 3 Con acumen corto ( $1-2\text{ mm}$ )
- 5 Obtuso
- 7 Redondeado

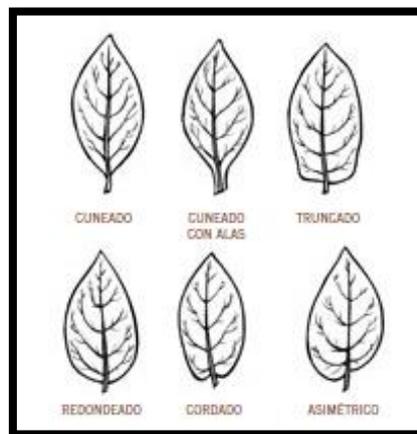


**Figura 9.** Forma del ápice del Foliolo Terminal de las Hojas de papa.

**11.4.2.10. Forma de la base del foliolo terminal**

- 1 Cuneado
- 2 Cuneado y decurrente (con alas)
- 3 Truncado
- 5 Redondeado
- 7 Cordado
- 9 Desigual o asimétrico

Se pueden usar valores intermedios si se observan formas intermedias de la base.



**Figura 10.** Forma de la Base del Foliolo Terminal las Hojas de papa.

**11.4.2.11. Forma del primer foliolo lateral**

Está determinado por la proporción entre su largo y la proporción entre la longitud de la parte más ancha hasta el ápice del foliolo y el largo del foliolo lateral.

- 1 Anchamente elíptico ( $L_{la}/L_{ll}$  cerca de 0.5 y  $L_{ll}/L_{lw}$  cerca de 1.5)
- 2 Elíptico ( $L_{la}/L_{ll}$  cerca de 0.5 y  $L_{ll}/L_{lw} \geq 2$ )
- 3 Lanceolado ( $L_{la}/L_{ll}$  cerca de 0.8 y  $L_{ll}/L_{lw} \geq 2$ )

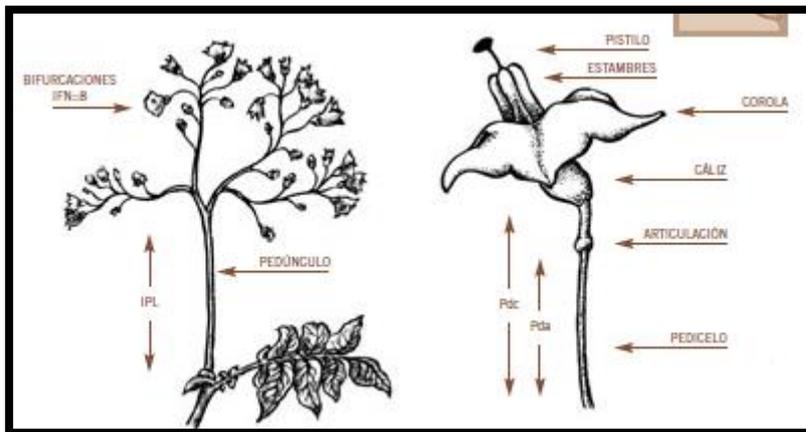
- 4 Ovoide ( $Lla/Lll$  cerca de 0.7 y  $Lll/Llw \geq 2$ )
- 5 Oblanceolado ( $Lla/Lll$  cerca de 0.2 y  $Lll/Llw \geq 2$ )
- 6 Obovado ( $Lla/Lll$  cerca de 0.3 y  $Lll/Llw \geq 2$ )

**11.4.2.12. Ángulo de divergencia entre la hoja y el tallo**

Es el ángulo entre el raquis de la hoja y el tallo. La hoja a evaluar debe ser una hoja relativamente joven y madura. Se sugiere registrar datos de la hoja que está localizada a  $\frac{1}{4}$  de la altura de la planta desde la parte apical.

El ángulo se registra como 1 = 10 grados de divergencia del tallo hasta 9 = hoja en un ángulo recto del tallo.

**11.4.3. Características de las flores**



**Figura 11.** Características de las Flores

**11.4.3.1. Longitud del pedúnculo**

Longitud promedio del pedúnculo en cm desde la base a la primera bifurcación medida en por lo menos 3 inflorescencias.

**11.4.3.2. Ramificación de la inflorescencia**

Número promedio de bifurcaciones del pedúnculo por inflorescencia.

**11.4.3.3. Ubicación de la articulación del pedicelo**

Está determinado por la proporción entre la longitud del pedicelo desde la base hasta la articulación y la longitud del pedicelo.

- 0 Ausente o indistinguible
- 1 Baja ( $Pda/Pdc < 0.45$ )

- 3 Central (Pda/Pdc entre 0.45 y 0.55)
- 5 Alta (Pda/Pdc entre 0.56 y 0.75)
- 7 Muy alta (Pda/Pdc >0.75)

**11.4.3.4. Color del pedicelo**

Distribución de la pigmentación antocianínica (rojo o morado) en el pedicelo.

- 1 Verde
- 2 Verde con articulación pigmentada
- 3 Ligeramente pigmentada a lo largo
- 4 Ligeramente pigmentada a lo largo y en la articulación
- 5 Pigmentado solamente encima de la articulación
- 6 Pigmentado solamente debajo de la articulación
- 7 Mayormente pigmentado con articulación verde
- 8 Totalmente pigmentado

**11.4.3.5. Color del cáliz**

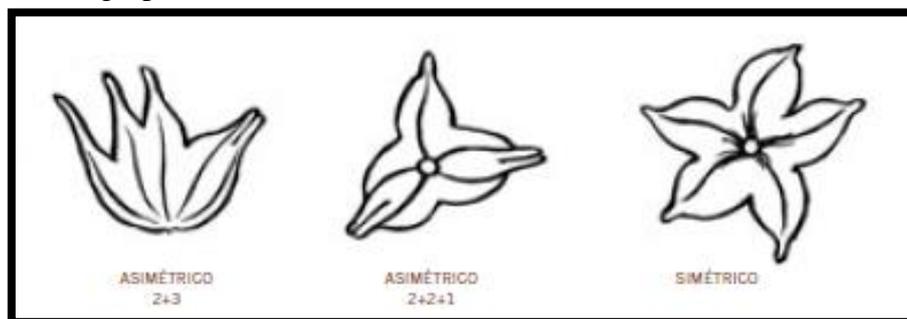
Distribución de la pigmentación antocianínica (rojo o morado) sobre el cáliz.

- 1 Verde
- 2 Mayormente verde
- 3 Verde con muchas manchas pigmentadas
- 4 Pigmentado con muchas manchas verdes
- 5 Mayormente pigmentado
- 6 Rojizo
- 7 Morado

**11.4.3.6. Simetría del cáliz**

Expresión promedio del arreglo de los lóbulos del cáliz observada en por lo menos 5 flores.

- 1 Simétrico
- 2 Asimétrico (agrupados en 2+2+1 lóbulos)
- 3 Asimétrico (agrupados en 2+3 lóbulos)



**Figura 12.** Simetría del Cáliz de las Flores de papa.

#### 11.4.3.7. Forma de los lóbulos del cáliz

La forma de los lóbulos de los sépalos del cáliz está determinado por su tamaño (corto <1.5 mm; intermedio desde 1.5 a 3mm; largo >3mm) y la forma del acumen

- 1 Corto y sin mucrón
- 2 Corto y con mucrón corto
- 3 Corto y con mucrón largo
- 4 Intermedio y sin mucrón
- 5 Intermedio y con mucrón corto
- 6 Intermedio y con mucrón largo
- 7 Largo y sin mucrón
- 8 Largo y con mucrón corto
- 9 Largo y con mucrón largo



Figura 13. Forma de los Lóbulos del Cáliz de las Flores de papa.

#### 11.4.3.8. Forma de la base de los lóbulos del cáliz

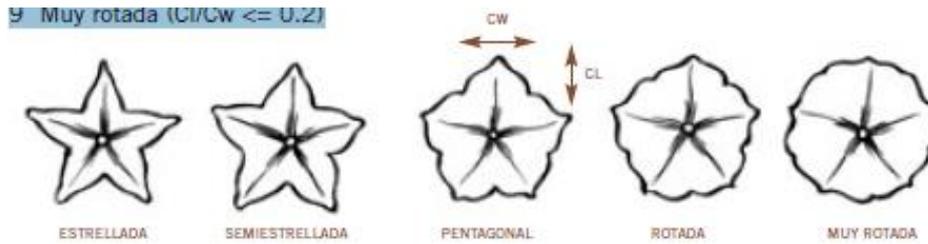
Expresión promedio de la forma de la base de los lóbulos de los sépalos del cáliz. Las costillas son protuberancias a lo largo de los lóbulos de los sépalos y son muy distinguibles en muchos cultivares del grupo goniocalyx.

- 1 Suavemente arqueado
- 2 Ligeramente angulado y sin costillas
- 3 Fuertemente angulado y con costillas

#### 11.4.3.9. Forma de la corola

Está determinado por la proporción entre la longitud del lóbulo del pétalo en mm y su ancho.

- 1 Estrellada ( $Cl/Cw \geq 1.2$ )
- 3 Semi-estrellada ( $Cl/Cw$  entre 0.9 y 1.1)
- 5 Pentagonal ( $Cl/Cw$  entre 0.5 y 0.8)
- 7 Rotada ( $Cl/Cw$  entre 0.3 y 0.4)
- 9 Muy rotada ( $Cl/Cw \leq 0.2$ )



**Figura 14.** Forma de la Corola de las Flores de papa.

#### 11.4.3.10. Color de la flor

Se determina por comparación a una tabla de colores. La siguiente tabla contiene los códigos equivalentes de la tabla de colores de la Sociedad Hortícola Real de Inglaterra (RHS, 1986), que es la más frecuentemente usada en caracterización botánica. Estos colores de flor cubren el espectro de colores más frecuentemente observados en una colección de papas cultivadas muy grande que se conserva en custodia en el CIP. Esta tabla combina los colores básicos desde blanco (1) hasta violeta (8) y su intensidad (1 = claro, 2= intermedio, y 3= oscuro). La tabla de colores en el Anexo es una aproximación a dichos colores y puede ser usado por aquellos que no tienen acceso a una tabla de colores del RHS.

Color Básico de Flor		Intensidad del Color		
		1	2	3
Blanco	1	155D*	159D	159C
Rojo rosado	2	69B	75A	67D
Rojo morado	3	61C	67A	71B
Celeste	4	108A	100D	106A
Azul morado	5	99B	102A	96A
Lila	6	76C	84B	86D
Morado	7	72A	77A	N81A
Violeta	8	83B	86A	N89A

#### 11.4.3.11. Color predominante de la flor

- 1 Blanco
- 2 Rojo rosado
- 3 Rojo morado
- 4 Celeste

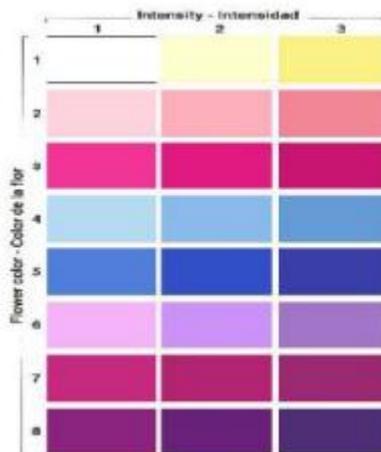
- 5 Azul morado
- 6 Lila
- 7 Morado
- 8 Violeta

**11.4.3.12. Intensidad del color predominante de la flor**

- 1 Claro
- 2 Intermedio
- 3 Oscuro

**11.4.3.13. Color secundario de la flor**

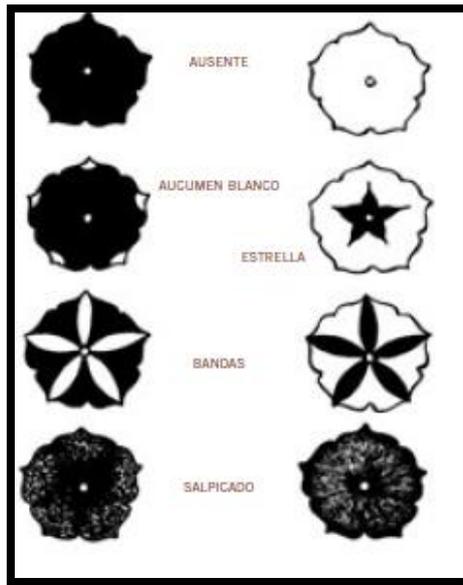
- 0 Ausente
- 1 Blanco
- 2 Rojo rosado
- 3 Rojo morado
- 4 Celeste
- 5 Azul morado
- 6 Lila
- 7 Morado
- 8 Violeta



**Figura 15.** Color Secundario de la Flor de papa.

**11.4.3.14. Distribución del color secundario de la flor**

- 0 Ausente
- 1 En el haz del acumen
- 2 En el envés del acumen
- 3 En ambos lados del acumen
- 4 En la estrella del haz
- 5 Bandas en el haz
- 6 Bandas en el envés
- 7 Bandas en ambos lados
- 8 Manchas salpicadas



**Figura 16.** Distribución del Color Secundario de la Flor de papa.

#### **11.4.3.15. Tamaño de la flor**

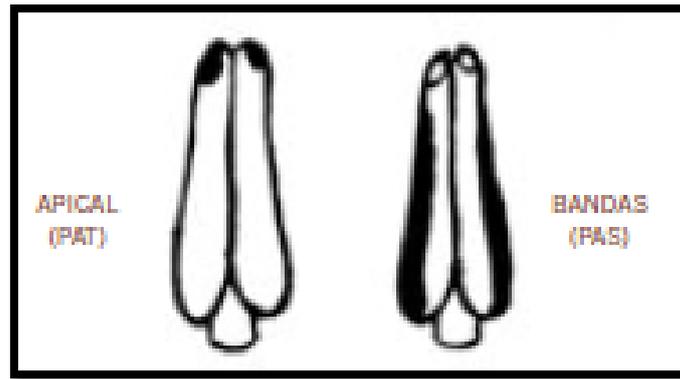
Se determina por el diámetro en mm de flores recientemente abiertas.

- 0 No florea
- 1 Pequeña (< 30 mm)
- 3 Intermedio (30 a 40)
- 5 Grande (41 a 50)
- 7 Muy grande (>50mm)

#### **11.4.3.16. Pigmentación en las anteras**

Distribución de pigmentación antocianínica (rojo o morado) en las anteras.

- 0 Sin antocianinas
- 1 Mancha pigmentada en el ápice de las anteras (PAT)
- 3 Rayas pigmentadas (PAS)
- 5 Rayas y manchas pigmentadas
- 7 Anteras mayor o totalmente pigmentadas

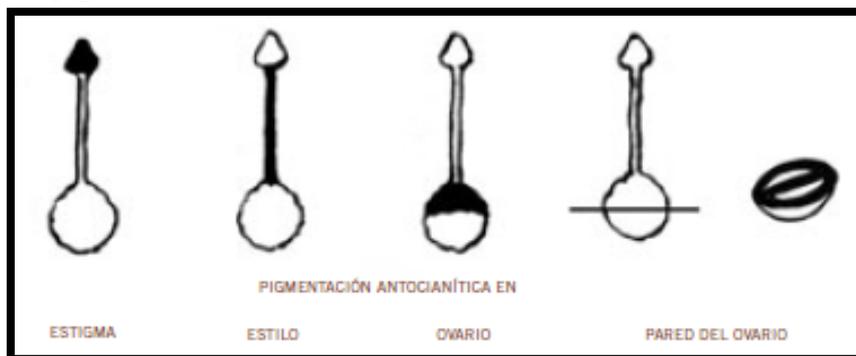


**Figura 17.** Pigmentación en las Anteras de la Flor de papa.

#### 11.4.3.17. Pigmentación del pistilo

Distribución de pigmentación antocianínica (rojo o morado) en el pistilo.

- 0 Sin antocianinas
- 1 Estigma pigmentado
- 2 Ovario pigmentado
- 3 Pared del ovario pigmentado
- 4 Estigma y ovario pigmentados
- 5 Estigma y pared del ovario pigmentados
- 6 Ovario y pared del ovario pigmentados
- 7 Estigma, ovario y pared del ovario pigmentados
- 8 Estilo pigmentado
- 9 Totalmente pigmentado



**Figura 18.** Pigmentación del Pistilo de la Flor de papa.

#### 11.4.3.18. Ejercicio del estigma

Se determina por la longitud en mm desde el ápice de las anteras hasta el ápice del estigma en flores recientemente abiertas.

- 0 Inserto (el estigma está debajo del ápice de las anteras)
- 1 Ligeramente exerto (<2 mm sobre el ápice de las anteras)
- 3 Moderadamente exerto (2-5 mm)

5 fuertemente exerto (>5mm)

#### 11.4.4. Características de los frutos

##### 11.4.4.1. Color de los frutos

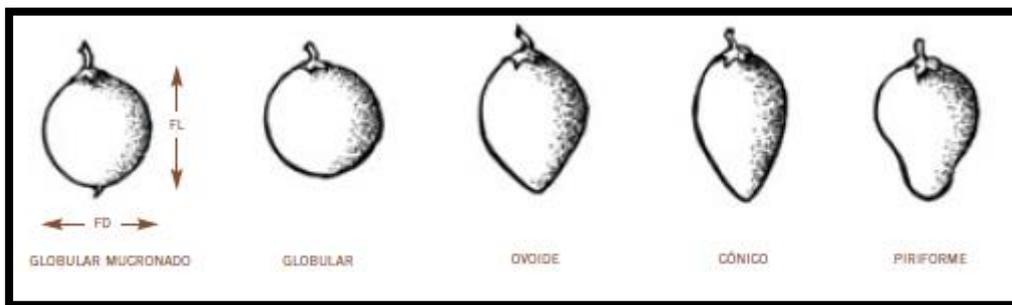
Distribución de pigmentación antocianínica (rojo o morado) en los frutos.

- 1 Verde
- 2 Verde con pocas manchas blancas
- 3 Verde con bandas blancas
- 4 Verde con abundantes manchas blancas
- 5 Verde con manchas moradas
- 6 Verde con bandas moradas
- 7 Predominantemente morado

##### 11.4.4.2. Forma del fruto

Se determina por la proporción del largo (FL) y el diámetro del fruto (FD) registrado en frutos de tamaño promedio.

- 1 Globular (Fl/Fd cerca de 1)
- 2 Globular mucronado
- 3 Ovoide (Fl/Fd cerca de 1.5)
- 4 Ovoide mucronado
- 5 Cónico (Fl/Fd acerca de 2)
- 6 Cónico alargado (Fl/Fd >2)
- 7 Piriforme (Fl/Fd cerca de 2 y en forma de pera)



**Figura 19.** Forma del Fruto

## 11.4.5. Características de los tubérculos

### 11.4.5.1. Piel del tubérculo

#### a. Color predominante de la piel del tubérculo

Se determina por comparación a una tabla de colores. A continuación se indican los códigos de los colores equivalentes de la tabla de colores del RHS (1986) que combina los colores básicos desde 1 (blanco) hasta morado violeta (9) y su intensidad (1 = claro, 2= intermedio, y 3= oscuro).

Color Básico del Tubérculo		Intensidad del Color		
		1	2	3
Blanco-crema	1	155D*	159D	159C
Amarillo	2	1A	7C	9A
Anaranjado	3	14B	21B	24B
Marrón	4	161A	163B	165B
Rosado	5	69B	75B	67D
Rojo	6	45C	46B	53A
Morado rojizo	7	N57A	61A	72A
Morado	8	N78A	77A	79C
Morado violeta	9	N88A	N89B	N92C

El color predominante cubre la mayor parte del tubérculo.

1 Blanco-crema

2 Amarillo

3 Anaranjado

4 Marrón

5 Rosado

6 Rojo

7 Morado rojizo

8 Morado

9 Morado violeta



**Figura 20.** Color Secundario de la Piel del tubérculo

**b. Intensidad del color predominante de la piel del tubérculo**

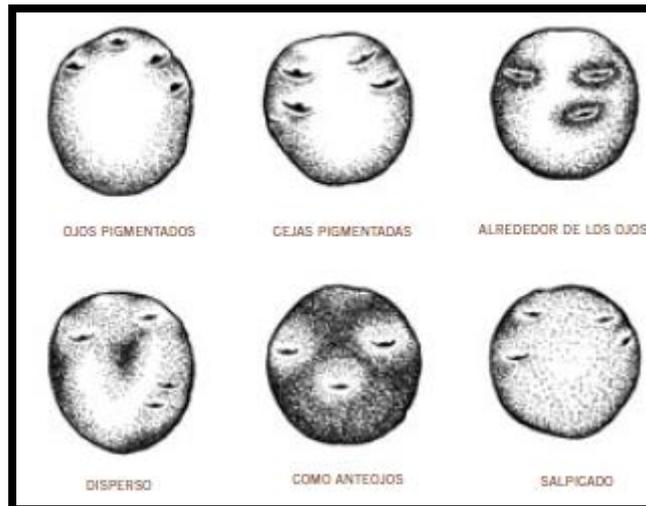
- 1 Claro
- 2 Intermedio
- 3 Oscuro

**c. Color secundario del color de piel del tubérculo**

- 0 Ausente
- 1 Blanco-crema
- 2 Amarillo
- 3 Anaranjado
- 4 Marrón
- 5 Rosado
- 6 Rojo
- 7 Morado rojizo
- 8 Morado
- 10 Morado violeta

**d. Distribución del color secundario de la piel del tubérculo**

- 0 Ausente
- 1 Solamente en los ojos
- 2 Solamente en las cejas
- 3 Pigmentado en áreas alrededor de los ojos (salpicado)
- 4 En manchas dispersas
- 5 Sin pigmentación en áreas alrededor de los ojos y el resto del tubérculo es pigmentado (como anteojos)
- 6 En manchas salpicadas
- 7 Muy pocas manchas



**Figura 21.** Distribución del Color Secundario de la Piel del tubérculo

**e. Pigmentación de los tejidos del tubérculo**

- 0 Ausente
- 1 En el peridermo o piel
- 3 En la corteza
- 5 En la piel y en la corteza
- 7 En la piel, corteza y pulpa

**f. Textura de la piel del tubérculo**

- 1 Suave
- 3 Intermedia
- 5 Aspera
- 7 Reticulado
- 11 Muy reticulado

**11.4.5.2. Carne del tubérculo**

**a. Color predominante de la carne del tubérculo**

Se determina mejor por comparación con la tabla de colores de la piel del tubérculo.

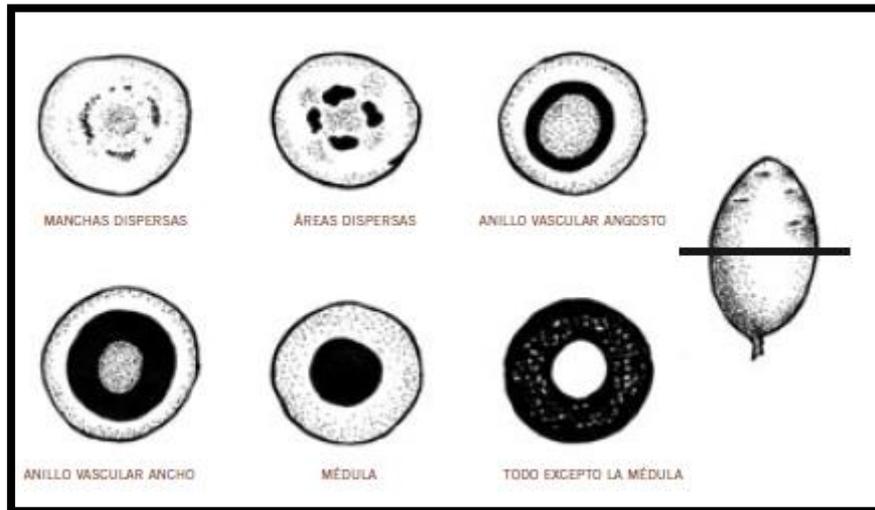
El color predominante cubre la mayor parte de la carne o pulpa del tubérculo

- 1 Blanco
- 2 Crema
- 3 Amarillo claro
- 4 Amarillo
- 5 Amarillo oscuro
- 6 Rojo
- 7 Morado
- 12 Violeta

**b. Color secundario de la carne del tubérculo**

- 0 Ausente

- 1 Blanco
- 2 Crema
- 3 Amarillo claro
- 4 Amarillo
- 5 Amarillo oscuro
- 6 Rojo
- 7 Morado
- 8 Violeta



**Figura 22.** Color Secundario de la Carne del Tubérculo

**c. Distribución del color secundario de la carne del tubérculo**

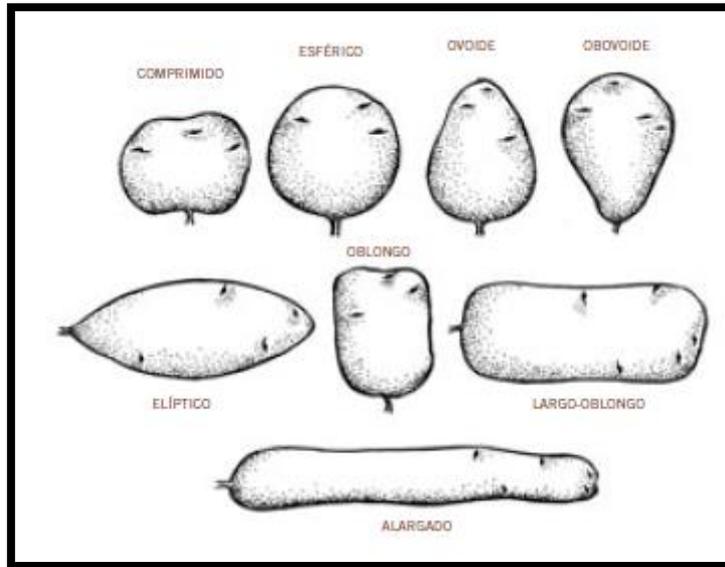
- 0 Ausente
- 1 Manchas dispersas
- 2 Áreas dispersas
- 3 En un anillo vascular angosto
- 4 En un anillo vascular ancho
- 5 En un anillo vascular y en la médula
- 6 En toda la pulpa excepto en la médula
- 7 En manchas salpicadas uniformemente

**11.4.5.3. Forma del tubérculo**

**a. Formas del tubérculo**

- 1 Comprimido, el eje mayor es el más corto
- 2 Esférico, el contorno es casi circular.
- 3 Ovoide, parecido a la sección longitudinal de un huevo. La parte más ancha está dentro del 1/3 de la distancia desde el extremo de inserción del estolón.
- 4 Obovoide, inversamente ovoide con la parte más ancha dentro del 1/3 de la distancia desde el extremo apical donde están los ojos.
- 5 Elíptico, con aproximadamente el mismo ancho a distancias iguales desde los extremos que son ligeramente agudos.
- 6 Oblongo, con un contorno casi rectangular que tiene los lados casi paralelos y las esquinas redondeadas. La proporción del largo y el ancho debe ser más de 1.5.
- 7 Largo-oblongo, la proporción del largo y el ancho debe ser cercana a 2.

8 Alargado, la proporción del largo y el ancho debe ser cercana a 3.



**Figura 23.** Formas del Tubérculo

**b. Formas raras de tubérculo**

0 ausente

1 aplanado, el largo de la sección transversal es más de 3 veces más largo que ancho en cualquier punto del tubérculo.

2 clavado, parecido a un mazo alargado engrosado en un extremo.

3 reniforme, parecido a un riñón.

4 fusiforme, ahusado o con ambos extremos que disminuyen gradualmente.

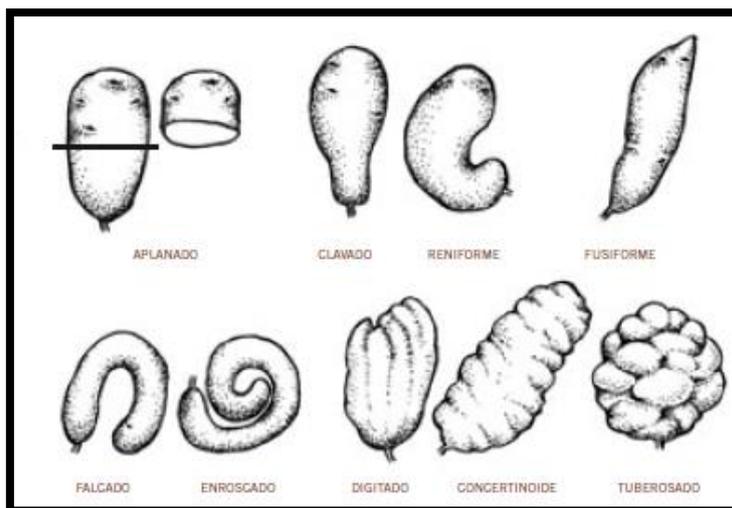
5 falcado, curvado en forma de una hoz o herraje.

6 enroscado, largo y enroscado o curvado en un extremo

7 digitado, parecido a una mano abierta o un puño.

8 concertinoide, parecido a una concertina.

9 tuberosado, cubierto por pocas o muchas protuberancias que le dan una apariencia a una piña o racimo de uvas.



**Figura 24.** Formas Raras de Tubérculo

**c. Profundidad de los ojos de los tubérculos**

Se determina midiendo la longitud en mm de la cavidad donde se ubican las yemas de los tubérculos en un corte longitudinal del tubérculo.

- 1 Protuberante o sobresalido
- 3 Superficial (<2mm)
- 5 Ligeramente profundo (2-4mm)
- 7 Profundo (5-6mm)
- 9 Muy profundo (>6mm)

**d. Número de ojos de los tubérculos**

Número promedio de ojos registrados en por lo menos 5 tubérculos maduros y de un tamaño mediano.

- 1 Muy pocos (<5)
- 3 Pocos (5-7)
- 5 Intermedio (8-10)
- 7 Muchos (>10)

**e. Características de los brotes del tubérculo**

Distribución de la pigmentación antocianínica (rojo o morado) en los brotes de cerca de 1 cm de largo registrado en tubérculos almacenados en la oscuridad. Si los colores predominante y secundario son aproximadamente iguales, se considera como predominante el que está en la base de los brotes.

**f. Color predominante del brote**

- 1 Blanco (incluyendo las áreas verdeadas)
- 3 Rosado
- 5 Rojo
- 7 Morado
- 9 Violeta

**g. Color secundario del brote**

- 0 Ausente
- 1 Blanco (incluyendo las áreas verdeadas)
- 3 Rosado
- 5 Rojo
- 7 Morado
- 9 Violeta

**h. Distribución del color secundario del brote**

- 0 Ausente
- 1 En la base
- 2 En el ápice
- 3 Distribuido a lo largo

**i. Dormancia de los tubérculos**

Determinado por el número de días desde la cosecha de los tubérculos hasta que tengan brotes de 3-4 mm de largo, en tubérculos almacenados a temperatura ambiental.

- 0 Ausente (tubérculos tienen brotes a la cosecha)
- 1 Muy corto (brotamiento en >15 días)
- 3 Corto (brotamiento en 15 a 45 días)
- 5 Intermedio (brotamiento cerca de los 90 días)
- 7 Largo (brotamiento entre los 100 y 120 días)
- 9 Muy largo (brotamiento en <120 días)

11.10. Anexo 10. Certificado de traducción del Abstract.



# The 'A' Team

English Services

Loja, January 13<sup>th</sup>, 2022

## *Certifies*

That I, Amanda del Cisne Hernández Chiriboga translated the abstract of the thesis titled: **“COLLECTION AND MORPHO AGRONOMIC CHARACTERIZATION OF NATIVE POTATO GENOTYPES IN THE INTERANDEAN REGION OF THE PROVINCE OF LOJA FOR THE CONSTRUCTION OF A GERMPLASM BANK AT THE NATIONAL UNIVERSITY OF LOJA”** of the authorship of **YAMILETH ELIZABETH VARGAS JIMÉNEZ**, with the ID Number: 1104938400, from Spanish into English and that to the best of my ability, it is a true and correct translation.

I further certify that I am competent in both Spanish and English to render and certify such translation.



AMANDA DEL CISNE  
HERNANDEZ  
CHIRIBOGA

---

Lic. Amanda del Cisne Hernández Chiriboga  
Senecyt Registry N°: 1008-2020-2216929  
ESL Teacher

