

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PAPAS NATIVAS
(*Solanum* spp.) DE LA PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,
APURÍMAC”**

Presentado por:

WALTER SILVERA RIVERA

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Lima - Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PAPAS NATIVAS
(*Solanum* spp.) DE LA PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS,
APURÍMAC”**

Presentado por:

WALTER SILVERA RIVERA

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

.....
Ing. M. S. Andrés Casas Díaz
PRESIDENTE

.....
Dr. Raúl Blas Sevillano
ASESOR

.....
Ing. Mg. Sc. Gilberto Rodríguez Soto
MIEMBRO

.....
Dr. Sady Javier García Bendezú
MIEMBRO

Lima – Perú

2018

DEDICATORIA

A DIOS, por darme una segunda oportunidad de vida, por ser mi guía y fortaleza constante.

A mis padres por su presencia espiritual

A mis familiares por su comprensión y apoyo

A mis hijos por su paciencia y comprensión por no dedicarles, parte de mi tiempo, en cumplimiento de esta tarea que todo profesional tiene que afrontar.

A todos los agricultores, portadores de la cultura milenaria y prácticas agrícolas tradicionales, que hacen posible la conservación y manejo sostenible del germoplasma de papas nativas en los sistemas de producción andino.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor, Dr. Raúl Blas Sevillano por su amistad, consejos y orientaciones, de igual manera, al Dr. Sady García Bendezú, por su paciencia y aportes valiosos en el presente trabajo.

A los miembros del jurado por la disposición valiosa de su tiempo para la lectura y aportes en el presente trabajo.

Al Ing. Joel Flores , del Instituto de Biotecnología (IBT) de la Universidad Nacional Agraria La Molina, por facilitarme por intermedio del Dr. Raúl Blas Sevillano, el programa Numerical Taxonomy System of Multivariate Statistical Programs (NTSYS-pc) versión 2.1

A mi hermano Adrián, por su apoyo, aliento y consejos valiosos, que permitieron la realización de este anhelo

A mis familiares por formar siempre parte de mi vida, por su atención constante y confianza en todo momento.

A la ONG Asociación Solaris Perú, por darme la oportunidad de participar desde los inicios en la gestión del proyecto, “*Conservación y manejo sostenible del germoplasma de papas nativas en las comunidades campesinas de la provincia de Andahuaylas*”, haciendo posible la asistencia técnica personalizada a cada uno de los productores conservadores de la biodiversidad de papas nativas.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. OBJETIVO GENERAL	3
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1. ASPECTOS GENERALES SOBRE LAS PAPAS CULTIVADAS	4
3.1.1. LAS PAPAS NATIVAS	5
3.1.2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DE LAS PAPAS NATIVAS	5
3.1.3. TAXONOMÍA DE PAPAS CULTIVADAS.....	6
3.1.4. MORFOLOGÍA DE LA PAPA	8
3.1.5. CULTIVO DE LA PAPA NATIVA	13
3.2. RECURSOS FITOGENÉTICOS Y BIODIVERSIDAD EN LOS ANDES	15
3.3. MICROCENTROS DE LA DIVERSIDAD DE PAPAS EN LOS ANDES	16
3.4. CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS (RRFF).....	19
3.5. COLECTAS DE GERMOPLASMA	20
3.6. MORFOTIPO.....	21
3.7. CARACTERIZACIÓN DEL GERMOPLASMA DE PAPAS NATIVAS.....	21
3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS DE CARACTERIZACIÓN	22
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	24
4.1. UBICACIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO.....	24
4.2. ASPECTO GEOGRÁFICO Y CONDICIONES CLIMÁTICAS	25

4.3.	ZONAS AGROECOLÓGICAS	28
4.4.	MATERIALES Y EQUIPOS.....	29
4.5.	MATERIAL GENÉTICO	30
4.6.	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO.....	30
4.6.1.	COLECTA DE TUBÉRCULOS DE GERMOPLASMA DE PAPAS NATIVAS.....	30
4.6.2.	CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE TUBÉRCULOS DE PAPAS NATIVAS.....	31
4.6.3.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA.....	36
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
5.1.	ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA COLECCIÓN DE PAPAS NATIVAS	38
5.1.1.	COLOR DE LA PIEL DEL TUBÉRCULO	38
5.1.2.	FORMA DEL TUBÉRCULO.....	40
5.1.3.	COLOR DE LA PULPA DEL TUBÉRCULO	42
5.2.	ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTOS	44
5.2.1.	ANÁLISIS DEL GRUPO (A).....	48
5.2.2.	ANÁLISIS DEL GRUPO (B).....	56
5.2.3.	ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTOS PARES.....	58
5.2.4.	MORFOTIPOS CON MÁXIMA SIMILITUD MORFOLÓGICA	62
5.3.	ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)	66
VI.	CONCLUSIONES	69
VII.	RECOMENDACIONES.....	70
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	71
IX.	ANEXOS	76

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Categorías en la clasificación de las especies de papa.....	7
Cuadro 2: Clasificación de las especies cultivadas de papa.....	8
Cuadro 3: Ubicación geográfica de las poblaciones del ámbito de estudio.....	25
Cuadro 4: Conservadores de papas nativas, provincia Andahuaylas, Apurímac.....	31
Cuadro 5: Descriptores del color de la piel del tubérculo.....	32
Cuadro 6: Descriptores de la forma del tubérculo	33
Cuadro 7: Relación del diámetro (Di) y longitud del tubérculo (Lo) en formas de papas.	34
Cuadro 8: Descriptores del color de la pulpa del tubérculo de papas nativas.....	35
Cuadro 9: Frecuencia del color principal de la piel del tubérculo, cultivares Grupo (A)..	48
Cuadro 10: Frecuencia del color secundario de la piel del tubérculo, cultivares Grupo (A)	49
Cuadro 11: Frecuencia de distribución del color secundario de la piel del tubérculo, cultivares Grupo (A).....	49
Cuadro 12: Frecuencia de forma general del tubérculo, cultivares Grupo (A).....	50
Cuadro 13: Frecuencia de variantes de forma de tubérculos, cultivares Grupo (A).....	50
Cuadro 14: Frecuencia del color principal de la pulpa del tubérculo, cultivares Grupo (A)	51
Cuadro 15: Frecuencia del color secundario de la pulpa del tubérculo, cultivares Grupo (A)	51
Cuadro 16: Frecuencia de la distribución del color secundario de la pulpa del tubérculo, cultivares Grupo (A).....	52
Cuadro 17: Matriz básica de caracterización de cultivares pares de la colección de papas nativas de la provincia de Andahuaylas, Apurímac	59
Cuadro 18: Matriz básica de caracterización de cultivares pares con máxima similitud morfológica de la colección de papas nativas de la provincia de Andahuaylas, Apurímac	62
Cuadro 19: Valores Propios (Eigen-value), porcentaje de variación y porcentaje acumulado de variación para cada uno de los 10 componentes principales generados a partir de 10 descriptores morfológicos de tubérculos de papas nativas (<i>Solanum</i> spp.).....	67

Cuadro 20: Contribución relativa de 10 descriptores morfológicos para los cuatro primeros componentes principales, usados en el estudio de 240 cultivares de papas nativas (<i>Solanum</i> spp.)	68
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Elementos morfológicos externos del tubérculo de la papa	11
Figura 2: Elementos morfológicos internos del tubérculo de la papa	12
Figura 3: Base de datos especies silvestres (<i>Solanum</i> spp.), Apurímac	17
Figura 4: Base de datos de las especies cultivadas (<i>Solanum</i> spp.), Apurímac	18
Figura 5: Mapa del ámbito de estudio en la provincia Andahuaylas, Apurímac	24
Figura 6 : Temperaturas (°C) máxima y mínima promedio mensual, período multianual (1963-2011) y 2014-2016, provincia Andahuaylas, Apurímac	26
Figura 7: Precipitación mensual (mm), promedio multianual (1965-2012) y período 2014-2016, provincia Andahuaylas, Apurímac.	27
Figura 8: Distribución del color secundario de la piel del tubérculo	32
Figura 9: Forma general y variantes de tubérculos de papas nativas	34
Figura 10: Distribución del color de la pulpa del tubérculo.....	36
Figura 11: Color principal de la piel del tubérculo en papas nativas de Andahuaylas, Apurímac	38
Figura 12: Color secundario de la piel del tubérculo en papas nativas de Andahuaylas, Apurímac	39
Figura 13: Distribución del color secundario de la piel del tubérculo en papas nativas de Andahuaylas, Apurímac	40
Figura 14: Forma general de tubérculos en papas nativas de Andahuaylas, Apurímac.....	41
Figura 15: Variante de forma general de tubérculos en papas nativas de Andahuaylas, Apurímac	41
Figura16: Color principal de la pulpa del tubérculo en papas nativas de Andahuaylas, Apurímac.	42
Figura 17: Color secundario de la pulpa del tubérculo en papas nativas de Andahuaylas, Apurímac	43
Figura 18: Distribución del color secundario de la pulpa del tubérculo en papas nativas de Andahuaylas, Apurímac.	44
Figura 19: Dendograma obtenido en base al análisis de 10 caracteres morfológicos de tubérculos en 240 cultivares de papas nativas (<i>Solanum</i> spp.), provincia Andahuaylas, Apurímac	46

Figura 20: Variabilidad morfológica de cultivares del Grupo (A) de la colección de papas nativas de la provincia Andahuaylas, región Apurímac	53
Figura 21: Variabilidad morfológica de cultivares del Grupo (B) de la colección de papas nativas, provincia Andahuaylas, región Apurímac.....	57
Figura 22: Morfotipos con máxima similitud morfológica de la colección de papas nativas (<i>Solanum</i> spp.), provincia Andahuaylas, Apurímac	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Datos de la colecciones de 240 cultivares de papas nativa (<i>Solanum</i> spp.) de la provincia de Andahuaylas, Apurímac	77
Anexo 2: Tabla de colores para determinar el color del tubérculo	88
Anexo 3: Matriz básica de datos y codificaciones de los diez descriptores morfológicos de tubérculos de la colección de 240 cultivares de papa nativa (<i>Solanum</i> spp.) de la provincia de Andahuaylas, Apurímac	89

RESUMEN

La provincia de Andahuaylas (Apurímac) se caracteriza por su amplia variabilidad de papas nativas (*Solanum* ssp.) cultivadas y conservadas de manera tradicional como recursos estratégicos para la seguridad alimentaria y generación de ingresos económicos. El conocimiento de la diversidad de papas nativas, constituye una herramienta importante para promover el manejo y conservación de las mismas en su hábitat natural. Bajo este contexto se realizó el presente estudio en el marco de la implementación del proyecto “*Conservación y manejo sostenible del germoplasma de papas nativas en las comunidades campesinas de la provincia de Andahuaylas*”, de agosto 2012 a julio de 2015. Para ello se identificaron 11 comunidades campesinas de reconocido prestigio en la producción y conservación de papas nativas cultivadas; donde se realizó la caracterización morfológica del tubérculo en 240 cultivares, empleando diez descriptores morfológicos de tubérculos de papas. Luego se realizó análisis estadístico univariado y multivariado con la finalidad de estimar la variabilidad morfológica en las muestras estudiadas. Se registró alta variabilidad en color de la piel, forma general y variantes del tubérculo, color de la pulpa principal, secundaria y distribución. Los mismos permitieron agrupar en dos grandes grupos a un coeficiente de distancia de 1,6 y se identificaron 239 morfotipos a un coeficiente de distancia con valor cero. El análisis de componentes principales muestra que las variables más discriminantes fueron: distribución del color secundario de la pulpa, color secundario de la pulpa del tubérculo, color principal y secundario de la piel del tubérculo. Estos resultados servirán para generar nuevas estrategias de conservación y utilización de las papas nativas en la provincia de Andahuaylas.

Palabras clave: Papas nativas, caracterización morfológica, variabilidad morfológica, Andahuaylas, Apurímac.

I. INTRODUCCIÓN

La provincia de Andahuaylas, ubicada en la región Apurímac, se caracteriza por su amplia variabilidad de papas nativas, cultivados sobre los pisos altitudinales de 3 000 a 4 200 m.s.n.m., con microclimas y suelos idóneos para la adaptabilidad y desarrollo de la diversidad de papas nativas. Estas ventajas climáticas han hecho posible la especialización de los productores en la conservación y siembra de grupos de cultivares comerciales y no comerciales; el primero, corresponde a las variedades mejoradas y nativas como Huayro, Peruanita, Amarilla Tumbay, Ccompis, Huamantanga, etc., con demanda y consumo generalizado en el mercado regional y nacional; mientras el segundo grupo, constituye las nativas conservadas de manera tradicional como recurso estratégico para la seguridad alimentaria de sus productores (Asociación Solaris Perú, 2015).

La producción de papas nativas no comerciales está relacionada con los productores campesinos que hacen uso de tecnologías de producción ancestrales, heredados en sucesivas generaciones; tienen como principio organizador la “*producción agrícola diversificada*” que se refleja en la mezcla de especies cultivadas en un mismo campo de cultivo o en campos vecinos dentro del rango de los pisos altitudinales, los que permiten conservar la diversidad genética (papas nativas) en continua regeneración y evolución.

En este sentido, muchos sistemas agrícolas manejados en forma tradicional en el tercer mundo constituyen repositorios *in situ* de diversidad vegetal nativa. Además, estos sistemas permiten asegurar dietas diversificadas, mantener una producción estable e intensiva, obtener ingresos diversificados, pero sobre todo aminorar el riesgo a plagas, enfermedades y cambios climáticos (Altieri, 1992).

Por otra parte, a nivel mundial, se vienen dando procesos inminentes de pérdida en los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura como consecuencia del cambio

Climático, despertando el interés en la comunidad internacional para la conservación y revalorización de los recursos genéticos vegetales, entre ellas la biodiversidad de papas nativas. Bajo este contexto se ha ejecutado el proyecto “*Conservación y manejo sostenible del germoplasma de papas nativas en las comunidades campesinas de la provincia de Andahuaylas*”, de agosto 2012 a julio de 2015, con financiamiento del Fondo de Distribución de Beneficios del Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). El objetivo propuesto por el proyecto fue el de “*Contribuir a la conservación y manejo sostenible del germoplasma de papas nativas en las comunidades campesinas de la provincia de Andahuaylas*”, para el cual ha enfocado su intervención a la conservación *in situ* del germoplasma de papas nativas.

Las prácticas de conservación de los recursos genéticos vegetales, según Sevilla y Holle (2004), requieren de un adecuado inventario, el cual exige necesariamente la caracterización morfológica del material genético.

Por estas razones se desarrolló el presente estudio con el objetivo principal de evaluar la variabilidad morfológica de cultivares de papas nativas para promover su conservación y uso sostenible. Para tal efecto se revisó información pertinente al tema del estudio y para la caracterización morfológica se utilizaron los descriptores mínimos desarrollados para las papas nativas (Gómez, 2000; INIA, 2009).

II. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la variabilidad morfológica de cultivares de papas nativas (*Solanum* spp.), en la provincia de Andahuaylas, región Apurímac para promover su conservación y uso sostenible.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar morfológicamente 240 cultivares de papas nativas, colectadas en 11 comunidades de la provincia de Andahuaylas.
- Identificar morfotipos de papas nativas según similitud morfológica, mediante el análisis multivariado.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. ASPECTOS GENERALES SOBRE LAS PAPAS CULTIVADAS

Las papas cultivadas a nivel mundial es reconocida como *Solanum tuberosum* L. ($2n=48$), se incluyen todos los cultivares tetraploides, distinguiendo al grupo de los Andes como subespecie andígena y a las nativas de la Isla de Chiloé, archipiélago de los Chonos y áreas adyacentes en el sur de Chile continental, como subespecie *tuberosum* (Hawkes, 1972b; Hawkes, 1990; citado por Pérez, 2004).

La papa constituye uno de los cultivos alimentarios básicos del mundo, es el tercer cultivo de importancia a escala mundial, después del trigo y el arroz (CIP, 2013). De acuerdo a la estadística mundial (FAOSTAT), el Perú respecto a la producción mundial, ocupó el lugar 14 dentro del conjunto de 150 países que siembran este cultivo; siendo el segundo país con mayor producción en América, después de Estados Unidos; y, el primero en América del Sur (MINAGRI, 2017).

En Perú, las papas nativas, es el principal cultivo de los pequeños productores de la sierra, para quienes es una fuente de ingresos y de alimento. Pero también es muy importante para la población urbana, porque este tubérculo milenario provee nutrientes, cultura y diversidad a la dieta diaria (MINAG, 2008). Según los resultados del IV Censo Nacional Agropecuario 2012 (INEI, 2012), 367 692 hectáreas de la superficie agrícola (19,2 por ciento) son dedicadas a la producción de papas, entre amarillas (Peruanita, Runtush, Huagalina, etc.); blancas (Amarilis, Andina, Canchan, etc.); amargas (Ajanhuiri, Piñaza, Rucky, etc.), Huayro y nativas (Ccompis, Maqtillo, Sani Imilla, etc.). De los cuales 80 446 (22 por ciento) hectáreas corresponden a las papas nativas. Mientras en la región Apurímac, de 33 242 hectáreas de producción de papas, 9 034 hectáreas (27 por ciento) son para producción de papas nativas.

Según la misma fuente estadística (INEI, 2012), a nivel nacional 711 313 productores se dedican al cultivo de la papa, cuya producción constituye la base alimentaria para los productores, asimismo en la fuente de ingresos económicos en beneficio de cerca de 3,5 millones de personas (cada productor sostiene a una familia compuesta por cinco personas en promedio).

3.1.1. LAS PAPAS NATIVAS

Las papas nativas o indígenas (*Solanum* ssp.), son aquellas que han sido generados por los antiguos agricultores; son el resultado de la selección realizada por los productores desde los inicios de la agricultura. En las comunidades campesinas se siembran mezcladas en áreas de producción ubicados por encima de 3 200 msnm; el cual es una excelente manera de reducir la diseminación de plagas o enfermedades y una adecuada estrategia para asegurar la producción de alimentos en caso ocurriera accidentes ambientales como sequía, heladas, etc. (Egúsquiza, 2014). Este tipo de aprovechamiento ha permitido la valorización y la conservación de las papas nativas por sus características muy peculiares de forma, color y sabor debido a su diversidad genética.

3.1.2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DE LAS PAPAS NATIVAS

Estudios recientes parecen indicar que la papa moderna, *Solanum tuberosum* L., fue domesticada a partir del complejo *Solanum brevicaule*, un grupo de veinte taxones o especies silvestres morfológicamente bastante similares, extendiéndose en un vasto territorio desde la región central del Perú hasta el área septentrional de la República Argentina. Probablemente, la especie *Solanum bukasovii*, perteneciente al grupo de la *Solanum brevicaule*, dio lugar a la primigenia papa cultivada, la *Solanum stenotomum*, en la orilla norte del lago Titicaca, aproximadamente hace unos 7 000 u 8 000 años. Estas *Solanum stenotomum* eran papas diploides primitivas, con igual número de cromosomas al de sus ancestros silvestres (Watanabe *et al.*, 2008).

Los últimos estudios moleculares sobre la taxonomía de la papa, *Solanum tuberosum* L., viene contribuyendo en aclarar el origen y distribución de las mismas. Pues así, se establecen que el origen y domesticación de esta especie tuvo lugar en la sierra del Perú, aparentemente en una región que incluye los actuales departamentos de Huánuco, Cerro de Pasco, Junín,

Huancavelica, Apurímac, Ayacucho, Cuzco y Puno (Morales, 2007). Sin embargo, en la región Puno se presenta la mayor variabilidad de formas cultivadas, más aún, es la única área conocida donde están las ocho especies cultivadas creciendo juntas. Igualmente esta misma región alberga unas 54 especies silvestres del total de las 191 descubiertas hasta ahora en todo el hemisferio occidental (Ochoa, 1999).

No queda duda de que el Perú es la patria de origen de la papa y la nación genitora de su milenario proceso de domesticación y mejoramiento. El Centro Internacional de la Papa (CIP), tiene registrado 3 833 variedades de papas silvestres y cultivadas, adaptadas a todos los climas, a todos los suelos, resistente a todas las plagas, con gran tolerancia a estreses bióticos y abióticos, de las cuales 2 301 son oriundos del Perú, dentro de ellas el país posee 92 de las 187 especies silvestres encontradas a lo largo de la cordillera de los Andes, 83 de las cuales son endémicas (Watanabe *et al.*, 2008).

3.1.3. TAXONOMÍA DE PAPAS CULTIVADAS

En el Perú existe una gran diversidad de papas nativas. Actualmente, la taxonomía de las especies cultivadas de papa sigue siendo muy complicada, ya que usualmente muchas especies de papa presentan una apariencia muy diferente, pero mantienen la capacidad para hibridarse de forma natural cuando se encuentran en contacto, lo que genera alta variabilidad y hace difícil determinar los límites entre especies (Spooner y Salas, 2006; citado por Durand, 2012).

En el Cuadro 1, se muestra las categorías en la clasificación de las especies de papa. La familia *Solanaceae* contiene alrededor de 2 000 especies de amplia distribución mundial. Distribuido en varios Géneros, conformado por plantas herbáceas, cuya inflorescencia es una cima; el ovario presenta dos carpelos; el fruto es una baya; las semillas son aplanadas y el embrión es curvo. Este género al dividirse origina el Subgénero *Potatoe* (G.Don) D'arcy, que se caracterizan por plantas con articulación de pedicelos alejada de la base del cáliz. El Subgénero *Potatoe* se divide en secciones, donde la Sección *Petota* incluye las especies formadoras de tubérculos, y que a la vez está dividida en 19 Series (Hawkes, 1990), grupos de especies agrupadas de acuerdo a su distribución geográfica y a sus caracteres morfológicos y genéticos semejantes. Dentro de la Serie Tuberosa se encuentra la especie tetraploide cultivada *Solanum tuberosum* L. ssp. *tuberosum* Hawkes y *Solanum tuberosum*

ssp. *andigena* (Juz. et Buk.) Hawkes, otras especies diploides cultivadas emparentadas, y un gran número de especies silvestres no cultivadas posiblemente emparentadas (Egúsqiza, 2014) y (Grun, 1990).

En relación a la clasificación taxonómica de las especies cultivadas por niveles de ploidía. Según Hawkes (1990), la papa está dividida en siete especies; en nueve según Ochoa (1999) y Spooner *et al.* (2007), clasificaron las papas nativas en cuatro especies (Cuadro 2). La especie *S. tuberosum* L., con dos grupos cultivados: Andígena (Andiegenum) y Chilotanum; en el primero se incluyen todas las papas andinas, tanto diploides como tetraploides, que crecen a lo largo de los Andes desde Venezuela hasta Argentina, y el segundo está conformado por las papas adaptadas a día largo, que crecen en las tierras bajas del centro y sur de Chile, incluyendo las islas del archipiélago de los Chonos (Ames y Spooner, 2008).

Cuadro 1: Categorías en la clasificación de las especies de papa

Categorías		Características principales
Familia	<i>Solanaceae</i>	Contiene alrededor de 200 especies y amplia distribución mundial
Género	<i>Solanum</i>	Plantas herbáceas; inflorescencia es una cima; el ovario presenta dos carpelos; el fruto es una baya; las semillas son aplanadas y el embrión es curvo
Subgénero	<i>Potatoe</i>	Plantas con articulación de pedicelos alejados de la base del cáliz
Sección	<i>Petota</i>	Las plantas presentan estolones y tubérculos
Serie	XIX Series	Grupos de especies agrupadas de acuerdo a su distribución geográfica y a sus caracteres morfológicos y genéticos semejantes
Especie	Alrededor de 200 especies silvestres y 8 especies cultivadas	Crece en forma natural solamente en América. Amplia variación
Variedad	Alrededor de 3500 variedades	Presentan amplia variación

FUENTE: Egúsqiza (2014)

Cuadro 2: Clasificación de las especies cultivadas de papa

Ploidía	Hawkes (1990)	Ochoa (1990,1999)	Spooner <i>et al.</i> (2007)
2X	<i>S. x ajanhuiri</i> <i>S. Stenotomum</i> <i>S. phureja</i>	<i>S. ajanhuiri</i> <i>S. Stenotomum</i> <i>S. goniocalyx</i> <i>S. phureja</i>	<i>S. ajanhuiri</i>
3X	<i>S. x chaucha</i> <i>S. x juzepczukii</i>	<i>S. chaucha</i> <i>S. juzepczukii</i>	<i>S. juzepczukii</i>
4X	<i>S. tuberosum</i> ssp. <i>andígena</i> ssp. <i>tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i> ssp. <i>andígena</i> ssp. <i>tuberosum</i> <i>S. hygrothermicum</i>	<i>S. tuberosum</i> ssp. <i>andígena</i> ssp. <i>tuberosum</i>
5X	<i>S. x curtilobum</i>	<i>S. curtilobum</i>	<i>S.x curtilobum</i>

FUENTE: Rodríguez (2009)

3.1.4. MORFOLOGÍA DE LA PAPA

El conocimiento de los elementos morfológicos de la planta de papa cultivada tiene aplicaciones en las necesidades técnicas de identificación, diferenciación e investigación. En términos generales, la planta de papa es un organismo de consistencia herbácea, conformada esencialmente por un sistema de tallos aéreos y subterráneos que sostienen a las estructuras que realizan las funciones de reproducción (flores), fotosíntesis (hojas) absorción (raíces) y almacenamiento (tubérculos). El sistema de tallos aéreos, está conformado por los tallos principales, tallos secundarios, ramas y tallos estoloníferos. Los tallos subterráneos son los estolones y tubérculos. El tubérculo semilla, estructura para la propagación vegetativa o semilla agronómica, es igualmente un tallo modificado con yemas diferenciadas en brotes (Egúsquiza, 1991).

a. El brote

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. El extremo basal del brote forma normalmente la

parte subterránea del tallo y se caracteriza por la presencia de lenticelas. Después de la siembra, esta parte rápidamente produce raíces y luego estolones o tallos laterales. El extremo apical del brote da origen a las hojas y representa la parte del tallo donde tiene lugar el crecimiento del mismo (Huamán, 1986).

b. El tallo

El sistema de tallos de la papa 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. Los tallos laterales son ramas de los tallos principales. En el corte transversal, los tallos de papa presentan formas entre circulares y angulares. A menudo, en los márgenes angulares se forman alas o costillas. Las alas pueden ser rectas, onduladas o dentadas. El tallo generalmente es de color verde y algunas veces puede ser de color marrón-rojizo o morado. Los tallos pueden ser sólidos o parcialmente tubulares debido a la desintegración de las células de la médula. Las yemas que se forman en el tallo a la altura de las axilas de las hojas pueden desarrollarse para llegar a formar tallos laterales, estolones, inflorescencias y, a veces, tubérculos aéreos (Ibíd.)

c. La raíz

Las plantas de papa pueden desarrollarse a partir de una semilla o de un tubérculo. Cuando crecen a partir de una semilla, forman una delicada raíz axonomorfa con ramificaciones laterales. Cuando crecen de tubérculos, primero forman raíces adventicias en la base de cada brote y luego encima de los nudos en la parte subterránea de cada tallo. Ocasionalmente se forman raíces también en los estolones. En comparación con otros cultivos, la papa tiene un sistema radicular débil, por lo cual necesita un suelo de muy buenas condiciones físicas y químicas para su desarrollo. El tipo de sistema radicular varía de delicado y superficial a fibroso y profundo (Ibíd.)

d. La hoja

Las hojas están distribuidas en espiral sobre el tallo. Normalmente son compuestas e imparipinnadas, tienen un raquis central con folíolos primarios, secundarios y hasta terciarios. La parte del raquis que se encuentra debajo del par inferior de folíolos primarios

corresponde al peciolo; generalmente cada foliolo está unido al raquis por el peciolulo y en algunas hojas los foliolos son sésiles (sin peciolulo). Las hojas constan de tres a siete pares de foliolos primarios cuyo tamaño aumenta conforme se van alejando de la axila (Huamán, 1984; Sánchez, 2003)

e. La flor

Desde el punto de vista agrícola, las características de la flor tienen importancia para la diferenciación y reconocimiento de variedades; por ello, el número de especies y variedades de papa ofrecen una gama de variación, de características en la floración y en los elementos de la flor; las características de la flor son constantes, pero la floración, la fertilidad del polen y el óvulo puede ser modificado por el ambiente (Egúsqüiza, 2000).

f. El fruto y la semilla

El fruto o baya de papa se forma por el desarrollo del ovario. Para efectos de producción existen dos clases de semilla: semilla botánica (semilla sexual) y el tubérculo semilla (tallos subterráneos). La semilla sexual es el óvulo fecundado y maduro, su número puede variar desde cero hasta 400 contenidos en el fruto; la producción comercial de papa a partir de la semilla sexual es una tecnología muy prometedora, aunque requiere de mayor investigación y desarrollo (Ibíd.)

g. Estolones

El Estolón es un tallo que se origina en la yema del tallo subterráneo. El extremo del estolón tiene la forma de "gancho". Es un tallo especializado en el transporte de las sustancias (azúcares) producidas en las hojas y que se almacenarán en el tubérculo en forma de almidones. El número y longitud de los estolones depende de la variedad, del número de tallos subterráneos y de todas las condiciones que afectan el crecimiento de la planta (Egúsqüiza, 2014).

h. Tubérculos

Morfológicamente descritos, los tubérculos son tallos modificados y constituyen los principales órganos de almacenamiento de los fotosintatos de la planta de papa. Un tubérculo tiene dos extremos: el basal, o extremo ligado al estolón, que se llama *talón*, y el extremo opuesto, que se llama extremo *apical o distal*.

Los ojos se distribuyen sobre la superficie del tubérculo siguiendo una espiral, se concentran hacia el extremo apical y están ubicadas en las axilas de hojas escamosas llamadas “cejas”. Según la variedad, las cejas pueden ser elevadas, superficiales o profundas. Cada ojo contiene varias yemas. Los ojos del tubérculo de papa corresponden morfológicamente a los nudos de los tallos; las cejas representan las hojas y las yemas del ojo representan las yemas axilares. Las yemas de los ojos pueden llegar a desarrollarse para formar un nuevo sistema de tallos principales, tallos laterales y estolones. Generalmente, cuando el tubérculo ha madurado, las yemas de los ojos están en un estado de reposo y, por ello, no pueden desarrollarse. Al cabo de cierto tiempo, que depende de la variedad, las yemas del ojo apical son las primeras en salir del reposo; esta característica se llama *dominancia apical*. Más tarde, las yemas de los otros ojos se desarrollan para convertirse en brotes (Figura 1).

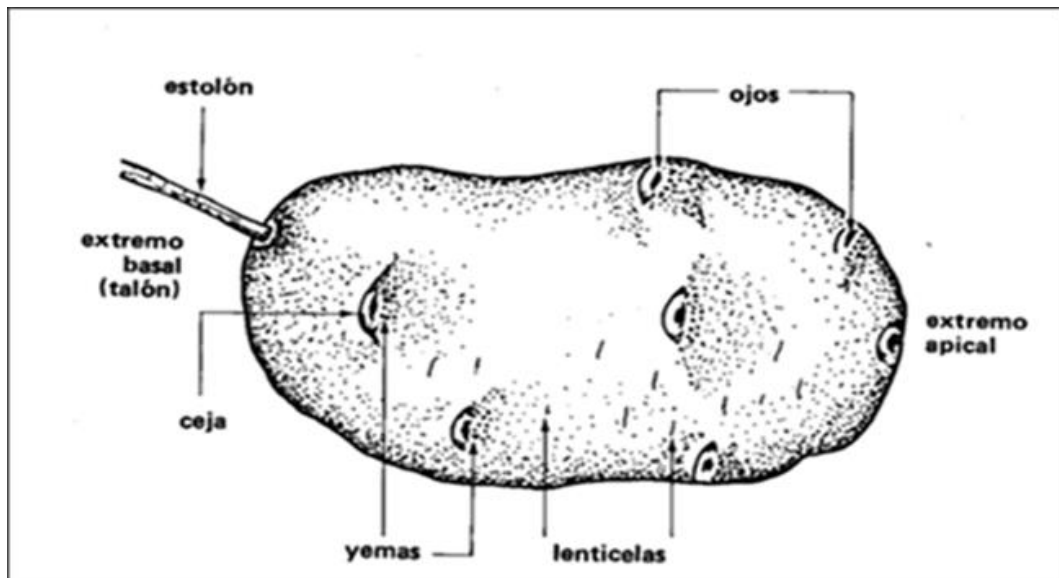


Figura 1: Elementos morfológicos externos del tubérculo de la papa

FUENTE: Huamán (1986)

En un corte longitudinal el tubérculo muestra los elementos siguientes, del exterior hacia el interior: peridermo o piel, corteza, sistema vascular, parénquima de reserva y tejido medular o médula. El peridermo o la piel es una delgada capa protectora en el exterior del tubérculo. Su color puede variar entre blanco crema, amarillo, anaranjado, rojo o morado.

Algunos tubérculos tienen dos colores. La piel es generalmente suave y en algunas variedades es tosca o áspera. La piel sale fácilmente al frotarla cuando el tubérculo no ha madurado. Por eso, el daño de la piel es frecuente cuando se cosechan tubérculos antes de su madurez (Figura 2).

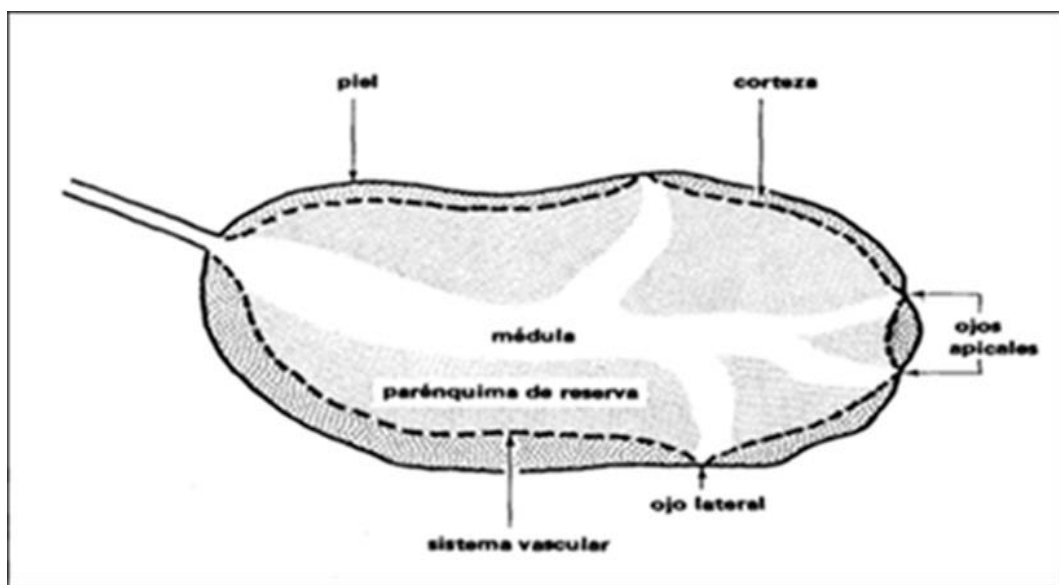


Figura 2: Elementos morfológicos internos del tubérculo de la papa

FUENTE: Huamán (1986)

En la superficie de la piel se encuentran distribuidas las *lenticelas* (poros respiratorios) por las cuales se efectúa el intercambio de gases entre el tubérculo y el ambiente. En condiciones húmedas, las lenticelas aumentan de tamaño y se ven como puntos blancos prominentes.

La corteza está inmediatamente debajo de la piel. Es una banda delgada de tejidos de reserva, que contiene principalmente proteínas y almidones.

El sistema vascular conecta los ojos del tubérculo entre sí y al tubérculo con otras partes de la planta.

Dentro del anillo vascular se encuentra el parénquima de reserva, que es el tejido principal de almacenamiento y ocupa la mayor parte del tubérculo. La médula constituye la parte central del tubérculo.

Todos los elementos, de la corteza a la médula, constituyen la pulpa del tubérculo, la cual en las variedades comerciales es normalmente de color blanco, crema o amarillo pálido. Sin embargo, algunos cultivares primitivos también producen tubérculos cuya pulpa es de color amarillo oscuro, rojo, morado o bicolor.

Respecto a la forma general y colores comunes en tubérculos. Egúsqüiza (2014) menciona que las formas más comunes son redondas, ovales y oblongas, además existen variedades con forma redonda comprimida, elíptica, larga, aplanadas, clavadas, reniformes, fusiformes, falcadas, enroscadas, digitadas, concertinoides y otras muy tuberosada. Los colores más comunes de la piel de los tubérculos son el blanco crema, amarillo, rosado, rojo y morado aunque también existen los de piel marrón, anaranjada, rojo morado y los de piel negra. Los tubérculos de algunas variedades presentan jaspeados o manchas de color secundario en la piel cuya distribución puede ser en los ojos, en las cejas, alrededor de los ojos, en áreas irregulares o como anteojos en los ojos.

3.1.5. CULTIVO DE LA PAPA NATIVA

a. Condiciones de clima y suelo

Según López *et al.* (1980), el cultivo de la papa dada su gran capacidad de adaptación a variadas condiciones climáticas, puede cultivarse desde el nivel del mar hasta los 4 000 m.s.n.m. y desde los 4° a 18° de Latitud Sur. Requiere preferentemente una temperatura que oscila entre 15 °C a 22 °C, para el período de emergencia y crecimiento; de 14 °C a 18 °C en la fase de tuberización y una humedad relativa de 70 a 80 por ciento. Requiere suelos profundos, bien drenados y con abundante materia orgánica mineralizada (suelos húmíferos), son los más adecuados, hallándose muchos de estos tipos de suelo en las zonas alto andinas.

b. Preparación del terreno

Ramírez (2013), refiere que la preparación del terreno para el cultivo de la papa en la provincia de Andahuaylas, se realiza con herramientas tradicionales mediante: 1) la fuerza humana de los productores y sus familiares, 2) mediante la tracción animal (buey, caballos) y 3) mecanizada con el servicio del alquiler del tractor agrícola. El uso de los mismos depende de la economía de los productores y la topografía del terreno identificados para la implementación del cultivo. La preparación del terreno empieza con la remoción de la tierra en los meses de abril a mayo e incluso en algunos casos en junio con araduras entre 30 a 40 cm de profundidad; luego en el mes de setiembre realizan la segunda aradura para dejarla bien mullida.

c. Siembra

La siembra es el siguiente paso en el proceso de producción de las papas nativas; esta se realiza a fines del mes de setiembre o en el mes de octubre, prolongándose incluso hasta la segunda semana de noviembre en función a los pisos altitudinales y el calendario agrícola de las comunidades; para lo cual, se seleccionan las mejores semillas de la campaña anterior, depositándose en el fondo de los surcos a una profundidad de 10 a 15 cm Para esta labor se recurre a la mano de obra familiar o la contratación de jornaleros locales.

d. Labores agronómicas

- **Control de malezas**

Consiste en eliminar todo tipo de plantas ajenas al cultivo principal, incluyendo los de papa del cultivo anterior, el control de malezas se debe hacer oportunamente y es manual utilizando lampas.

- **Aporques**

Se realiza con el fin de dar mayor sostén a las plantas y favorecer la formación y desarrollo de los tubérculos dentro del suelo, evitando el verdeo de los mismos. Asimismo, para proteger el daño por insectos y enfermedades por lo que se

recomienda un aporque alto que cubra bien el tallo principal, la altura varía de acuerdo a la variedad, la misma se realiza a una altura de 30 a 40 cm previa fertilización.

e. Control fitosanitario

El control fitosanitario se inicia con la desinfección de tubérculos semillas después de la selección y clasificación antes de la siembra. Durante el período vegetativo y desarrollo del cultivo, los tratamientos se efectúan de acuerdo a la presencia de plagas y enfermedades.

Para controlar las principales plagas de la papa, se recomienda implementar el Manejo Integrado de Plagas (MIP). El MIP considera las condiciones ecológicas y socioeconómicas de un agro-ecosistema como una unidad, y se esfuerza por mantener una productividad sostenible. Se enfoca en el control de plagas, utilizando los factores limitantes naturales y una integración de técnicas que dan prioridad a los métodos biológicos, mejoramiento genético y prácticas culturales, restringiendo el uso de plaguicidas químicos a un mínimo necesario. Las medidas para el control de plagas consideran anticipadamente, los impactos ecológicos, toxicológicos y económicos, dando preferencia a los métodos no químicos que a las aplicaciones de plaguicidas químicos (Alcázar *et al.*, 2012; citado por Ramírez, 2013).

f. Cosecha

La cosecha se realiza cuando los tubérculos están maduros, se reconoce esta etapa cuando el follaje presenta amarillamiento y marchitez, otra forma de reconocer es cogiendo un tubérculo al friccionarla con la mano no debe pelarse.

3.2. RECURSOS FITOGENÉTICOS Y BIODIVERSIDAD EN LOS ANDES

Los “Recursos Fitogenéticos”, según el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2009), se entiende como cualquier material genético de origen vegetal de valor real o potencial para la alimentación y la agricultura, incluido el material reproductivo y de propagación vegetativa, que contiene unidades funcionales de la herencia.

Los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura, son la materia prima sobre la que el mundo depende para mejorar la productividad y calidad de los cultivos, la ganadería, la silvicultura y la pesca, así como para mantener poblaciones saludables de especies silvestres. Por tanto, la conservación y el uso sostenible de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura están en el centro de la seguridad alimentaria y la nutrición. La conservación y el uso de una amplia gama de la diversidad - tanto entre especies y dentro de las especies - significa asegurar opciones para responder a los retos del futuro. En tanto el término “*biodiversidad*” es la totalidad de los genes, las especies y los ecosistemas de una región. La riqueza actual de la vida de la Tierra es el producto de cientos de millones de años de evolución histórica. A lo largo del tiempo, surgieron culturas humanas que se adaptaron al entorno local, descubriendo, usando y modificando recursos bióticos locales (WRI *et al.*, 1992).

En este marco la conservación de la biodiversidad en los Andes se sustenta en una serie de costumbres ancestrales, propias de las culturas andinas. Los agricultores usan estrategias que les permiten conservar y utilizar la biodiversidad a la vez. Algunas estrategias claves son: sembrar diferentes variedades de una misma especie en forma de mezcla en un mismo campo (múltiples variedades); sembrar en diferentes pisos ecológicos; sembrar varias parcelas de cada cultivo; sembrar en fechas diferentes; labores agrícolas con sentido de reciprocidad o “ayni”; usar el trueque como una estrategia de difusión de variedades o refrescamiento de semillas “cansadas” (Sevilla y Holle, 2004).

3.3. MICROCENTROS DE LA DIVERSIDAD DE PAPAS EN LOS ANDES

Los Andes es una zona de agricultura tradicional que puede ser considerada como un “macrocentro” de diversidad, especialmente de cultivos andinos (granos, raíces, tubérculos, forrajes y frutas). Sin embargo, la mayor diversidad se concentra en algunos “microcentros” o sea áreas geográficas definidas, donde la conservación se hace sostenible en el tiempo, en el espacio y entre las familias. Los microcentros son posiblemente el producto de un largo proceso de coevolución entre las plantas silvestres, los domesticadores iniciales y la agricultura prehispánica. En el Perú, la identificación de microcentros de diversidad de especies cultivadas es un proceso que se ha dinamizado después de 1992 cuando se suscribió la Convención de Diversidad Biológica que dio partida de nacimiento formal a la conservación *in situ*. (Sevilla y Holle, 2004). Por otra parte, Ochoa (1965), sostiene que la

sierra central del Perú es un reservorio importante de genes y una fuente invaluable para la elucidación de los problemas sobre el origen y la evolución de las especies de papa. Esto es aún más importante si se considera como centro de origen de la subespecie andígena. Por estas razones el mismo autor, como resultado de sus misiones de exploración y colecta de especies cultivadas y silvestres establece la base de datos de especies silvestres y cultivadas del Perú, llegando a publicar el mismo en el año 2003 bajo el título “*Las papas del Perú: base de datos 1947-1997*”; en la que se reporta para la región Apurímac 15 especies de papas silvestres en base a la colecta de 212 muestras a lo largo del recorrido por las siete provincias de la región. El lector podrá notar que la especie *Solanum bukasovii*, es la más abundante con distribución en las siete provincias; en segundo lugar se ubica *Solanum marinasense* con distribución en cinco provincias de las siete que integran la región Apurímac, destacando la provincia de Grau. En tercer lugar se ubica *Solanum coelestispetalum*; mientras las demás especies se encontraron en menores cantidades. Esto significaría el potencial de especies silvestres de papas de la región Apurímac, es más aún, si se considera a la especie *Solanum bukasovii* como posible ancestro de la primera especie cultivada, *Solanum stenotomum*, lo cual explicaría la diversidad existente en papas nativas de la región Apurímac (Figura 3).

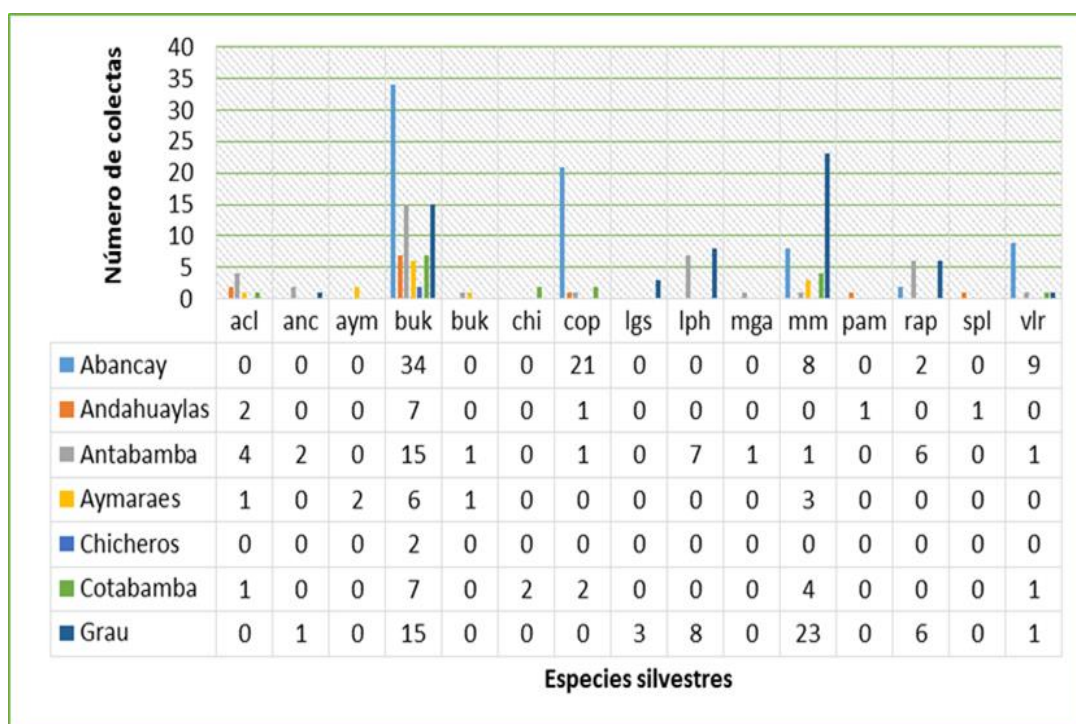


Figura 3: Base de datos especies silvestres (*Solanum* spp.), Apurímac

FUENTE: Elaboración propia en base a (Ochoa,2003)

Donde:

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1. acl (<i>S. acaule</i>) | 9. lph (<i>S. leptophyes</i>) |
| 2. anc (<i>S. ancoripae</i>) | 10. mga (<i>S. megistacrolobum</i>) |
| 3. aym (<i>S. aymaraesense</i>) | 11. mm (<i>S. marinasense</i>) |
| 4. buk (<i>S. bukasovii</i>) | 12. pam (<i>S. pampasense</i>) |
| 5. buk (<i>S. bukasovii f. multidissectum</i>) | 13. rap (<i>S. raphanifolium</i>) |
| 6. chi (<i>S. chillonanum</i>) | 14. spl (<i>S. sparsipilum</i>) |
| 7. cop (<i>S. coelestispetalum</i>) | 15. vlr (<i>S. velardei</i>). |
| 8. lgs (<i>S. longiusculus</i>) | |

En especies cultivadas en la región Apurímac, Ochoa (2003), identificó siete especies distribuidos a lo largo de las siete provincias. Entre las cuales destacan, en primer lugar, *Solanum tuberosum subsp.andígena* (Juz.et Buk.) Hawkes, principalmente en la provincia de Antabamba, seguido por Andahuaylas, Chincheros, Aymaraes, Cotabamba, Abancay y Grau. La especie *Solanum chaucha* Juz.et Buk., ocupa el segundo lugar en abundancia de muestras colectadas y tercero en distribución respecto a la primera especie; asimismo, *Solanum stenotomum* Juz.et Buk., se ubica en el tercer lugar en abundancia y segundo en distribución después de *S. tuberosum subsp.andígena*. En menores cantidades, tanto en muestras colectadas como en distribución se encuentran *Solanum curtilobum* Juz.et Buk.; *Solanum juzepczukii* Buk.; *Solanum phureja* Juz.et Buk. Mientras *Solanum ajanhuiri* Juz., et Buk., y *Solanum hygrothermicum* Ochoa, no fueron reportados (Figura 4)

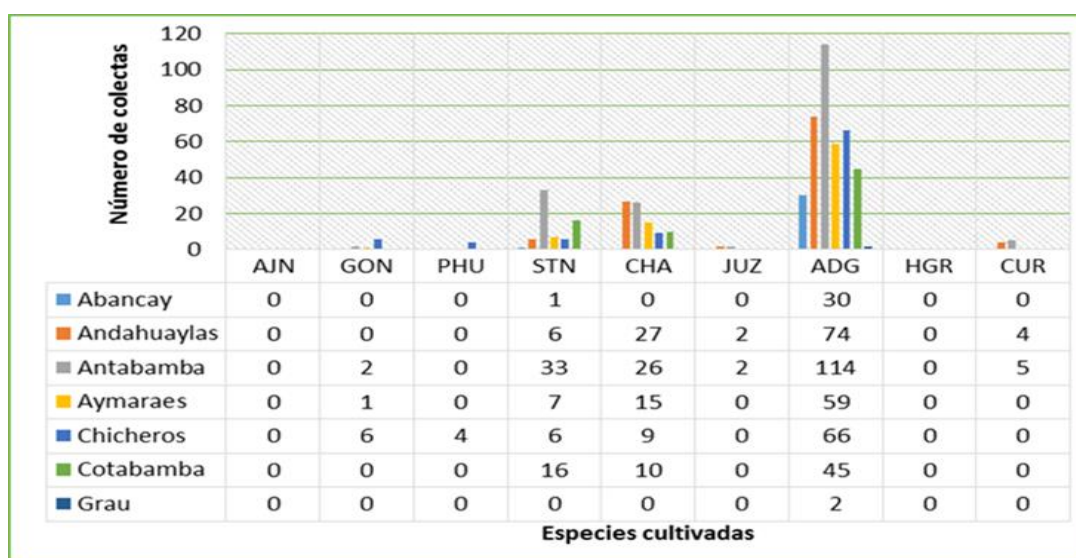


Figura 4: Base de datos de las especies cultivadas (*Solanum spp.*), Apurímac

FUENTE: Elaboración propia en base a (Ochoa, 2003)

Donde:

1. AJN (*Solanum ajanhuiri* Juz.et Buk.)
2. GON (*Solanum goniocalyx* Juz.et Buk.)
3. PHU (*Solanum phureja* Juz.et Buk.)
4. STN (*Solanum stenotomum* Juz.et Buk.)
5. CHA (*Solanum chaucha* Juz.et Buk.)
6. JUZ (*Solanum juzepczukii* Buk.)
7. ADG (*Solanum tuberosum* subsp. *andigena* (Juz. et Buk.) Hawkes)
8. HGR (*Solanum hygrothermicum* Ochoa)
9. CUR (*Solanum curtilobum* Juz.et Buk.)

3.4. CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS (RRFF)

Las plantas se conservan dependiendo de su necesidad y/o utilidad actual o futura. Los recursos fitogenéticos se pueden conservar en su hábitat natural (*in situ*), en condiciones diferentes a las de hábitat natural (*ex situ*), o combinando ambos métodos, es decir, de manera complementaria (Jaramillo y Baena, 2000).

La conservación de los RRFF es una labor continua, de largo plazo, que implica inversiones importantes en tiempo, personal, instalaciones y operación, justificables en función de las necesidades no del deseo o conveniencia de conservar un material. Las razones para conservar las especies objetivo se deben definir con base a criterios lógicos, científicos y económicos como la necesidad, el valor, uso de las especies y la factibilidad de conservarlas (Maxted *et al.*, 1997).

a. Conservación *in situ*

La conservación *in situ*, en un sentido amplio, se refiere al cuidado de la biodiversidad en su entorno natural, en su sitio de origen. Además de atender el cuidado de una parte importante de los ecosistemas naturales, permite proteger las poblaciones de especies de flora y fauna silvestre y, por tanto, procurar condiciones mínimas para el mantenimiento de su variedad genética en estado silvestre (Pérez, 2004).

La metodología de conservación de la diversidad de papas nativas, en las comunidades campesinas de Andahuaylas, asociado a los cultivares comerciales en un mismo campo o en campos vecinos, se contextualiza a la metodología de conservación *in situ* en fincas o “chacras”, que implica el mantenimiento de razas nativas o cultivares, no de especies silvestres, en los ambientes en que han desarrollado sus propiedades diferenciadoras, junto con sus polinizadores, la biota edáfica, y otra biodiversidad asociada. La conservación en fincas se ha definido como “*el manejo sostenible que dan los agricultores a la diversidad genética de variedades de cultivos tradicionales desarrollados localmente*” (Bioversity International, 2012).

b. Conservación *ex situ*

Se define así a la conservación de los componentes de la diversidad fuera de su hábitat natural, estas técnicas datan de los años 60s y 70s, conduciendo al establecimiento del consejo internacional para los recursos filogenéticos “IBPGR” en 1974 (hoy IPGRI). Esas acciones respondían de manera urgente a la necesidad de salvar los recursos genéticos de las plantas cultivadas, especialmente en los denominados “*centros Vavilov de la biodiversidad*” para ello se desarrolló las técnicas científicas de muestreo, almacenamiento y evaluación. La primera idea fue conservar la diversidad genética fuera de los campos de los agricultores mediante la recolección de material en el campo, su descripción y conservación bajo condiciones naturales, en los llamados bancos filogenéticos de trabajo o en almacenes especiales refrigerados, llamados bancos de germoplasma (Tapia, 1993).

3.5. COLECTAS DE GERMOPLASMA

La labor de colecta requiere del conocimiento del “*germoplasma*” de una especie vegetal cultivada que incluyen a cultivares nativos de la especie, cultivares mejorados, poblaciones en proceso de mejoramiento, especies silvestres relacionadas, y especies cultivadas relacionadas (Sevilla, 2006).

Se denomina colectas al proceso de obtención de muestras de semillas representativas de poblaciones vegetales silvestres o variedades de especies cultivadas. Las muestras deben ser de semillas, que tengan la facultad de germinar y desarrollar plantas parecidas a las plantas madre si se siembran en ambientes similares. Las colecciones de germoplasma se realizan

con la finalidad de: conservar la diversidad de la especie, obtener germoplasma para usarlo en mejoramiento genético o en la búsqueda de nuevas formas no disponibles en los bancos de germoplasma (Sevilla y Holle, 2004).

3.6. MORFOTIPO

En las plantas agámicas o de reproducción vegetativa, se usa el termino morfotipo para diferenciar poblaciones de individuos. Un morfotipo está definido por una serie de características principalmente morfológicas, es decir son plantas que muestran el mismo fenotipo, pero no necesariamente tienen la misma constitución genética (Sevilla y Holle, 2004).

3.7. CARACTERIZACIÓN DEL GERMOPLASMA DE PAPAS NATIVAS

Caracterizar, es determinar los atributos peculiares de alguien o algo, de modo que claramente se distinga de los demás (Diccionario de la Real Academia Española, 2001). Por lo tanto, caracterizar un material vegetal, sean hojas, tallos, flores, frutos o tubérculos, es determinar los atributos peculiares de dicho material vegetal, con los cuales podamos diferenciarlos fácilmente.

Según Gómez (2000), la caracterización consiste en la conversión de los estados de un carácter en términos de dígitos, datos o valores, mediante el uso de descriptores. Todos los estados de un mismo carácter deben ser homólogos. No todas las formas o caracteres pueden describir consistentemente las plantas. Hay que elegir caracteres conocidos como descriptores, codificadores o marcadores morfológicos. *“Los Descriptores en general son características morfológicas que se manifiestan más o menos establemente bajo diferentes condiciones de medio ambiente”*. Esto significa que una característica morfológica para ser considerada como descriptor, no debe ser afectada en su expresión, por las diferentes condiciones medio ambientales, o si son afectadas, estas variantes deben ser mínimas; en cuanto así ocurra serán descriptores consistentes que permitan una adecuada caracterización morfológica.

No podemos utilizar lo que no conocemos. Esto es lo que sucede frecuentemente con el germoplasma, sobre todo en los países que cuentan con una gran diversidad biológica

(Sevilla y Holle, 2004). La caracterización del germoplasma se inicia con la colección de los especímenes representativos de una población o especie. Esta debe finalizar con la difusión de la información pertinente de las características del germoplasma para que posteriormente pueda ser utilizada por los usuarios.

El objetivo principal de la caracterización es describir y dar a conocer el valor del germoplasma. Hay otros objetivos más específicos como la identificación taxonómica correcta; la descripción morfológica; la evaluación de caracteres de valor agronómico; las estimaciones de variabilidad fenotípica y genética; y las relaciones entre características. Para cumplir con dichos objetivos los investigadores se valen de descriptores morfológicos, técnicas bioquímicas y marcadores moleculares (caracterización del genoma).

3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS DE CARACTERIZACIÓN

a. Organización de los datos, matriz básica de datos (MBD)

La matriz básica de datos (MBD) se construye a partir de la información que se obtiene en la caracterización y evaluación de especies (cultivares); consiste en un arreglo en forma de cuadrícula con tantas filas como cultivares existentes (**n**) y una columna para cada variable (**p**). La matriz básica de datos (MBD), constituye el punto de partida para la aplicación de las diferentes herramientas estadísticas.

b. Métodos para el análisis de datos de caracterización

Los datos de caracterización morfológica se pueden analizar mediante el empleo de métodos estadísticos simples o complejos, que van desde el uso de gráficos y estadísticas de tendencia central y dispersión hasta los multivariados. El análisis tiene el propósito de reducir el volumen de información característico en trabajos de esta naturaleza. Mediante la aplicación de estos métodos sobre la MBD es posible obtener conclusiones acerca de la variabilidad y la utilidad del germoplasma (Franco e Hidalgo, 2003).

Análisis multivariante

En estudios de gran cantidad de variables resulta imposible la interpretación con otros análisis uni y bidimensionales. Por ejemplo, son de gran utilidad las herramientas multivariante ante el estudio de comunidades con un gran número de especies o con un gran número de variables ambientales medidas. Nos permite estudiar matrices de datos en las que tenemos más variables que observaciones y cuando contamos con variables de entrada que no son estadísticamente independientes. Las técnicas más utilizadas son: el análisis de agrupamiento (“clúster análisis”) y el método de ordenación (“ordination”) (Crisci y López, 1983).

El análisis de agrupamiento o clúster, es un método analítico que se usa para clasificar las accesiones (cultivares) en grupos relativamente homogéneos con base en alguna similitud existente entre ellas. El objetivo del análisis es clasificar un conjunto de (n) accesiones en un número pequeño de grupos o conglomerados, donde la formación de estos grupos puede obedecer a leyes naturales o a cualquier conjunto de características comunes a las accesiones (Franco e Hidalgo, 2003).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. UBICACIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO

El presente estudio, se realizó en la provincia de Andahuaylas, ubicado en las Coordenadas Geográficas 13°39'12" Latitud Sur y 73°23'18" Longitud Oeste a una altitud de 2 926 msnm; región sierra sur del Perú y zona Sur Oeste del departamento de Apurímac. Esta provincia, se encuentra aproximadamente a 850 km de la ciudad de Lima y a 135 km de la capital de la región Apurímac, Abancay (Figura 5).

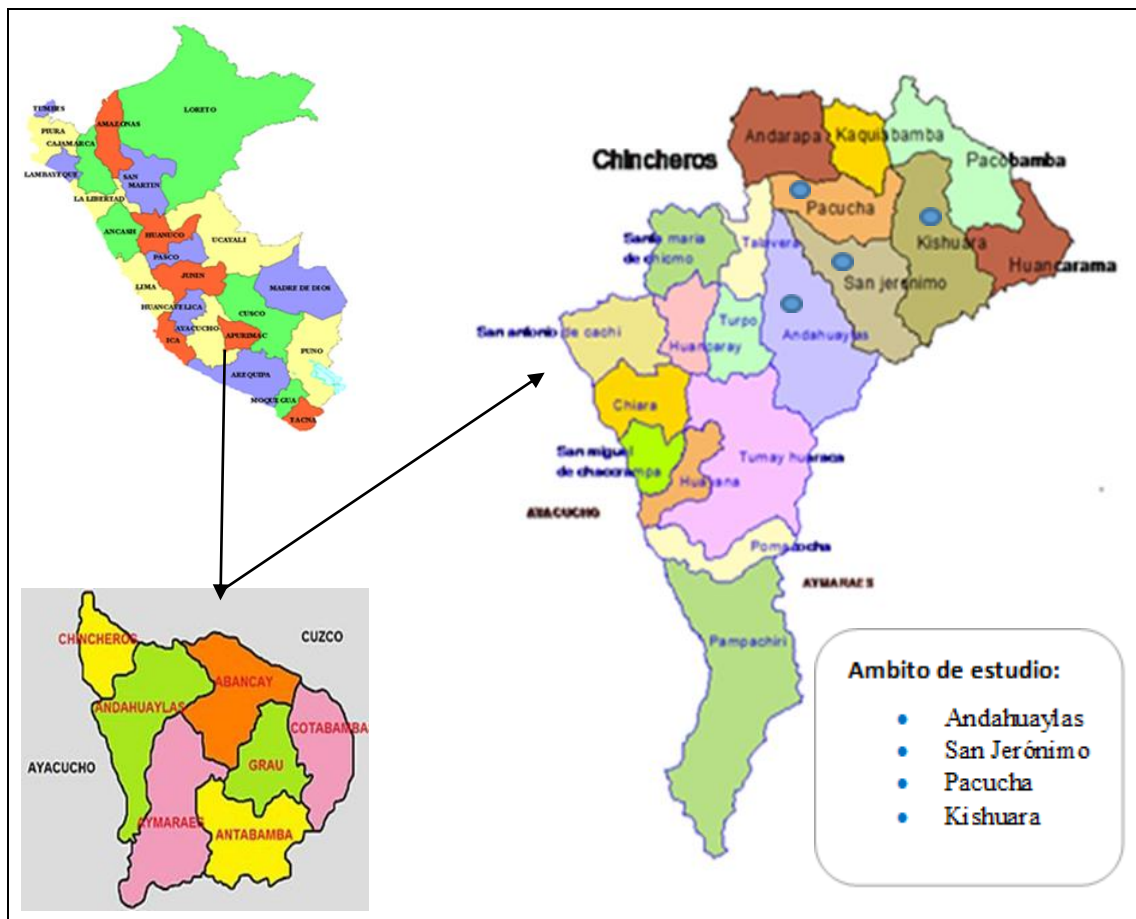


Figura 5: Mapa del ámbito de estudio en la provincia Andahuaylas, Apurímac

El ámbito geográfico de las 11 comunidades en las que se colectaron las muestras estudiadas, corresponden a los distritos de Andahuaylas, San Jerónimo, Pacucha, y Kishuara, ubicados en la provincia de Andahuaylas, región Apurímac. En el Cuadro 3, se muestra la localización geográfica de las comunidades que hacen referencia a la sede poblacional, más no a la ubicación geográfica de las zonas de producción agrícola, generalmente ubicadas a mayores altitudinales.

Cuadro 3: Ubicación geográfica de las poblaciones del ámbito de estudio

Distrito	Comunidad	Coordenadas Geográficas		Altitud (msnm)	Región natural
		Latitud Sur	Longitud Oeste		
Andahuaylas	Ccacce	13° 46' 21.64"	73° 23' 40.20"	3537	Suni
	Huancabamba	13° 44' 02.90"	73° 21' 00.75"	3639	Suni
	Sacclaya	13° 46' 04.00"	73° 22' 32.13"	3576	Suni
San Jerónimo	Chullcuisa	13° 40' 56.06"	73° 14' 41.42"	3817	Suni
Pacucha	Santa Elena	13° 35' 44.54"	73° 19' 32.78"	3137	Quechua
Kishuara	Laramaru	13° 41' 13.27"	73° 6' 44.91"	3648	Suni
	Kishuara	13° 41' 29.25"	73° 7' 7.19"	3686	Suni
	Qoranquyniyuq	13° 39' 14.00"	73° 10' 11.57"	3838	Suni
	Sipilluay	13° 40' 7.40"	73° 9' 44.87"	3692	Suni
	Tintay	13° 40' 18.46"	73° 10' 25.10"	4068	Puna
	Villa Unión Cavira	13° 42' 0.40"	73° 9' 8.96"	3734	Suni

FUENTE: Elaboración propia

4.2. ASPECTO GEOGRÁFICO Y CONDICIONES CLIMÁTICAS

a. El relieve y la topografía

El relieve y la topografía en la provincia de Andahuaylas son accidentados y, es la que configuran la diversidad de pisos ecológicos, con características propias de las regiones naturales, quechua, suni y puna.

b. Temperatura(°C)

La temperatura en la provincia de Andahuaylas es variable, acordes a las estaciones climáticas y pisos altitudinales. El registro histórico multianual para el período, 1963-2011, muestran temperaturas máximas promedio mensuales con tendencia lineal de 22,3 °C a 24,7 °C; mientras para el período 2014-2016, de 20 °C a 23,5 °C. En tanto la temperatura promedio mínima mensual multianual, se registraron desde menos 1,2 °C a 5,2 °C, y en el período 2014-2016, el menor valor registrado es de 3,2 °C y una máxima de 10 °C .

El lector podrá notar, la temperatura mínima promedio mensual en el período 2014-2016 tiene una tendencia a incrementarse, respecto al período multianual, lo cual se podría atribuir a los efectos del calentamiento global, (Figura 6).

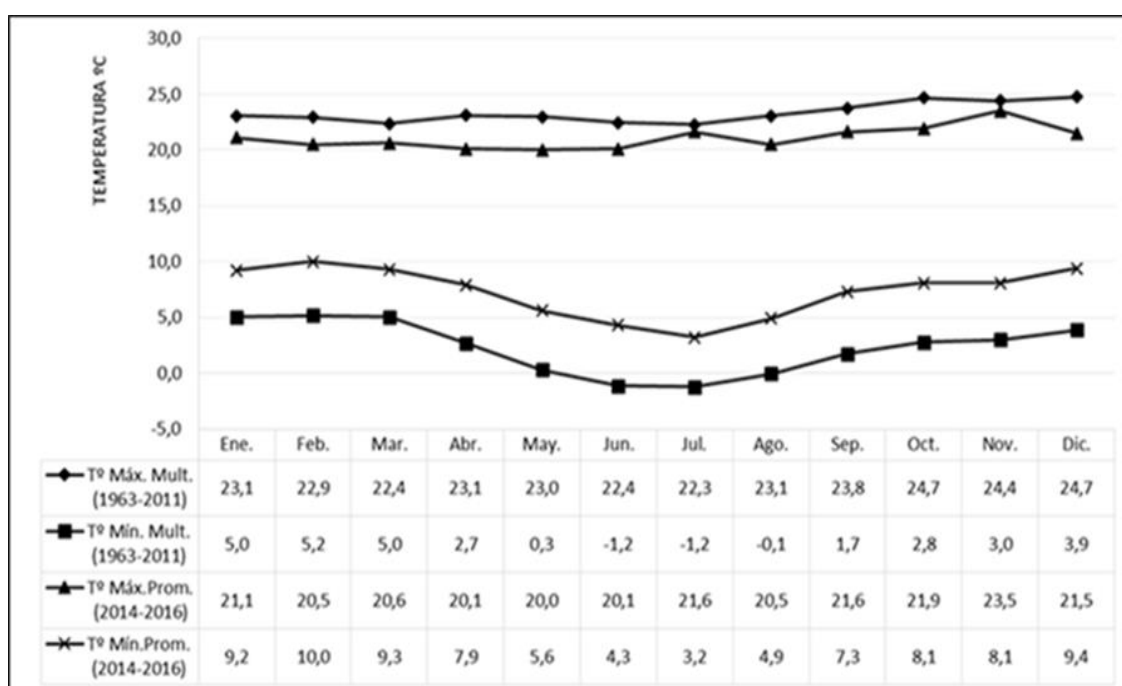


Figura 6 : Temperaturas (°C) máxima y mínima promedio mensual, período multianual (1963-2011) y 2014-2016, provincia Andahuaylas, Apurímac

FUENTE: Elaboración propia en base (ALA BAJO APURÍMAC, 2013; SENAMHI, 2014-2016)

c. Precipitación pluvial (mm)

La estación de lluvias en la provincia de Andahuaylas, se inicia con las primeras precipitaciones en el mes de agosto, intensificándose en los meses siguientes hasta el mes de marzo, luego baja de manera paulatina hasta llegar al período de seca o estiaje en los meses de mayo a julio.

En general el registro de las precipitaciones promedio multianual para el período de 1965 a 2012, para la provincia de Andahuaylas indican una precipitación promedio anual de 710 mm, con un régimen de lluvias estacionales regulares. Sin embargo, en el período 2014-2016, la precipitación promedio anual han disminuido a 489,9 mm, los mismos se mostraron irregulares, tal como se muestran en la Figura 7.

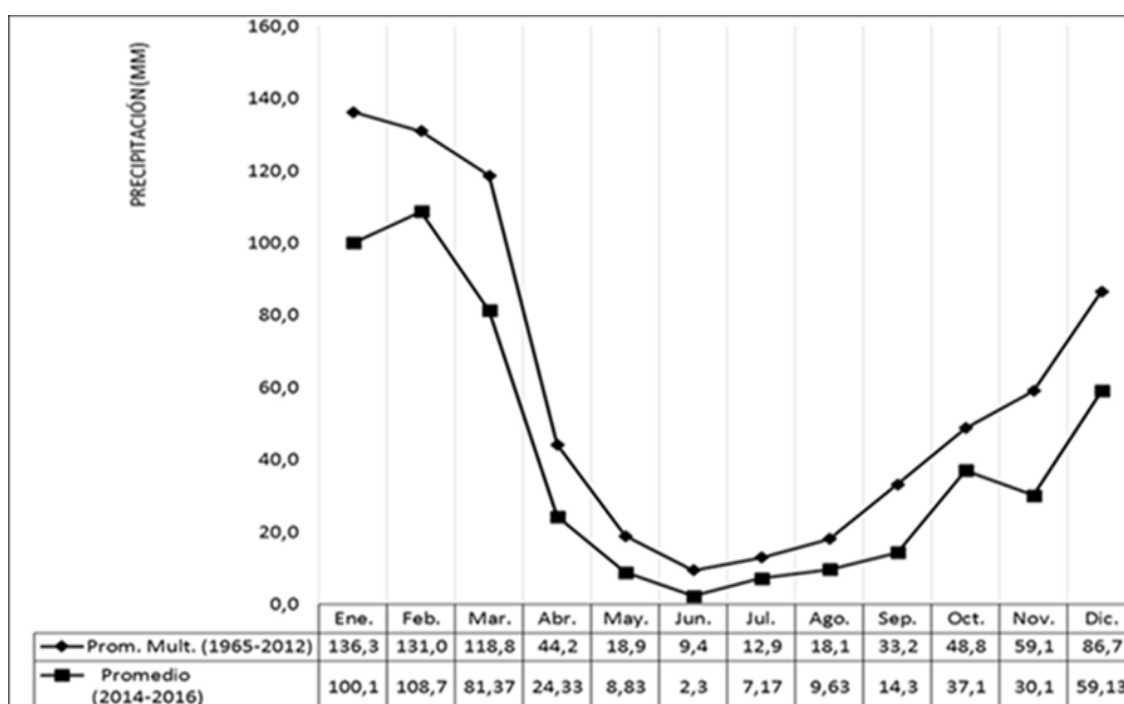


Figura 7: Precipitación mensual (mm), promedio multianual (1965-2012) y período 2014-2016, provincia Andahuaylas, Apurímac.

FUENTE: Elaboración propia en base (ALA BAJO APURÍMAC, 2013; SENAMHI, 2014-2016)

4.3. ZONAS AGROECOLÓGICAS

En el ámbito geográfico de las comunidades campesinas de la provincia de Andahuaylas, se diferencian tres zonas de producción en función a su posición altitudinal.

a. Zona alta

Corresponde a las tierras ubicadas aproximadamente sobre los 3 800 m.s.n.m. que comprenden las regiones naturales Suni y Puna. El clima es sub húmedo y frío. El relieve topográfico predominante es acolinado y rocoso alternado con áreas de topografía relativamente suave (pendiente entre 0 y 10 por ciento).

Los suelos tienen una mayor capacidad de uso para pastos y protección. Sin embargo, se aprovecha pequeñas quebradas, laderas y lomas, donde se produce papas nativas, oca, mashua, olluco, y se alterna con el cultivo de cebada y avena forrajera como prácticas de rotación de cultivos.

b. Zona media

Comprende desde 2 800 a 3 800 m.s.n.m., que abarcan las regiones naturales Quechua y Suni, presenta un clima de transición entre el clima templado quechua y el clima frío de suni. Esta zona presenta una geomorfología de origen fluvial donde se observa una topografía más abrupta con quebradas estrechas y fuertes pendientes.

Los suelos son de mediana a baja calidad, consiguientemente la calidad de la cobertura vegetal que los protege es también pobre y está conformada por una asociación de especies gramíneas.

Los principales centros urbanos se encuentran en esta zona, que corresponde a la de mayor uso para actividades agropecuarias. Aquí, las familias desarrollan cultivos de la papa, haba, cereales y otros tubérculos andinos.

c. Zona baja

Zona de fondo de valle situada entre los 1 000 y 2 800 m.s.n.m., abarca la región Yunga y Quechua bajo. El clima es cálido y árido. Las tierras corresponden a las vertientes de piso de valle y a la parte baja de las quebradas de los ríos. Los suelos agrícolas corresponden a pequeñas áreas de suelos coluviales en las laderas, a las llanuras y terrazas aluviales.

El clima cálido posibilita la producción de una amplia gama de especies tropicales frutícolas (chirimoyo, cítricos, palto, tuna, frutales de pepa) y especies no tradicionales con oportunidades de mercado, como la cochinilla y la tara. En las escasas terrazas existentes, se desarrollan actividades agrícolas intensivas donde el maíz es el principal cultivo, seguido por algunas leguminosas como el garbanzo y el cultivo de papas nativas comerciales.

4.4. MATERIALES Y EQUIPOS

a. Materiales para la caracterización

- Ficha de registro de las diez variables morfológicas de tubérculo con sus respectivos estados y valores.
- Descriptores mínimos de Papa (*Solanum* sp.) para el Registro Nacional de la Papa Nativa Peruana del Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA-MINAG
- Cutter
- Tablero acrílico
- Lápiz

b. Equipos

- Cámara fotográfica digital
- GPS Garmin Etrex 30
- Mesa de trabajo cubierto de franela o tela seda de color
- Parasol-sombrilla con toldo de lona
- Baldes de plástico
- Lavatorios de plástico

- Tela franela
- Bolsas de malla de polietileno con capacidad de 1.0 kg.
- Bolsas de papel
- Etiquetas rectangulares confeccionados en cartulina blanca
- Plumón de colores de tinta indeleble

4.5. MATERIAL GENÉTICO

Se estudió un total de 240 muestras de tubérculos de cultivares de papas nativas (Anexo 1), colectados en 11 comunidades de los siguientes cuatro distritos de la provincia de Andahuaylas: Andahuaylas, San Jerónimo, Pacucha y Kishuará.

4.6. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

4.6.1. COLECTA DE TUBÉRCULOS DE GERMOPLASMA DE PAPAS NATIVAS

En el período de la temporada de cosecha en la provincia de Andahuaylas, en los meses de Junio a Julio 2015, conjuntamente con 11 productores, reconocidos en las comunidades locales como “*conservadores*” por su dedicación y conocimiento en el manejo tradicional del germoplasma de papas nativas, los mismos fueron identificados con el proyecto “*Conservación y manejo sostenible del germoplasma de papas nativas en las comunidades campesinas de la provincia de Andahuaylas*”, se planificó el recorrido de las zonas de producción para la colecta de los materiales en campo, identificándose las distintas variedades según el productor (Cuadro 4). De manera simultánea, se geolocalizó el sistema productivo con el empleo del GPS Garmin Etrex 30, tomándose las lecturas de latitud, longitud y altitud en grados, minutos y segundos, registrándose en las fichas correspondientes (Anexo 1).

Las muestras de tubérculos para cada uno de los cultivares se depositaron en bolsas de papel kraft para evitar que se verdeen, debidamente etiquetadas, externa e internamente, se trasladaron a un lugar céntrico acondicionado para tal fin. En este lugar con el propósito de identificar posibles duplicados por semejanzas, se agruparon de acuerdo a la forma general del tubérculo (comprimidos hasta alargados) y variantes de forma (ausencia y presencia de

aplanados hasta tuberosados); luego en cada grupo de acuerdo al color de piel, desde negruzco, morado, rojo, claro (marrón, anaranjado, amarillo, blanco-crema) y con color secundario.

Cuadro 4: Conservadores de papas nativas, provincia Andahuaylas, Apurímac

N°	Conservador	Distrito	Localidad colecta	Coordenadas Geográficas			Región natural
				Latitud Sur	Longitud Oeste	Altitud (m.s.n.m.)	
1	Claudio Sotaya	Andahuaylas	Ccacce	13°46'21.35"	73°23'9.79"	3626	Suni
2	Félix Ruiz	Andahuaylas	Huancabamba	13°43'6.26"	73°21'53.24"	3655	Suni
3	Víctor Rosales	Andahuaylas	Sacclaya	13°46'12.30"	73°23'8.78"	3590	Suni
4	Lino Llantoy	San Jeronimo	Chullcuisa	13°41'38.32"	73°13'52.95"	4160	Puna
5	Pascual Navarro	Pacucha	Santa Elena	13°34'17.95"	73°18'59.09"	3979	Puna
6	Juan Sopanta	Kishuara	Laramaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946	Suni
7	Santiago Soras	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088	Puna
8	Felix Quispe	Kishuara	Qoranquyniyocc	13°39'12.05"	73°10'14.75"	3803	Suni
9	Atanasio Amable	Kishuara	Sipilluay	13°40'13.38"	73°10'49.66"	4123	Puna
10	Benigno Amable	Kishuara	Tintay	13°40'26.02"	73°9'52.09"	3829	Suni
11	Adrián Quispe	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833	Suni

FUENTE: Elaboración propia

4.6.2. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE TUBÉRCULOS DE PAPAS NATIVAS

Los materiales colectados para la caracterización consistieron de tres a cinco tubérculos representativos, sin daños físicos y de patógenos; los cuales se lavaron para quitar la presencia de tierra para visualizar los caracteres sin dificultad alguna. Luego, se caracterizaron utilizando los “Descriptores Mínimos de Papa (*Solanum* sp.), elaborado por el Registro Nacional de la Papa Nativa Peruana” (INIA, 2009), asimismo la “Guía para las caracterizaciones Morfológicas Básicas en Colecciones de Papas” (Gómez, 2000).

a. Color de piel del tubérculo

El color de la piel se ha determinado comparando con la tabla de colores para tubérculos (Anexo 2), equivalente del RHS color Chart; definiendo los estados y los códigos correspondientes del color principal de la piel, intensidad del color principal y color secundario de la piel del tubérculo de acuerdo a la escala de valores del Cuadro 5, mientras la distribución del color secundario comparando con el esquema de la Figura 8.

Cuadro 5: Descriptores del color de la piel del tubérculo

Color principal	Intensidad del color	Color secundario	Distribución del color secundario
1 Blanco-crema	1 Pálido/claro	0 Ausente	0 Ausente
2 Amarillo	2 Intermedio	1 Blanco-crema	1 En los ojos
3 Anaranjado	3 Intenso/oscur	2 Amarillo	2 En las cejas
4 Marrón		3 Anaranjado	3 Alrededor de los ojos
5 Rosado		4 Marrón	4 Manchas dispersas
6 Rojo		5 Rosado	5 Como anteojos
7 Rojo-morado		6 Rojo	6 Manchas salpicadas
8 Morado		7 Rojo-morado	7 Pocas manchas
9 Negruzco		8 Morado	
		9 Negruzco	

FUENTE: INIA (2009) y Gómez (2000)

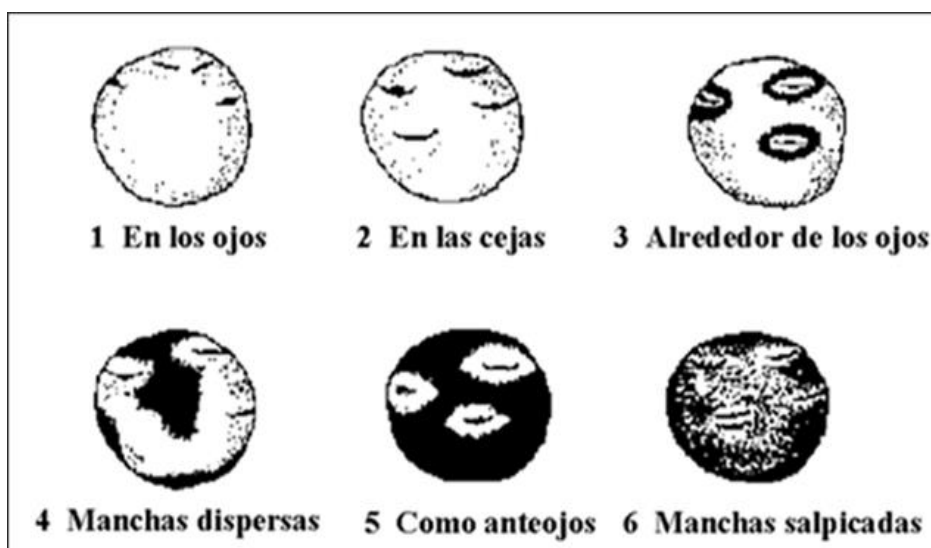


Figura 8: Distribución del color secundario de la piel del tubérculo

FUENTE: INIA (2009) y Gómez (2000)

La lectura del color de la piel del tubérculo está conformada por cuadro dígitos; el primer dígito corresponde al color principal de la piel, cuyos valores van del 1 al 9; el segundo dígito corresponde a la intensidad del color principal que van de 1 al 3; el tercer dígito se asigna por la ausencia o presencia del color secundario de la piel, si está ausente toma valor cero, mientras si hay presencia toman valores del 1 al 9. El cuarto dígito se define por la distribución del color secundario en la piel del tubérculo, para ello se utilizó el esquema que se muestra en la Figura 8. Si no presenta ningún estado de distribución el valor es cero, mientras si presentan toman valores de 1 al 7. Por lo tanto, se completa el cuarto dígito para la lectura correspondiente (Gómez, 2000).

b. Forma del tubérculo

La forma general, variante de forma y la profundidad de ojos del tubérculo se determinaron en las mismas muestras utilizadas para la lectura del color de piel; para los cuales se ha utilizado los descriptores de la forma del tubérculo del Cuadro 6 y la relación entre la longitud del diámetro y longitud del tubérculo (Cuadro 7), más los esquemas de la Figuras 9 (a) y (b).

Cuadro 6: Descriptores de la forma del tubérculo

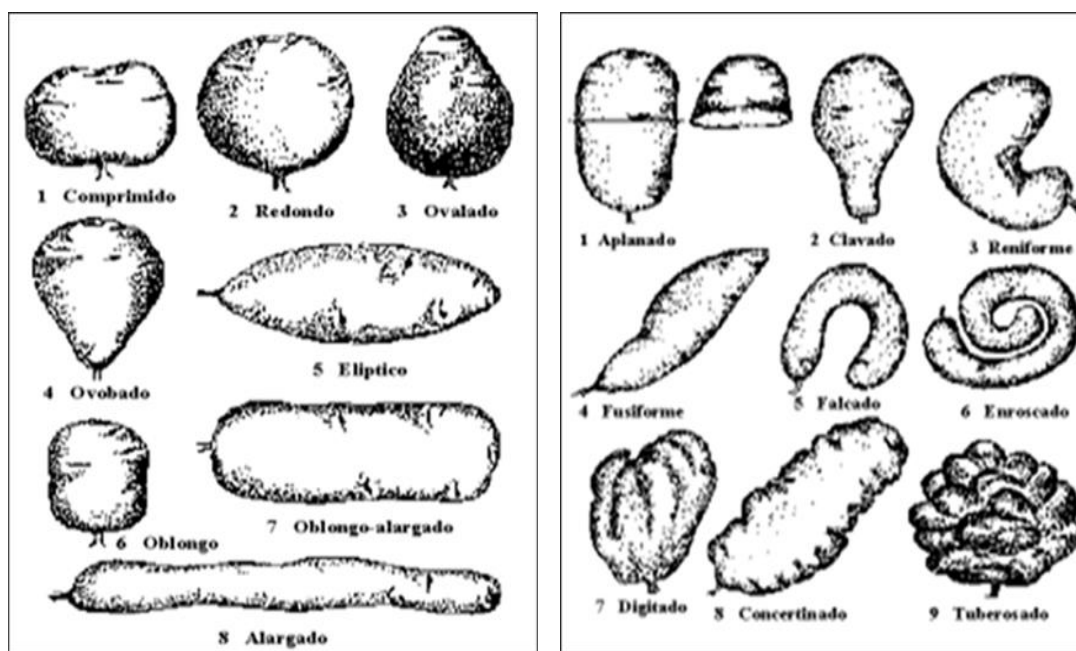
Forma general	Variante de forma	Profundidad de ojos
1 Comprimido	0 Ausente	1 Sobresaliente
2 Redondo	1 Aplanado	3 Superficial
3 Ovalado	2 Clavado	5 Medio
4 Obovado	3 Reniforme	7 Profundo
5 Elíptico	4 Fusiforme	9 Muy profundo
6 Oblongo	5 Falcado	
7 Oblongo-alargado	6 Enroscado	
8 Alargado	7 Digitado	
	8 Concertinado	
	9 Tuberosado	

FUENTE: INIA (2009) y Gómez (2000)

Cuadro 7: Relación del diámetro (Di) y longitud del tubérculo (Lo) en formas de papas

Forma del tubérculo	Relación diámetro(Di)/Longitud(Lo)
Comprimido	Longitud del diámetro es mayor al eje longitudinal del tubérculo ($Di > Lo$ 0,75)
Redondo	Longitud del diámetro y del tubérculo es similar en todos sus ejes ($Di \cong Lo$)
Ovalado	Longitud del diámetro es variable en el mismo tubérculo, angosto hacia el ápice y más ancho hacia la base
Obovado	Longitud del diámetro es variable en el mismo tubérculo con la parte apical mayor que el de la base
Elíptico	Longitud del diámetro tanto hacia la base como hacia el ápice disminuyen rápidamente
Oblongo	Longitud del tubérculo y diámetro es casi cuadrilongo ($Lo:Di$ 1) hasta 1,5 veces más que la longitud del diámetro (Lo 1,5: Di 1)
Oblongo-alargado	Longitud del tubérculo es 1,5 a 3 veces más a la longitud del diámetro (Lo 1,5-3: Di 1)
Alargado	Longitud del tubérculo es mayor a tres veces a la longitud del diámetro ($Lo > 3:Di$ 1)

FUENTE: Elaboración propia en base a (INIA, 2009) y (Gómez, 2000)



a) Forma general

b) Variante de forma

Figura 9: Forma general y variantes de tubérculos de papas nativas

FUENTE: INIA(2009) y Gómez(2000)

Para definir la forma general del tubérculo se ha considerado la ubicación de la base y el ápice. Orientándose la misma al momento de observarlas, en la misma posición que ocupan en la planta.

La lectura de la forma general del tubérculo, Figura 9 (a), constituye el primer dígito; el segundo dígito se determina por la ausencia o presencia de variantes o formas inusuales, Figura 9 (b); el tercer dígito se completa con la evaluación de la profundidad de ojos de los mismos tubérculos. Se leen los tres dígitos.

c. Color de la pulpa del tubérculo

El color principal, color secundario y distribución del color secundario de la pulpa del tubérculo se determinaron utilizando los descriptores para el color de la pulpa del tubérculo (Cuadro 8) y algunos colores de la tabla de colores para tubérculos (Anexo 2). Mientras para determinar las formas de distribución del color secundario de la pulpa del tubérculo el esquema de la Figura 10.

Cuadro 8: Descriptores del color de la pulpa del tubérculo de papas nativas

Color principal de la pulpa	Color secundario de la pulpa	Distribución del color secundario de la pulpa
1 Blanco	0 Ausente	0 Ausente
2 Crema	1 Blanco	1 Pocas manchas
3 Amarillo claro	2 Crema	2 Áreas
4 Amarillo	3 Amarillo claro	3 Anillo vascular angosto
5 Amarillo intenso	4 Amarillo	4 Anillo vascular ancho
6 Rojo	5 Amarillo intenso	5 Anillo vascular y médula
7 Morado	6 Rojo	6 Todo menos médula
8 Violeta	7 Morado	7 Otro (salpicado)
	8 Violeta	

FUENTE: INIA (2009) y Gómez (2000)

La lectura del color principal, corresponde al primer dígito; la ausencia o presencia de algún color secundario, significa el segundo dígito y la distribución (Figura 10) de esta si la hubiese, corresponde al tercer dígito. Se leen tres dígitos.

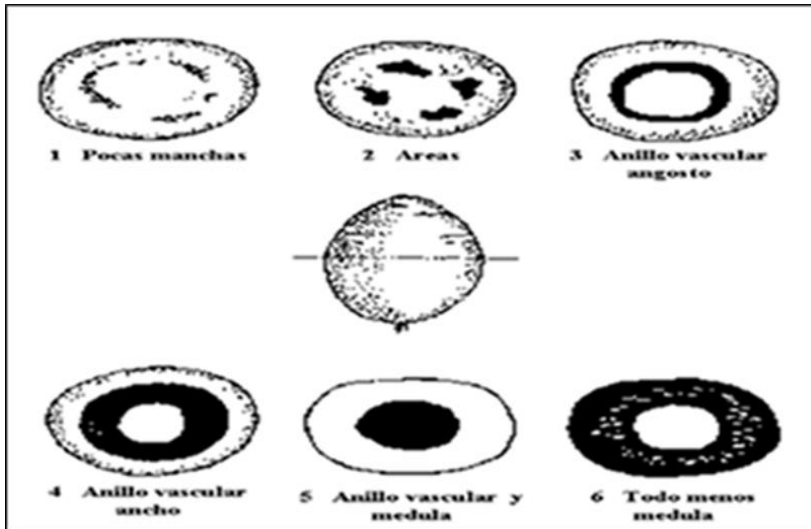


Figura 10: Distribución del color de la pulpa del tubérculo

FUENTE: INIA (2009) y Gómez (2000)

La Matriz Básica de Datos (MBD) y codificaciones de los diez descriptores morfológicos de tubérculos de la colección de 240 cultivares de papa nativa (*Solanum* ssp.), de la provincia de Andahuaylas, Apurímac, se presentan en el Anexo 3

4.6.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA

a. Matriz básica de datos (MBD)

Con los datos registrados en la caracterización de tubérculos de papas nativas, se elaboró la matriz básica de datos (MBD) de tipo multiestado cualitativo, mediante la lectura de caracteres, estados y códigos correspondientes de los descriptores morfológicos. El cual consiste en un arreglo en forma de cuadrícula con 240 filas, iguales al número de muestras estudiadas y 10 columnas coincidentes con el número de variables (caracteres morfológicos), los que se muestra en el Anexo 3.

b. Análisis univariado

En base a la matriz básica de datos (MBD) como un proceso preliminar al análisis multivariado, se calculó las frecuencias de cada uno de los descriptores, con los cuales se elaboró tablas de frecuencias, con ello describir el comportamiento de las variables

estudiadas, por lo tanto, la variabilidad de papas nativas. Este análisis se realizó en el *software* SPSS Versión 22 y las gráficas en Microsoft Excel 2013.

c. Análisis multivariado

El análisis multivariado consistió en el análisis de agrupamientos (análisis clúster) de las muestras basadas en las características morfológicas que poseen. Para el cual se utilizó el programa Numerical Taxonomy System of Multivariate Statistical Programs (NTSYS-pc) versión 2.1 (Rohfl, 1992). Se calculó las distancias entre cada par de cultivares a través del método de coeficiente de distancia taxonómica promedio, para luego realizar el análisis de agrupamiento o elaboración del dendograma, según el algoritmo UPGMA del módulo SAHN del programa NTSYS-pc versión 2.1.

Se realizó el análisis de componentes principales (ACP), para determinar los descriptores responsables de la mayor variabilidad entre los cultivares, basados en el procedimiento descrito por Franco e Hidalgo (2003).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA COLECCIÓN DE PAPAS NATIVAS

5.1.1. COLOR DE LA PIEL DEL TUBÉRCULO

a. Color principal de la piel del tubérculo

El color principal de la piel del tubérculo en los cultivares estudiados, mostraron todos los estados definidos en el descriptor de papas, con notoriedad de tonalidades rojo, rojo-morado, morado y negruzco (73 por ciento); asimismo amarillos (13,8 por ciento) y marrón (7,5 por ciento), mientras blanco-crema, anaranjado y rosado en menores cantidades (5,9 por ciento). Esto indicaría una cultura milenaria de manejo en el germoplasma de las papas nativas en la provincia de Andahuaylas, lo que ha permitido su preservación y alta diversificación morfológica (Figura 11).

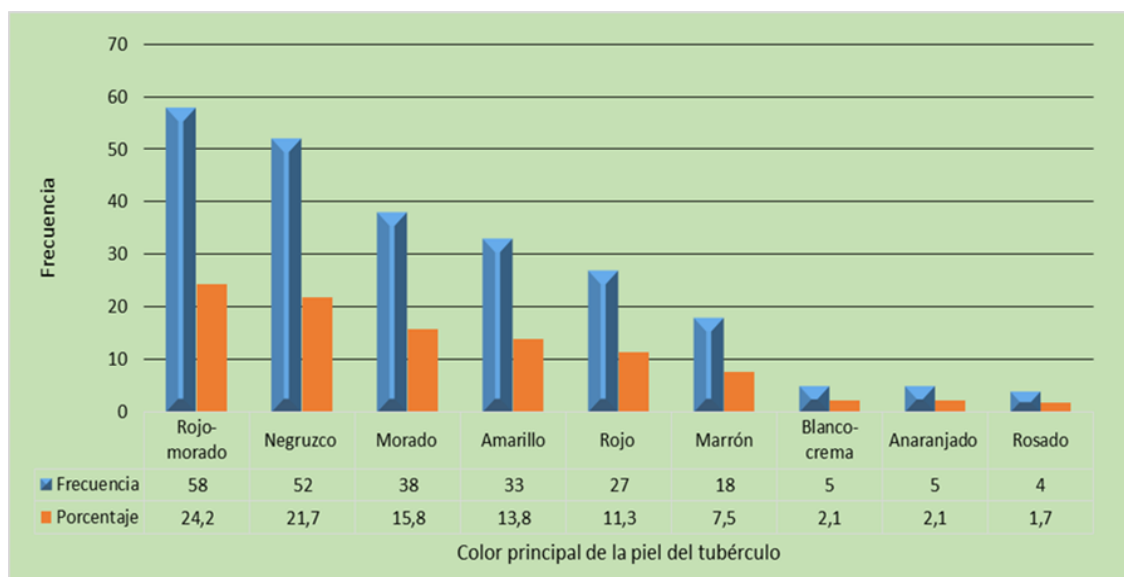


Figura 11: Color principal de la piel del tubérculo en papas nativas de Andahuaylas, Apurímac

b. Intensidad del color principal de la piel del tubérculo

La intensidad del color principal de la piel de los tubérculos presentaron los siguientes niveles: (a) nivel intenso u oscuro (40,8 por ciento), siendo el más frecuente; (b) nivel intermedio (36,7 por ciento) y (c) pálido o claro (22,5 por ciento)

c. Color secundario de la piel de tubérculo

En el color secundario de la piel, expresaron ausencia y presencia de pigmentación. En este sentido, 104 cultivares de la colección (43,3 por ciento), no mostraron color secundario en la piel del tubérculo; lo que significó presencia de tubérculos con un solo color, entre las cuales: (a) tonalidades rojo, rojo-morado, morado y negruzco en 81 cultivares, (b) amarillo en 15 cultivares y (c) marrón, anaranjado, rosado y blanco-crema en 8 cultivares.

Los cultivares con presencia de color secundario (56,7 por ciento), expresaron todos los colores definidos para las papas, entre ellas en orden decreciente: marrón, rojo-morado, amarillo, rojo, morado, negruzco, rosado, blanco-crema y anaranjado. Los cuales indicarían variabilidad en colores de piel, monocromáticos (un solo color) y poli cromáticos (color principal y secundario) para los tubérculos de papas nativas colectados en la provincia de Andahuaylas (Figura 12).

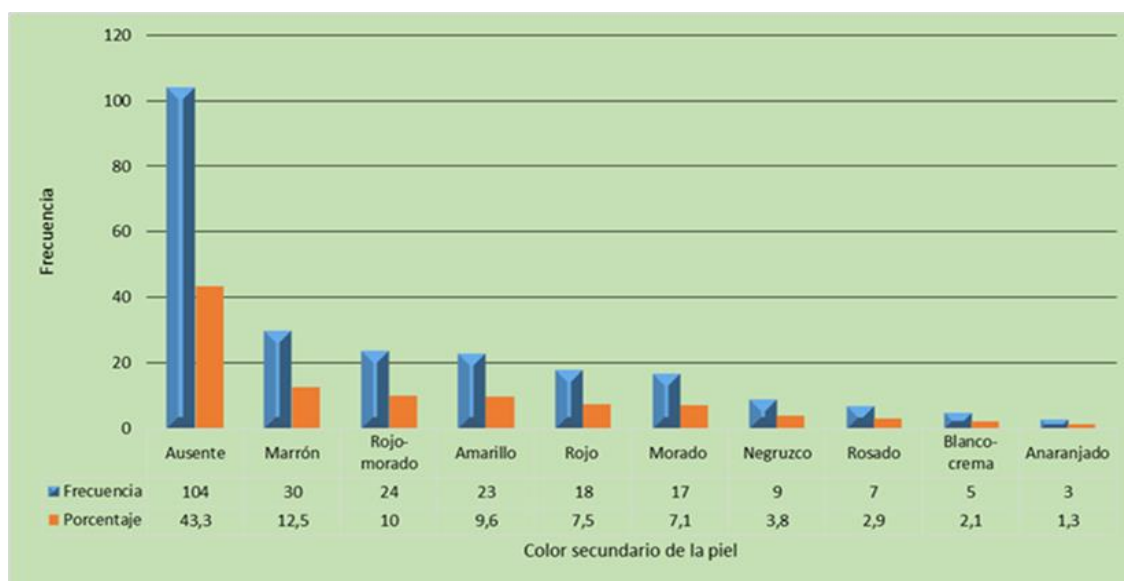


Figura 12: Color secundario de la piel del tubérculo en papas nativas de Andahuaylas, Apurímac

d. Distribución del color secundario de la piel del tubérculo

La mayoría de los cultivares, cercanos a la mitad de las muestras (43,3 por ciento), mostraron ausencia de distribución del color secundario de la piel del tubérculo; mientras la presencia (56.7 por ciento), distribuidos en manchas dispersas y manchas salpicadas, principalmente, seguidos por la distribución como anteojos, en los ojos, alrededor de los ojos. En tanto en las cejas y pocas manchas se mostraron en menores cantidades (Figura 13).

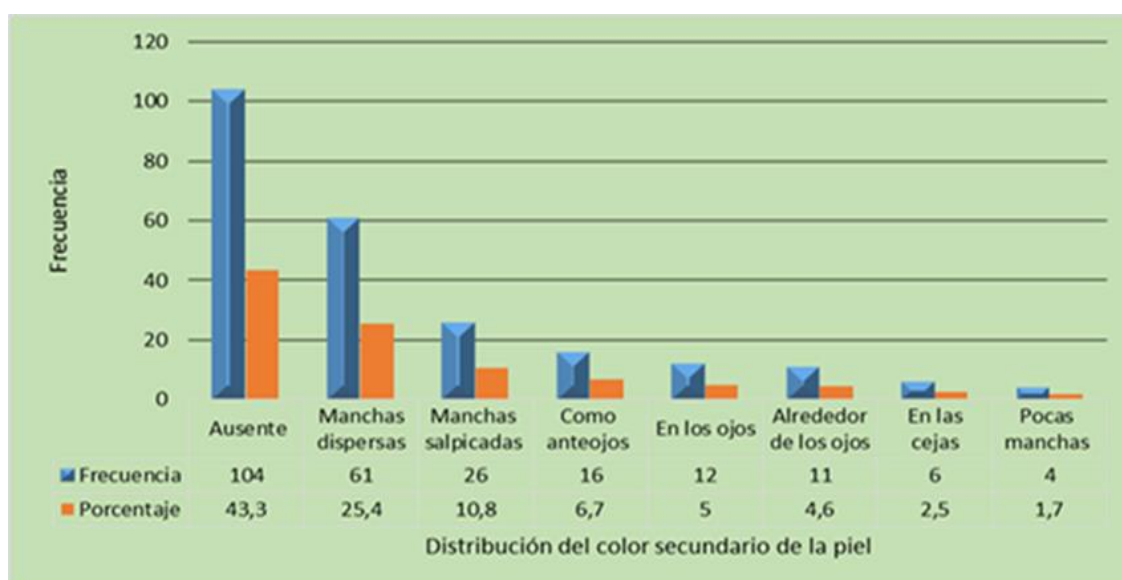


Figura 13: Distribución del color secundario de la piel del tubérculo en papas nativas de Andahuaylas, Apurímac

5.1.2. FORMA DEL TUBÉRCULO

a. Forma general del tubérculo

Aproximadamente las tres cuartas partes de los cultivares (72,5 por ciento), presentaron tubérculos oblongos, oblongo-alargados y alargados, predominando el primero de ellos; asimismo comprimidos (18,3 por ciento), mientras redondos, obovados y elípticos se mostraron en menores cantidades (9,2 por ciento). No se registraron tubérculos de forma ovalada. Los cuales podrían considerarse como características en las formas de tubérculos en los cultivares colectados en la provincia de Andahuaylas (Figura 14)

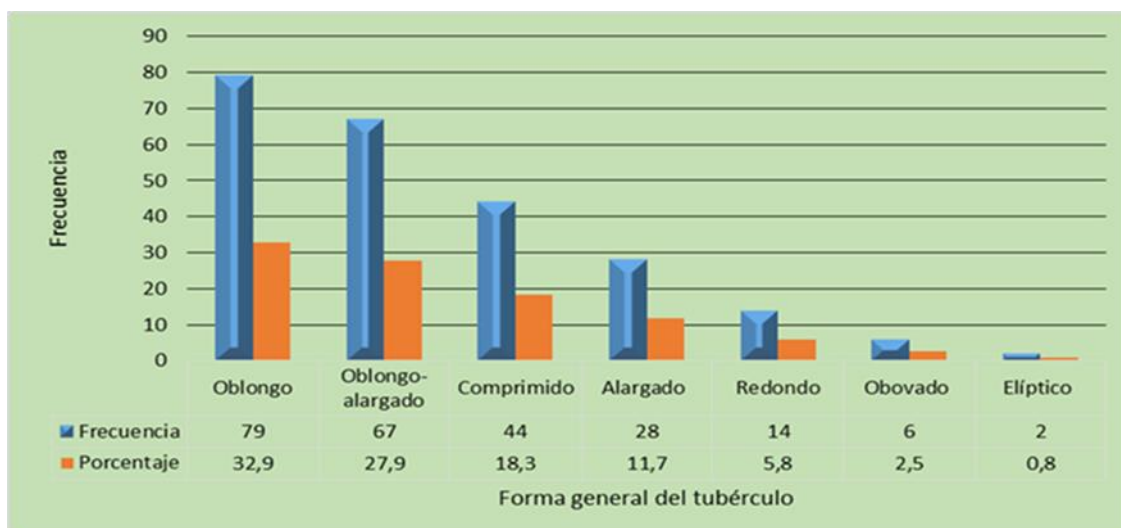


Figura 14: Forma general de tubérculos en papas nativas de Andahuaylas, Apurímac

b. Variante de forma del tubérculo

El 28,3 por ciento de los cultivares mostraron ausencia de variantes; en cambio la presencia, concertinados y tuberosados (51,3 por ciento), siendo los más frecuentes; seguidos por aplanados, falcados, clavados, reniformes, fusiformes, digitados y enroscados (20,4 por ciento). La notoriedad de tubérculos concertinados y tuberosados, podrían considerarse como atributos característicos en variantes de la forma del tubérculo en la colección de papas nativas de la provincia de Andahuaylas (Figura 15).

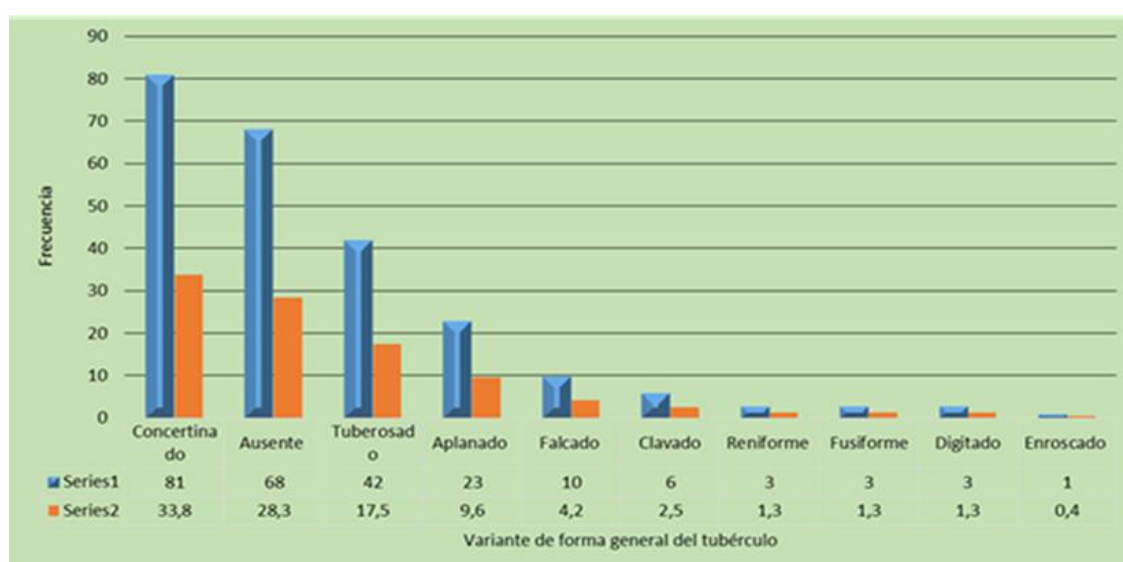


Figura 15: Variante de forma general de tubérculos en papas nativas de Andahuaylas, Apurímac

c. Profundidad de ojos del tubérculo

La profundidad de ojos de los tubérculos, se presentó desde el nivel superficial hasta muy profundo; resultando más frecuente tubérculos con ojos profundos (37,5 por ciento), seguidos por tubérculos con ojos de profundidad de nivel medio (35 por ciento), superficial (14,2 por ciento) y muy profundo (13,3 por ciento). Los cuales se deberían a la presencia de variantes de la forma del tubérculo, principalmente concertinados y tuberosados que se mostraron en más de la mitad de los cultivares (51,3 por ciento).

5.1.3. COLOR DE LA PULPA DEL TUBÉRCULO

a. Color principal de la pulpa del tubérculo

En el color principal de la pulpa del tubérculo, mostraron pigmentación crema en mayor frecuencia (40,4 por ciento), seguidos por blancos, amarillo claro y amarillo (96,2 por ciento); mientras el color morado, rojo y violeta se mostró en menores cantidades (3,8 por ciento). No se han registrado tubérculos de pulpa principal amarillo intenso, (Figura 16).

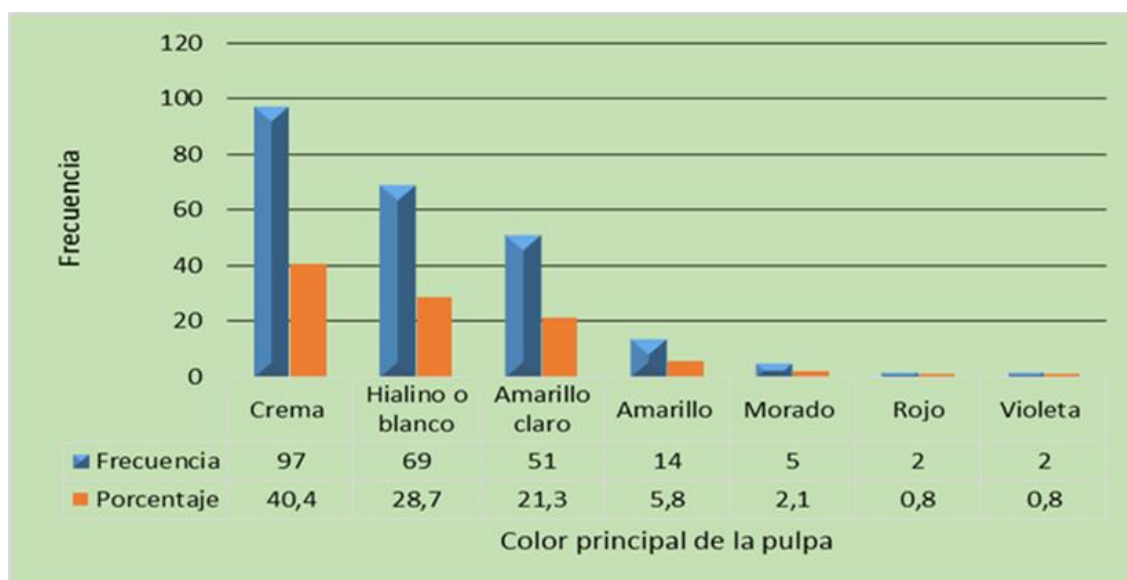


Figura16: Color principal de la pulpa del tubérculo en papas nativas de Andahuaylas, Apurímac.

b. Color secundario de la pulpa del tubérculo

La mitad de las muestras estudiadas, 120 cultivares (50 por ciento), no presentaron color secundario de la pulpa del tubérculo; lo que significó la presencia de un solo color de la pulpa, resultando más frecuente crema (48 cultivares), seguidos por amarillo claro (32 cultivares), blancos (28 cultivares), amarillos (11 cultivares) y rojo con un solo cultivar.

Mientras la presencia del color secundario de la pulpa del tubérculo, 120 cultivares (50 por ciento), mostraron en mayor frecuencia pigmentación morada y rojo (44,1 por ciento); en tanto las pulpas con pigmentación secundaria, hialino o blanco, violeta, crema y amarillo fueron menores (5,9 por ciento).Figura 17.

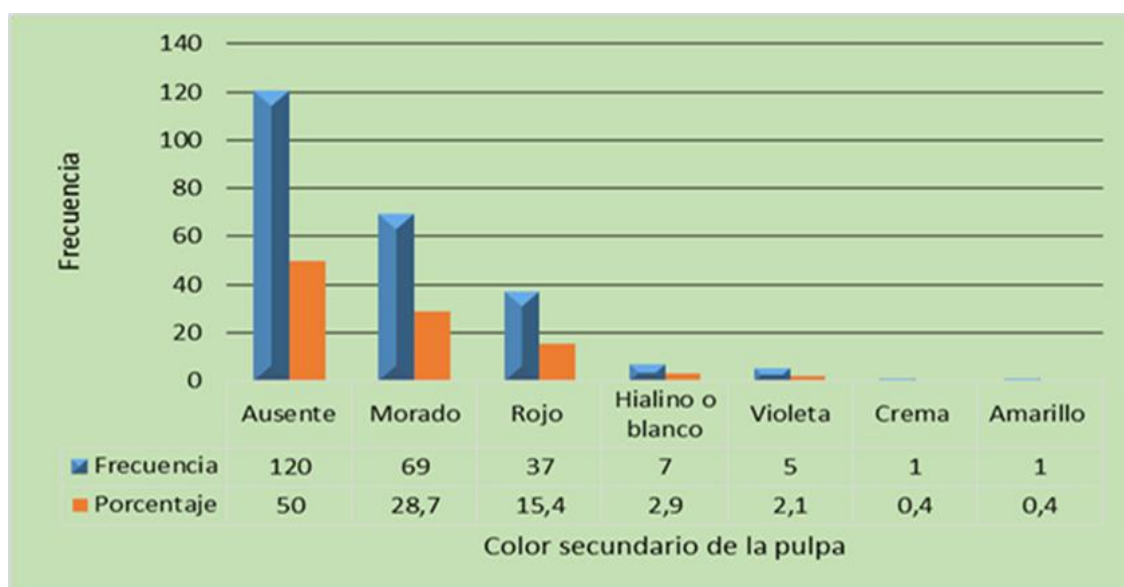


Figura 17: Color secundario de la pulpa del tubérculo en papas nativas de Andahuaylas, Apurímac

c. Distribución del color secundario de la pulpa del tubérculo.

La mitad de los cultivares expresaron ausencia de distribución del color secundario de la pulpa (50 por ciento); mientras la presencia, distribuidos en anillo vascular y médula, anillo vascular ancho, y anillo vascular angosto (32,5 por ciento); en áreas, otros o salpicados, pocas manchas y todo menos médula (17,5 por ciento).Figura 18.

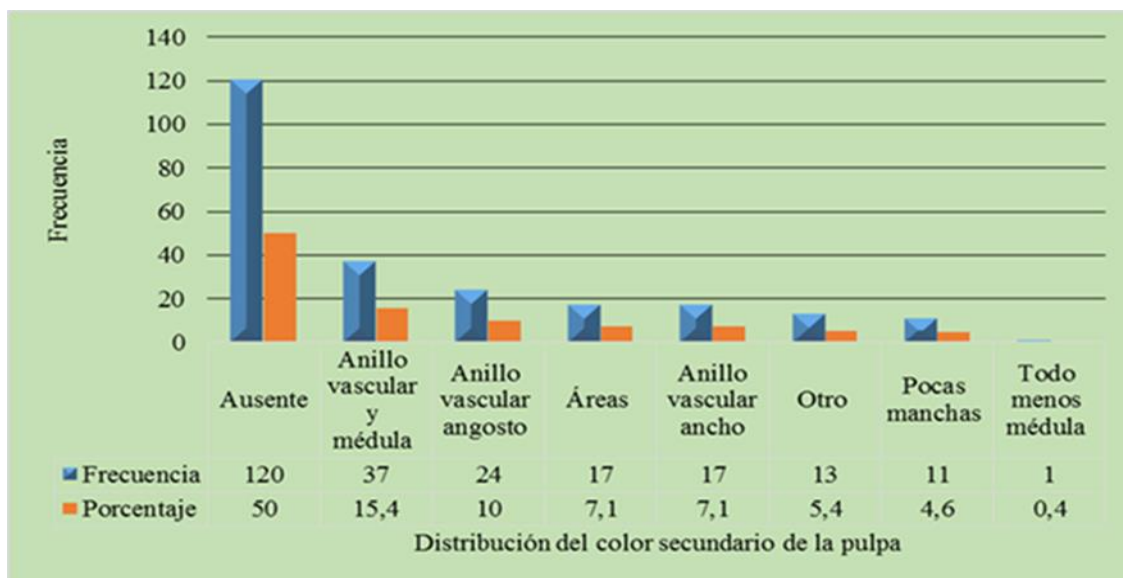


Figura 18: Distribución del color secundario de la pulpa del tubérculo en papas nativas de Andahuaylas, Apurímac.

5.2. ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTOS

El dendograma de la Figura 19, obtenido en base al análisis de 10 caracteres morfológicos de tubérculos en 240 cultivares de papas nativas, muestra a un coeficiente de distancia cero 239 morfotipos diferentes, menos un cultivar respecto a la cantidad inicial de las muestras colectadas. Esto permitió la identificación de un duplicado que en su momento se colectó en dos lugares distintos, además se reconocen con nombres diferentes. El cual indicaría que en el muestreo se ha identificado las diferentes formas cultivadas en cada una de las zonas visitadas. Asimismo, en el dendograma a un coeficiente de distancia de 2, máximo valor, se muestra un solo grupo o clúster que correspondería al conglomerado de los cultivares de papas nativas colectadas en 11 comunidades de la provincia de Andahuaylas, Apurímac.

El análisis de agrupaciones en base a la metodología planteado por (Crisci y López, 1983), partiendo del reconocimiento visual de los grandes grupos, es decir, los que se han originado a bajos niveles de similitud hasta llegar a los núcleos que representan la máxima similitud en los organismos en estudio, diferenció dos Grupos (A) y (B) a un coeficiente de distancia de 1.6 aproximadamente, separados por el color principal y secundario de la piel, forma general, variantes de forma, color principal y secundario de la pulpa del tubérculo. El Grupo (A) se ha agrupado con 231 cultivares, que es el más numeroso respecto al Grupo (B) que se ha conformado con ocho cultivares.

Es importante destacar, que los descriptores o caracteres morfológicos cualitativos al estar constituidos por varios estados expresan la variabilidad en los materiales estudiados, asimismo la naturaleza de los agrupamientos. En relación a ello, en el análisis de los agrupamientos se ha determinado frecuencias relativas de caracteres morfológicos y estados correspondientes a nivel de grupos y subgrupos de cultivares obtenidos por el método de agrupamiento jerárquico UPGMA, de la colección de 240 cultivares de papas nativas de la provincia de Andahuaylas, región Apurímac, los cuales se describen a continuación.

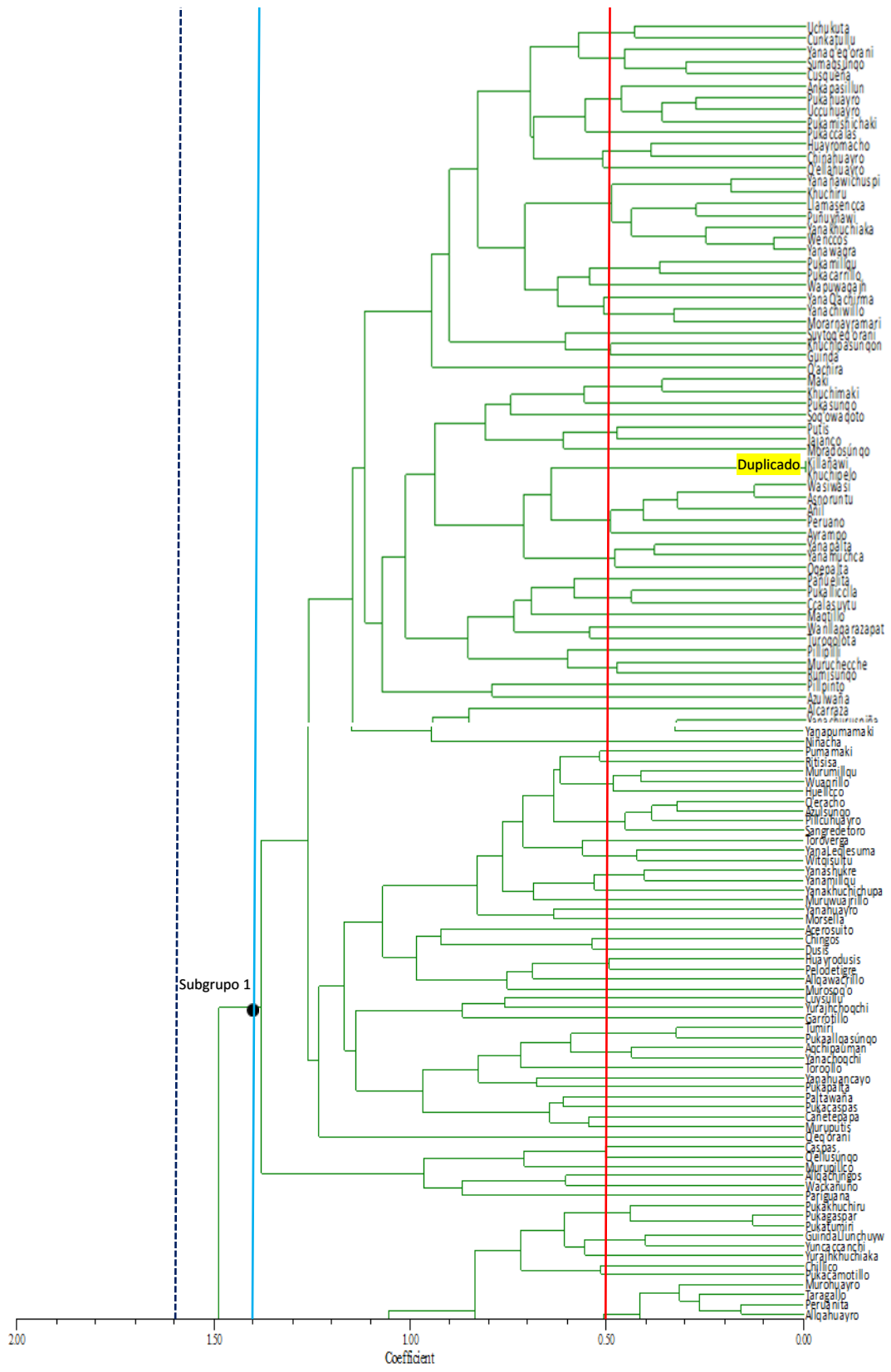
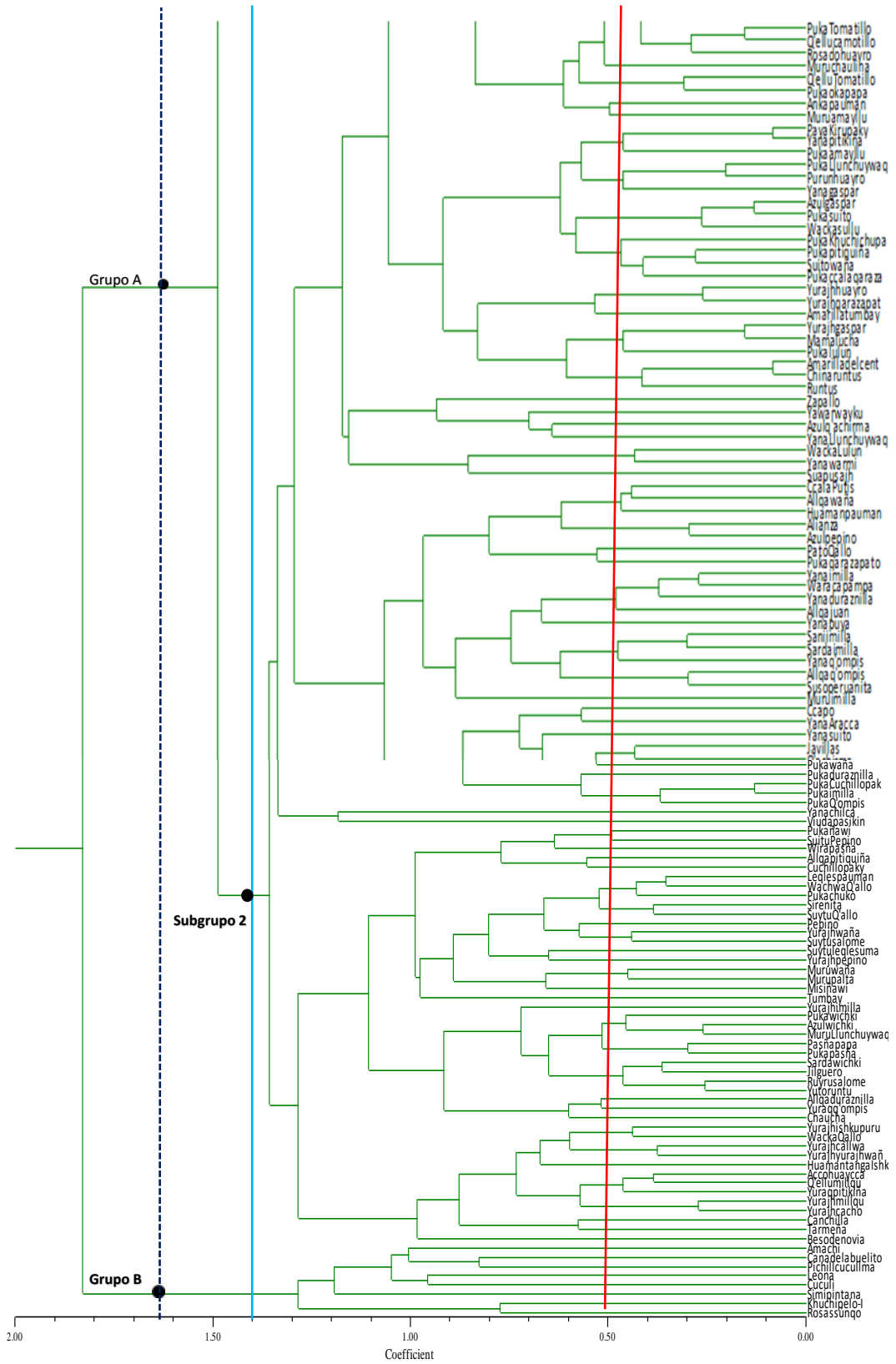


Figura 19: Dendrograma obtenido en base al análisis de 10 caracteres morfológicos de tubérculos en 240 cultivares de papas nativas (*Solanum* spp.), provincia Andahuaylas, Apurímac

Continuación



5.2.1. ANÁLISIS DEL GRUPO (A)

Este grupo se ha conformado con 231 cultivares (96,3 por ciento), se caracterizaron por la presencia de tubérculos con pigmentación principal de tonalidades rojo, rojo-morado, morado y negruzco (71,9 por ciento); igualmente se mostraron tubérculos amarillos (14,3 por ciento); en tanto los tubérculos con pigmentación primaria marrón, blanco-crema, anaranjado y rosado, se mostraron en menores cantidades (13,9 por ciento). Cuadro 9.

Cuadro 9: Frecuencia del color principal de la piel del tubérculo, cultivares Grupo (A)

Color principal de la piel del tubérculo	Frecuencia	Porcentaje
Rojo	26	11,3
Rojo-morado	55	23,8
Morado	37	16
Negrusco	48	20,8
Amarillo	33	14,3
Marrón	18	7,8
Blanco-crema	5	2,2
Anaranjado	5	2,2
Rosado	4	1,7
Total	231	100

En cuanto a la intensidad del color principal de la piel del tubérculo, presentaron el nivel oscuro en 40,3 por ciento, seguidos por el nivel intermedio 36,8 por ciento y pálidos o claros 22,9 por ciento.

En el color secundario de la piel, expresaron ausencia de pigmentación (44,2 por ciento); mientras la presencia (55,8 por ciento), mostró todos los colores definidos para las papas nativas, desde el blanco-crema al negruzco, siendo más frecuente marrón (11,7 por ciento), seguidos por rojo-morado, amarillo, rojo, morado, negruzco, rosado, blanco-crema y anaranjado (Cuadro 10)

Cuadro 10: Frecuencia del color secundario de la piel del tubérculo, cultivares Grupo (A)

Color secundario de la piel del tubérculo	Frecuencia	Porcentaje
Ausente	102	44,2
Marrón	27	11,7
Rojo-morado	24	10,4
Amarillo	23	10,0
Rojo	18	7,8
Morado	16	6,9
Negrusco	9	3,9
Rosado	7	3,0
Blanco-crema	3	1,3
Anaranjado	2	0,9
Total	231	100

La distribución del color secundario, en relación directa a la presencia o ausencia de pigmentación secundaria de la piel del tubérculo, mostraron ausencia en 44,2 por ciento de los cultivares del grupo; mientras la presencia distribuidos en manchas dispersas, predominando sobre manchas salpicadas, como anteojos, en los ojos, alrededor de los ojos, en las cejas y en pocas manchas (Cuadro 11).

Cuadro 11: Frecuencia de distribución del color secundario de la piel del tubérculo, cultivares Grupo (A)

Distribución del Color Secundario de la piel	Frecuencia	Porcentaje
Ausente	102	44,2
Manchas dispersas	59	25,5
Manchas salpicadas	25	10,8
Como anteojos	15	6,5
En los ojos	12	5,2
Alrededor de los ojos	9	3,9
En las cejas	5	2,2
Pocas manchas	4	1,7
Total	231	100

En la forma general del tubérculo se diferenciaron por ser oblongos, oblongo-alargados, alargados y comprimidos (90,9 por ciento), siendo más frecuente oblongos, seguidos por oblongo-alargados, comprimidos, alargados. En tanto las formas redondas, obovadas y elípticas se mostraron en menores cantidades (9,1 por ciento).Cuadro 12.

Cuadro 12: Frecuencia de forma general del tubérculo, cultivares Grupo (A)

Forma general del tubérculo	Frecuencia	Porcentaje
Oblongo	77	33,3
Oblongo-alargado	66	28,6
Comprimido	42	18,2
Alargado	25	10,8
Redondo	13	5,6
Obovado	6	2,6
Elíptico	2	0,9
Total	231	100

En variantes de forma de tubérculos, el 28,1 por ciento de los cultivares del grupo, expresaron ausencia de variantes o formas raras; mientras la presencia concertinados (33,8 por ciento) y tuberosados (17,7 por ciento), predominando sobre los aplanados, falcados, cuneiformes, fusiformes, digitados, reniformes y enroscados (Cuadro 13).

Cuadro 13: Frecuencia de variantes de forma de tubérculos, cultivares Grupo (A)

Variante de forma de tubérculo	Frecuencia	Porcentaje
Ausente	65	28,1
Concertinado	78	33,8
Tuberosado	41	17,7
Aplanado	23	10,0
Falcado	10	4,3
Cuneiforme	5	2,2
Fusiforme	3	1,3
Digitado	3	1,3
Reniforme	2	0,9
Enroscado	1	0,4
Total	231	100

La profundidad de ojos del tubérculo, se mostraron desde el nivel superficial (14,7 por ciento), medio (33,3 por ciento), profundos (38,1 por ciento) y muy profundo (13,9 por ciento), siendo más frecuente tubérculos de ojos profundos.

En el color principal de la pulpa del tubérculo, predominó el color crema (42 por ciento) entre los blancos, amarillo claro, amarillo y rojo (Cuadro 14)

Cuadro 14: Frecuencia del color principal de la pulpa del tubérculo, cultivares Grupo (A)

Color principal de la pulpa del tubérculo	Frecuencia	Porcentaje
Crema	97	42
Blanco	68	29,4
Amarillo claro	51	22,1
Amarillo	14	6,1
Rojo	1	0,4
Total	231	100

En color secundario de la pulpa del tubérculo, expresaron ausencia de pigmentación (51,9 por ciento); en cambio la presencia (48.1 por ciento), morados en mayor frecuencia, seguidos por rojos, violeta y crema (Cuadro 15).

Cuadro 15: Frecuencia del color secundario de la pulpa del tubérculo, cultivares Grupo (A)

Color secundario de la pulpa del tubérculo	Frecuencia	Porcentaje
Ausente	120	51,9
Morado	68	29,4
Rojo	37	16,0
Violeta	5	2,2
Crema	1	0,4
Total	231	100

Respecto a la distribución del color secundario de la pulpa del tubérculo, más de la mitad de los cultivares del grupo no mostraron distribución (ausencia); en cambio la presencia distribuidos en anillo vascular y médula, predominando sobre el anillo vascular angosto, anillo vascular ancho, áreas, pocas manchas, salpicado y todo menos médula (Cuadro 16).

Cuadro 16: Frecuencia de la distribución del color secundario de la pulpa del tubérculo, cultivares Grupo (A)

Distribución del color secundario de la pulpa	Frecuencia	Porcentaje
Ausente	120	51,9
Anillo vascular y médula	35	15,2
Anillo vascular angosto	24	10,4
Anillo vascular ancho	16	6,9
Áreas	15	6,5
Pocas manchas	11	4,8
Otro (Salpicado)	9	3,9
Todo menos médula	1	0,4
Total	231	100

En la Figura 20 se muestra la variabilidad morfológica en cultivares del agrupamiento del grupo (A), de la colección de papas nativas de la provincia Andahuaylas, región Apurímac



Figura 20: Variabilidad morfológica de cultivares del Grupo (A) de la colección de papas nativas de la provincia Andahuaylas, región Apurímac

El conglomerado de cultivares de papas nativas del Grupo (A), mostrados en el dendograma de la Figura 19, a un coeficiente de distancia (1,4), se subdivide en dos Subgrupos (1) y (2), conformados por 107 y 124 cultivares, respectivamente.

El Subgrupo (1), se ha caracterizado por la presencia de tubérculos con pigmentación principal negruzco (39,3 por ciento), seguido por rojo-morado (28 por ciento), morado (12,1 por ciento), rojo (11,2 por ciento), marrón (5,6 por ciento), blanco-crema y rosado (1,9 por ciento cada uno); con niveles de intensidad, predominantemente oscuro (51,4 por ciento), seguido por el nivel intermedio (31,8 por ciento) y pálido-claro (16,8 por ciento).

En el color secundario de la piel, el 51,4 por ciento de los cultivares mostró ausencia de pigmentación y distribución; mientras la presencia, 48,6 por ciento, marrón (16,8 por ciento), predominando sobre el amarillo (7,5 por ciento), rojo-morado (6,5 por ciento), morado (5,6 por ciento), rojo (4,7 por ciento), negruzco(3,7 por ciento), rosado (2,8 por ciento) y blanco-crema (0,9 por ciento); los que se distribuyeron en mayor frecuencia en manchas dispersas (15,9 por ciento), seguidos por manchas salpicadas (13,1 por ciento), alrededor de los ojos y como anteojos (5, 6 por ciento cada uno); en los ojos (3,7 por ciento), en las cejas (2,8 por ciento) y pocas manchas (1,9 por ciento).

En la forma general del tubérculo, se diferenciaron por ser oblongos (30,8 por ciento), seguidos por oblongo-alargados (28 por ciento), alargados (16,8 por ciento), comprimidos (13,1 por ciento), redondos (7,5 por ciento), obovados (2,8 por ciento) y elíptico (0,9 por ciento).

En variantes de forma el 26,2 por ciento de los cultivares, no mostraron formas raras o inusuales; mientras la presencia concertinados (37,4 por ciento), seguidos por tuberosados (12,1 por ciento), aplanados (8,4 por ciento), falcados (6,5 por ciento), cuneiforme y digitados (2,8 por ciento cada uno) y, reniformes y fusiformes (1,9 por ciento cada uno). Los mismos en la profundidad de ojos del tubérculo mostraron el nivel profundo (41,1 por ciento), seguido por el nivel medio (33,6 por ciento), muy profundo (13,1 por ciento) y ojos superficiales (12,1 por ciento).

El color principal de la pulpa del tubérculo se presentó en cuatro estados, siendo el más frecuente el crema (43,9 por ciento), seguida por el blanco (35,5 por ciento), amarillo claro

(17,8 por ciento) y amarillo (2,8 por ciento). Mientras en color secundario de la pulpa pigmentación morada (61,7 por ciento), rojo (32,7 por ciento), violeta (4,7 por ciento) y crema (0,9 por ciento); los que se distribuyeron en mayor frecuencia en anillo vascular y médula (32,7 por ciento), seguidos por anillo vascular angosto (22,4 por ciento), anillo vascular ancho y áreas (14 por ciento cada uno), otros o salpicados (8,4 por ciento), pocas manchas (7,5 por ciento) y todo menos médula (0,9 por ciento).

Subgrupo (2), se caracterizó por la presencia de tubérculos de color principal amarillo (26,6 por ciento), seguido por rojo-morado (20,2 por ciento), morado (19,4 por ciento), rojo (11,3 por ciento), marrón (9,7 por ciento), negruzco (4,8 por ciento), anaranjado (4 por ciento), blanco-crema (2,4 por ciento) y rosado (1,6 por ciento); con intensidad de color en mayor cantidad de nivel intermedio (41,1 por ciento), seguido por oscuros (30,6 por ciento) y pálido-claro (28,2 por ciento).

En el color secundario de la piel, el 37,9 por ciento de los cultivares, mostraron ausencia de color y por tanto distribución; mientras el 62,1 por ciento presencia del blanco-crema hasta negruzco, siendo más frecuente rojo-morado (13,7 por ciento), seguido por amarillo (12,1 por ciento), rojo (10,5 por ciento), morado (8,1 por ciento), marrón (7,3 por ciento), negruzco (4 por ciento), rosado (3,2 por ciento), anaranjado y blanco-crema (1,6 por ciento cada uno); los que se distribuyeron en mayor frecuencia en manchas dispersas (33,9 por ciento), seguido por manchas salpicadas (8,9 por ciento), como anteojos (7,3 por ciento), en los ojos (6,5 por ciento), alrededor de los ojos (2,4 por ciento), en las cejas y pocas manchas (1,6 por ciento cada uno).

En la forma general de tubérculos mostraron en mayor frecuencia los oblongos (35,5 por ciento), seguido por oblongo-alargados (29 por ciento), comprimidos (22,6 por ciento), alargados (5,6 por ciento), redondo (4 por ciento), obovado (2,4 por ciento) y elíptico (0,8 por ciento).

En variantes de forma 29,8 por ciento de los cultivares no mostraron formas raras; mientras 70,2 por ciento, concertinados (30,6 por ciento), siendo el más frecuente, seguidos por tuberosados (22,6 por ciento), aplanados (11,3 por ciento), falcados (2,4 por ciento), cuneiforme (1,6 por ciento), fusiforme y enroscado (0,8 por ciento cada uno). En la profundidad de ojos mostraron en mayor frecuencia el nivel profundo (35,5 por ciento),

seguido por ojos de profundidad medio (33,1 por ciento), ojos superficiales (16,9 por ciento) y ojo muy profundos (14,5 por ciento).

En el color principal de la pulpa, se diferenciaron por la pigmentación crema (40,3 por ciento), seguidos por el amarillo claro (25,8 por ciento), blanco (24,2 por ciento), amarillo (8,9 por ciento) y rojo (0,8 por ciento). Mientras en color secundario el 96,8 por ciento, ausencia de pigmentación y distribución, por lo que solamente 3,2 por ciento expresaron el morado y rojo en igual cantidad (1,6 por ciento); los que se distribuyeron en pocas manchas (2,4 por ciento) y anillo vascular ancho (0,8 por ciento).

5.2.2. ANÁLISIS DEL GRUPO (B)

Agrupado por ocho cultivares que presentaron tubérculos de color principal, rojo, rojo-morado, morado y negruzco con niveles de intensidad pálido a oscuro. En color secundario de la piel, blanco-crema, anaranjado, marrón y morado con distribución en las cejas, alrededor de los ojos, manchas dispersas, como anteojos y manchas salpicadas.

Por la forma general de tubérculos se caracterizaron por ser comprimidas, oblongo-alargados y, alargados con ausencia y presencia de variantes cuneiformes, reniformes, concertinado y tuberosados, que presentaron en la profundidad de ojos del tubérculo el nivel medio a profundo.

En color principal de la pulpa del tubérculo se caracterizaron por la pigmentación roja, morada y violeta; color secundario blanco y amarillo, distribuido en áreas, anillo vascular ancho y médula, y otro (salpicado). Los cultivares de este grupo se muestra en la Figura 21.



Amachi



Cana del abuelito



Pichillcucullma



Leona



Cuculi



Simipintana



Khuchipelo



Rosassúnqo

Figura 21: Variabilidad morfológica de cultivares del Grupo (B) de la colección de papas nativas, provincia Andahuaylas, región Apurímac

5.2.3. ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTOS PARES

En el dendograma (Figura 19) el análisis de agrupamientos conformados por pares de cultivares con valores de coeficiente de distancia hasta 0.5, identificó 59 grupos con tres a nueve características morfológicas comunes con valores de coeficiente de distancia 0,08 a 0,49; resultando más cercanas las agrupaciones con valores bajos, mientras las agrupaciones con mayor valor, compartieron menor grado de similitud.

En el Cuadro 17, se muestra la matriz básica de datos de caracterización para los grupos identificados, conformados por 118 cultivares (49,2 por ciento); en tanto la diferencia con 122 cultivares (50,8 por ciento), a este valor de coeficiente de distancia no mostraron agrupamientos.

El análisis de frecuencia para los grupos identificados, muestran la presencia de tubérculos de todos los colores definidos para las papas nativas, desde el blanco-crema hasta negruzco, siendo más frecuente rojo-morado (25,4 por ciento), seguidos por negruzcos (20,3 por ciento), morado (16,9 por ciento), amarillo (16,1 por ciento), rojo (9,3 por ciento), marrón (6,8 por ciento), blanco-crema (2,5 por rosado), anaranjado (1,7 por ciento) y rosado (0,8 por ciento). En los mismos la intensidad del color principal se mostró desde los niveles pálidos hasta el intenso, con mayor frecuencia del nivel intermedio (39,8 por ciento), seguidos por el intenso (39 por ciento) y pálido (21,2 por ciento).

En el color secundario de la piel del tubérculo, el 48,3 por ciento de los cultivares en los grupos identificados, no mostraron pigmentación y distribución, en tanto la presencia, desde el blanco-crema a negruzco, predominando el marrón (13,6 por ciento), seguidos por amarillos (11 por ciento), rojo-morado (9,3 por ciento), rojo (6,8 por ciento), morado (5,9 por ciento), blanco-crema y negruzco (1,7 por ciento cada uno) y, anaranjado y rosado (0,8 por ciento cada uno); los que se distribuyeron principalmente en manchas dispersas (22 por ciento), seguidos por manchas salpicadas (13,6 por ciento), como anteojos (5,9 por ciento), en los ojos (5,1 por ciento), alrededor de los ojos (3,4 por ciento), en las cejas y pocas manchas (0,8 por ciento cada uno).

En la forma general de tubérculos, predominaron los oblongo-alargados (34,7 por ciento), seguidos por oblongos (32,2 por ciento), comprimidos (17,8 por ciento), alargados (9,3 por

ciento), redondos (4,2 por ciento), elípticos (1,7 por ciento); con ausencia de variantes (24,6 por ciento) y presencia de concertinados (37,3 por ciento), seguidos por tuberosados (17,8 por ciento), aplanados (9,3 por ciento), falcados (5,1 por ciento), fusiformes (1,7 por ciento), digitados (1,7 por ciento), clavados, reniformes y enroscados (0,8 por ciento cada uno). En cuanto a la profundidad de ojos del tubérculo, predominaron los ojos profundos (40,7 por ciento), seguidos por ojos de profundidad de nivel medio (33,9 por ciento), muy profundo (14,4 por ciento) y superficial (11 por ciento).

Respecto al color principal de la pulpa, en mayor cantidad se mostró el crema (47,5 por ciento), seguidos por blancos (28,8 por ciento), amarillo claro (18,6 por ciento) y amarillo (5,1 por ciento); con ausencia de color secundario y distribución (55,9 por ciento) y presencia de morado (28,8 por ciento), rojo (12,7 por ciento) y violeta (2,5 por ciento); los que se distribuyeron en anillo vascular y médula (13,6 por ciento), anillo vascular angosto (10,2 por ciento), áreas (8,5 por ciento), anillo vascular ancho (6,8 por ciento), pocas manchas (3,4 por ciento), todo menos médula y salpicado u otro(0,8 por ciento cada uno).

Cuadro 17: Matriz básica de caracterización de cultivares pares de la colección de papas nativas de la provincia de Andahuaylas, Apurímac

N°	Accesiones	Color de piel del tubérculo				Forma del tubérculo			Color de la carne del tubérculo			Coef. Dist.	Grado simil.
		Cpp	Icpp	Csp	Dcsp	Fg	Vf	Po	Cpc	Csc	Desc		
1	Uchukuta	7	3	0	0	7	8	7	2	6	5	0.43	8
	Cunkatullu	7	3	0	0	8	8	7	2	6	2		
2	Sumaqsúnqo	7	3	0	0	6	8	7	4	6	4	0.30	7
	Cusqueña	7	3	0	0	6	9	7	4	7	2		
3	Pukahuyayro	7	2	0	0	7	8	7	3	6	2	0.27	8
	Uccuhuyayro	6	2	0	0	7	8	7	2	6	2		
4	Huayromacho	7	2	0	0	7	8	5	2	6	4	0.39	7
	Chinahuayro	7	2	0	0	6	8	5	3	6	2		
5	Yanañawichuspi	9	2	0	0	7	8	9	1	7	4	0.18	8
	Khuchiru	9	2	0	0	8	8	9	1	7	3		
6	Llamasencca	9	3	0	0	7	8	9	1	7	1	0.27	9
	Puñuyñawi	9	3	0	0	7	8	9	1	7	3		
7	Wencos	9	3	0	0	7	9	9	1	7	5	0.08	9
	Yanawaqra	9	3	0	0	7	8	9	1	7	5		
8	Pukamillqu	7	2	0	0	8	5	7	2	6	5	0.36	6
	Pukacarrillo	6	2	0	0	7	3	7	2	6	7		
9	Yanachiwillo	9	2	0	0	6	9	7	1	8	5	0.33	5
	Morarnayramari	8	2	0	0	6	8	7	2	7	6		
10	Khuchipasunqon	9	1	0	0	7	8	7	3	7	5	0.49	4
	Guinda	7	1	0	0	6	9	5	3	8	4		
11	Maki	9	3	0	0	7	7	5	1	7	3	0.36	8

Continuación

	Khuchimaki	9	3	0	0	7	8	3	1	7	3		
12	Putis	7	3	0	0	7	0	7	1	7	2	0.47	5
	Jajanco	9	3	0	0	6	1	7	2	7	4		
13	Wasiwasi	8	3	0	0	2	0	5	1	7	5	0.12	9
	Asnoruntu	9	3	0	0	2	0	5	1	7	5		
14	Yanapalta	9	2	0	0	2	0	5	1	7	5	0.38	7
	Yanamuchca	9	2	0	0	2	0	5	2	8	3		
15	Pukallicella	7	2	0	0	6	0	5	2	6	2	0.44	7
	Ccalasuytu	7	2	0	0	7	1	5	2	6	5		
16	Muruchecche	7	2	4	3	6	0	5	1	7	2	0.47	4
	Rumisunqo	6	2	2	4	6	0	7	1	6	3		
17	Yanachuruspiña	9	3	0	0	1	9	7	1	7	2	0.32	7
	Yanapumamaki	9	3	0	0	1	7	7	2	7	3		
18	Murumillqu	9	3	4	4	8	5	7	2	7	4	0.41	7
	Wuaqrillo	9	3	7	4	8	5	7	1	7	5		
19	Q'eracho	8	3	4	5	5	8	7	2	7	5	0.32	7
	Azulsúnqo	7	3	4	6	7	8	7	2	7	5		
20	YanaLeqlesuma	9	3	4	4	6	9	7	3	7	1	0.42	3
	Witqisuitu	8	3	2	3	7	8	7	2	7	2		
21	Yanashukre	9	3	7	1	7	8	7	2	7	5	0.40	6
	Yanamillqu	9	3	6	1	8	5	7	2	7	3		
22	Huayrodisis	6	1	2	6	6	8	7	2	6	4	0.49	6
	Pelodetigre	7	2	4	6	6	8	7	2	6	3		
23	Tumiri	9	3	4	5	6	0	5	1	7	5	0.32	7
	Pukaallqasúnqo	7	3	4	6	6	0	5	1	7	4		
24	Aqchipauman	7	3	4	6	6	0	3	2	7	3	0.43	7
	Yanachogqchi	8	3	4	6	8	4	3	2	7	3		
25	Caspas	9	3	6	6	1	0	5	2	7	3	0.50	5
	Q'ellusúnqo	7	3	4	6	1	0	5	3	6	5		
26	Pukagaspar	7	3	9	4	6	8	9	3	0	0	0.13	9
	Pukatumiri	7	3	9	4	7	8	9	3	0	0		
27	GuindaLlunchuy	8	2	6	4	7	9	9	3	0	0	0.40	4
	Yuncaccanchi	7	2	8	3	6	8	9	2	0	0		
28	Peruanita	7	2	2	5	6	9	7	4	0	0	0.15	8
	Allqahuayro	7	2	2	4	6	8	7	4	0	0		
29	PukaTomatillo	6	2	2	6	6	8	7	3	0	0	0.15	8
	Q'ellucamoto	6	2	2	6	7	9	7	3	0	0		
30	Q'elluTomatillo	6	1	3	6	6	9	7	3	0	0	0.30	6
	Pukaokapapa	6	1	4	6	7	8	7	2	0	0		
31	Ankapauman	9	2	2	4	6	9	7	2	0	0	0.49	5
	Muruamayllu	6	2	1	4	7	8	7	1	0	0		
32	Paya Kirupaky	8	3	0	0	7	8	9	1	0	0	0.08	9
	Yanapitikiña	8	3	0	0	7	9	9	1	0	0		
33	PukaLlunchuy	7	3	0	0	7	9	7	3	0	0	0.20	7
	Purunhuayro	6	3	0	0	8	8	7	3	0	0		
34	Azulgaspar	8	2	0	0	7	8	9	2	0	0	0.12	9
	Pukasuito	7	2	0	0	7	8	9	2	0	0		
35	Pukapitiquiña	7	2	0	0	7	8	7	1	0	0	0.27	7
	Suitowaña	8	2	2	1	7	8	7	1	0	0		

Continuación

36	Yurajhhuayro	4	1	0	0	7	8	9	2	0	0	0.25	9
	Yurajhgarazapato	2	1	0	0	7	8	9	2	0	0		
37	Yurajhgaspar	2	3	0	0	7	8	7	2	0	0	0.15	8
	Mamalucha	2	3	0	0	6	9	7	2	0	0		
38	Amarilladelcentro	2	3	0	0	6	9	7	4	0	0	0.08	9
	Chinaruntus	2	3	0	0	6	8	7	4	0	0		
39	WackaLulun	8	3	7	1	1	9	9	2	0	0	0.43	8
	Yanawarmi	8	3	7	1	1	9	7	3	0	0		
40	CcalaPutis	8	2	4	6	6	0	3	2	0	0	0.43	6
	Allqawaña	8	2	2	4	7	0	3	1	0	0		
41	Alianza	8	3	2	5	7	1	5	3	0	0	0.29	7
	Azulpepino	8	3	2	4	7	2	5	2	0	0		
42	Yanaimilla	8	3	4	2	1	0	5	2	0	0	0.26	9
	Waracapampa	8	3	4	4	1	0	5	2	0	0		
43	Saniimilla	8	2	4	5	1	0	5	2	0	0	0.29	7
	Sardaimilla	8	2	5	4	1	0	5	1	0	0		
44	Allqaq'ompis	5	2	1	5	1	0	5	2	0	0	0.29	7
	Susoperuanita	6	2	2	5	1	0	5	3	0	0		
45	Javillas	7	2	0	0	6	0	5	3	0	0	0.43	8
	Q'achirma	7	2	0	0	6	0	7	2	0	0		
46	PukaCuchillopaky	7	2	0	0	1	0	5	1	0	0	0.13	9
	Pukaimilla	7	2	0	0	2	0	5	1	0	0		
47	Pukañawi	4	1	6	1	7	8	5	2	0	0	0.49	7
	SuituPepino	2	1	7	4	7	8	5	2	0	0		
48	Leqlespauman	1	2	6	4	6	0	3	1	0	0	0.35	6
	WachwaQ'allo	2	2	8	4	6	1	3	2	0	0		
49	Sirenita	2	1	7	4	6	0	5	1	0	0	0.38	7
	SuytuQ'allo	2	1	7	4	5	1	3	1	0	0		
50	Yurajhwaña	1	1	8	7	6	1	5	2	0	0	0.44	5
	Suytusalome	3	1	6	6	6	0	5	3	0	0		
51	Muruwaña	2	1	8	4	6	1	5	2	7	1	0.44	7
	Murupalta	4	1	7	4	6	1	3	2	7	1		
52	Azulwichki	4	2	8	4	1	8	7	2	0	0	0.25	9
	MuruLlunchuy	2	2	8	4	1	8	7	2	0	0		
53	Pasña papa	2	2	7	4	1	9	5	2	0	0	0.29	7
	Pukapasña	2	2	6	3	1	9	5	1	0	0		
54	Sardawichki	4	1	7	4	1	8	7	2	0	0	0.36	8
	Jilguero	4	1	7	4	1	9	5	2	0	0		
55	Ruyrusalome	3	1	6	6	1	9	5	3	0	0	0.25	7
	Yutoruntu	4	1	8	6	1	8	5	3	0	0		
56	Yurajhishkupuru	2	1	0	0	7	0	5	3	0	0	0.43	7
	WackaQallo	2	1	0	0	7	1	7	2	0	0		
57	Yurajhcallwa	2	1	0	0	6	1	3	1	0	0	0.37	8
	Yurajhyurajhwaña	1	1	0	0	6	1	5	1	0	0		
58	Accohuaycca	2	2	0	0	7	4	5	2	0	0	0.38	7
	Q'ellumillqu	2	2	0	0	8	5	3	2	0	0		
59	Yurajhmillqu	4	1	0	0	8	5	3	2	0	0	0.27	8
	Yurajhcacho	2	1	0	0	8	6	3	2	0	0		

5.2.4. MORFOTIPOS CON MÁXIMA SIMILITUD MORFOLÓGICA

El análisis de grupos de cultivares con coeficientes de distancia con valores bajos, con máxima similitud morfológica, identificaron seis grupos de morfotipos pares, los cuales a continuación se describen en base a la matriz básica de datos de caracterización (Cuadro 18).

Cuadro 18: Matriz básica de caracterización de cultivares pares con máxima similitud morfológica de la colección de papas nativas de la provincia de Andahuaylas, Apurímac

N°	Accesiones	Color de piel del tubérculo				Forma del tubérculo			Color de la pulpa del tubérculo			Coef. Dist.	Grado simil.
		C _{pp}	I _{c_{pp}}	C _{sp}	D _{c_{sp}}	F _g	V _f	P _o	C _{pc}	C _{sc}	D _{sc}		
1	Llamasencca	9	3	0	0	7	8	9	1	7	1	0.27	9
	Puñuyñawi	9	3	0	0	7	8	9	1	7	3		
2	Wenccos	9	3	0	0	7	9	9	1	7	5	0.08	9
	Yanawaqra	9	3	0	0	7	8	9	1	7	5		
3	Wasiwasi	8	3	0	0	2	0	5	1	7	5	0.12	9
	Asnoruntu	9	3	0	0	2	0	5	1	7	5		
4	Yanañawichuspi	9	2	0	0	7	8	9	1	7	4	0.18	8
	Khuchiru	9	2	0	0	8	8	9	1	7	3		
5	Paya Kirupaky	8	3	0	0	7	8	9	1	0	0	0.08	9
	Yanapitikiña	8	3	0	0	7	9	9	1	0	0		
6	Amarilla del centro	2	3	0	0	6	9	7	4	0	0	0.08	9
	Chinaruntus	2	3	0	0	6	8	7	4	0	0		

Donde:

- **C_{pp}** (Color principal de la piel)
- **I_{c_{pp}}** (Intensidad del color principal de la piel)
- **C_{sp}** (Color secundario de la piel)
- **F_g** (Forma general)
- **V_f** (Variante de forma)
- **P_o** (Profundidad de ojos)
- **C_{pc}** (Color principal de la pulpa)
- **C_{sc}** (Color secundario de la pulpa)
- **D_{sc}** (Distribución del color secundario de la pulpa).

Grupo 1

Conformado por los cultivares “Llamasencca” y “Puñuyñawi” con coeficiente de distancia 0,27. Tubérculos con pigmentación principal negruzca intensa, ausencia de color secundario y distribución. Tubérculos de forma oblongo-alargado, concertinado con ojos muy profundos. Color principal de la pulpa, blanco, color secundario morado distribuido en pocas manchas en “Llamasencca” y anillo vascular angosto en “Puñuyñawi” (Figura 22).

Grupo 2

Integrado por los morfotipos “Wenccos” y “Yanawaqra”, con coeficiente de distancia 0,08. Tubérculos con pigmentación principal negruzca intensa, con ausencia de color secundario y distribución. Tubérculos oblongo-alargado, diferenciados por las variantes tuberosado en “Wenccos” y concertinado en “Yanawaqra”, ojos muy profundos. Color principal de la pulpa, blanco, y color secundario morado, distribuido en anillo vascular y médula (Figura 22)

Grupo 3

Agrupado por los morfotipos “Wasiwasi” y “Asnoruntu” con coeficiente de distancia 0,12. Se diferenciaron por el color principal de la piel del tubérculo morado en “Wasiwasi” y negruzco en “Asnoruntu”; ausencia del color secundario de la piel y distribución. Tubérculos de forma redonda, con ausencia de variantes, ojos de profundidad de nivel medio. Color principal de la pulpa, blanco, con color secundario morado, distribuido en anillo vascular y médula (Figura 22)

Grupo 4

Agrupado por los morfotipos “Yanañawichuspi” y “Khuchiru” con coeficiente de distancia 0,18, presentaron tubérculos con piel negruzco de nivel intermedio, ausencia de color secundario y distribución. Se han diferenciado por la forma de tubérculo, siendo oblongo-alargado en el primero y alargado en el segundo, con variantes concertinados de ojos muy profundos. Color principal de la pulpa, blanco y color secundario morado, distribuido en

anillo vascular ancho en “Yanañawichuspi” y en anillo vascular angosto en “Khuchiru”. (Figura 22).

Grupo 5

Agrupado por los morfotipos “Payakirupaky” y “Yanapitiquiña” con coeficiente de distancia 0,08, presentaron similitudes marcadas en la piel principal del tubérculo morado intenso, sin color secundario y distribución. Tubérculos oblongo-alargado con variantes concertinado en “Payakirupaky” y tuberosado en “Yanapitiquiña” con ojos muy profundos. Color principal de la pulpa blanco, sin color secundario y distribución (Figura 22).

Grupo 6

Este grupo se ha conformado con los morfotipos “Amarilla del centro” y “Chinaruntus”, con coeficiente de distancia de 0,08, por lo que presentaron características bastante similares en el color principal de la piel amarillo intenso, sin color secundario y distribución. Tubérculos de forma oblongo, diferenciados por la variante tuberosado en “Amarilla del centro” y concertinado en “Chinaruntus”, con ojos profundos. Color principal de la pulpa amarillo sin color secundario y distribución (Figura 22).



Llamasencca



Puñuyñawi



Wencos



Yanawaqra



Wasi wasi



Asnoruntu



Yanañawichuspi



Khuchiru



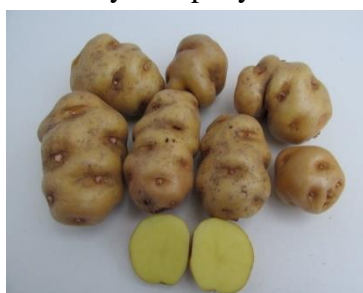
Payakirupaky



Yanapitiquña



Amarilla del centro



Chinaruntus

Figura 22: Morfotipos con máxima similitud morfológica de la colección de papas nativas (*Solanum* spp.), provincia Andahuaylas, Apurímac

5.3. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)

Con el propósito de obtener nuevas variables no correlacionadas entre sí y determinar qué caracteres son los responsables de la mayor parte de la variabilidad morfológica observada entre los cultivares de papas nativas, se realizó el Análisis de Componentes Principales (ACP) de acuerdo con el procedimiento descrito por Franco e Hidalgo (2003).

El Análisis de Componentes Principales (ACP), genera un número de componentes iguales al número de descriptores usados en el estudio. Por ello, en el presente estudio, en base a los 10 descriptores morfológicos, se obtuvo 10 componentes principales con valores propios (Eigen-valor).

En el Cuadro 19, se muestra en la primera columna los componentes principales, generados a partir de las variables originales (descriptores morfológicos); en la segunda columna los valores propios para cada uno de los Componentes Principales (CP); en la tercera columna el porcentaje de variación y en la cuarta columna el porcentaje acumulado de variación que alcanza el 100% en el décimo componente principal.

Además se observa que el primer componente principal (CP 1) tiene valor propio de 2,48, el segundo componente principal (CP 2) 1,79; el tercer componente principal (CP 3) 1,44; el cuarto componente principal (CP 4) 1,06; a partir del quinto componente principal para adelante los valores propios son menores a 1. Así mismo se nota que el primer componente principal explica el 24,80 por ciento de la variación total de los datos, el segundo componente explica el 17,90 por ciento, el tercer componente el 14,45 por ciento y el cuarto componente explica el 10,62 por ciento; representando en conjunto 67,78 por ciento de la variación total de los datos. Los seis componentes principales restantes representan en conjunto el 32,22 por ciento de la variación de los datos.

Cuadro 19: Valores Propios (Eigen-value), porcentaje de variación y porcentaje acumulado de variación para cada uno de los 10 componentes principales generados a partir de 10 descriptores morfológicos de tubérculos de papas nativas (*Solanum spp.*)

Componentes Principales (CP)	Valor Propio (Eigen-value)	Porcentaje de variación	Porcentaje acumulado de variación
CP 1	2,48	24,80	24,80
CP 2	1,79	17,90	42,70
CP 3	1,44	14,45	57,16
CP 4	1,06	10,62	67,78
CP 5	0,99	9,97	77,75
CP 6	0,81	8,15	85,91
CP 7	0,52	5,24	91,16
CP 8	0,42	4,22	95,38
CP 9	0,28	2,89	98,27
CP 10	0,17	1,72	100,00
Total	10,00		

En el Cuadro 20 se observa la correlación entre las variables originales y los cuatro primeros componentes principales seleccionados. La interpretación de las correlaciones entre las variables originales y los componentes principales se deben centrar en los coeficientes de contribución; mientras más altos sean estos coeficientes, independientemente del signo, más eficientes serán en la discriminación de las accesiones; por tanto, las variables con coeficiente negativo (-) significan que están caracterizando en sentido contrario en relación con las variables positivas (+) y viceversa. Ferreira (1987), citado por Macuri, (2016) menciona, que los coeficientes de correlación que se distribuyen en los componentes indican el grado de contribución de cada variable original asociada al componente principal, por tanto, recomienda tomar en cuenta el comportamiento observado en las accesiones durante la caracterización morfológica en relación con cada variable considerada en el estudio.

En el Cuadro 20 se muestra que el primer componente (CP1), está conformado por la Distribución del color secundario de la pulpa (0,709), Color secundario de la pulpa del tubérculo (0,708), Color principal de la piel del tubérculo (0,690) y Color secundario de la piel del tubérculo (-0,524); el segundo componente (CP 2) conformado por la variante de

forma del tubérculo (-0,630) y profundidad de ojos del tubérculo (-0,567); el tercer componente (CP 3) conformado por la Distribución del color secundario de la piel (0,623) y el cuarto componente (CP 4) conformado por la Forma general del tubérculo (-0,600) e Intensidad del color principal de la piel (0,527) .

Cuadro 20: Contribución relativa de 10 descriptores morfológicos para los cuatro primeros componentes principales, usados en el estudio de 240 cultivares de papas nativas (*Solanum* spp.)

Variables	CP1	CP2	CP3	CP4
1. Color principal de la piel del tubérculo	0,690	0,225	0,220	0,309
2. Intensidad del color principal de la piel	0,488	-0,031	0,371	0,527
3. Color secundario de la piel del tubérculo	-0,524	0,407	0,597	-0,198
4. Distribución del color secundario de la piel	-0,485	0,446	0,623	-0,133
5. Forma general del tubérculo	0,258	-0,312	-0,075	-0,600
6. Variante de forma	0,263	-0,630	0,462	-0,217
7. Profundidad de ojos del tubérculo	0,324	-0,567	0,445	-0,146
8. Color principal de la pulpa del tubérculo	-0,081	-0,263	0,303	0,254
10. Color secundario de la pulpa del tubérculo	0,708	0,522	0,025	-0,321
11. Distribución del color secundario de la pulpa	0,709	0,462	0,059	-0,185

VI. CONCLUSIONES

- Se ha identificado alta variabilidad morfológica en las papas nativas cultivadas en Andahuaylas, como en colores de la piel, forma general y variantes de tubérculos, color principal y secundario con distribución en la pulpa del tubérculo.
- En el análisis de agrupamiento según los caracteres morfológicos del tubérculo se encontró 0,4 por ciento de duplicados, a un coeficiente de distancia de cero (0,0), identificándose 239 morfotipos. Mientras a un coeficiente de distancia de 1,6 mostraron dos grandes grupos de cultivares de papas nativas, diferenciados principalmente por el color y distribución de la pulpa del tubérculo; así mismo por el color principal y secundario de la piel, distribución del color secundario de la piel, forma general y variantes del tubérculo. A un coeficiente de distancia de 0,5 se ha identificado 59 grupos, los que son morfotipos pares con similitud de tres a nueve características morfológicas comunes. Entre las cuales seis grupos de morfotipos con máxima similitud morfológica y se diferenciaron a 122 cultivares individuales, que representaron al 51 por ciento de las muestras estudiadas.
- Estos estudios son una herramienta útil para los programas de mejoramiento genético y diseño de las estrategias de conservación.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda con la caracterización morfológica de cultivares de papas nativas en diferentes ambientes y campañas agrícolas para la identificación de duplicados y homologación.
- Complementar con la caracterización molecular, utilizando marcadores moleculares en diferentes localidades a fin de conocer la variabilidad de las papas nativas.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **ALA BAJO APURÍMAC PAMPAS.2013.** Evaluación de los Recursos Hídricos en Cabecera de las Subcuencas de las Provincias de Andahuaylas y Chincheros. Informe final de Estudio de hidrología. Andahuaylas, Apurímac.301p.
2. **ALTIERI, M. 1992.** Biodiversidad, agroecología y manejo de plagas. Valparaiso, Chile. 162 p.
3. **AMES, M. A. 2008.** DNA from herbarium specimens settles a controversy about origins of the European potato. Amer. J. Bot. 95(2), pp. 252-257.
4. **ASOCIACIÓN SOLARIS PERÚ. 2015.** Conservación y manejo sostenible del germoplasma de papas nativas en las comunidades campesinas de la provincia de Andahuaylas. Sistematización proyecto (Primera ed.). Lima, Perú.129p.
<http://papasnativasfaosolaris.blogspot.com/>
5. **BIOVERSITY INTERNATIONAL. 2012.** Parientes Silvestres de los Cultivos. Manual para la Conservación In Situ. Editado por Danny Hunter y Vernon Heywood.
http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx_news/Parientes_silvestres_de_los_cultivos_1641.pdf
6. **CIP (Centro Internacional de la Papa). 2013.** Informe anual Centro Internacional de la Papa, 2013. Lima,Perú.258p.
7. **CRISCI, J.; LÓPEZ, M. 1983.** Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Serie de biología N°26, Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos(OEA). Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington.102p.
8. **DURAND, M. 2012.** Descripción morfológica y fisio-agronómica de cultivares de papa nativa (*Solanum* spp.) colectadas en el Centro Poblado de Pomamanta, Comas, Junín. Tesis Mag. Sc. Universidad Nacional Agraria La Molin. Escuela de Postgrado. Maestría en Producción Agrícola. Lima, Perú. 131 p.
9. **EGÚSQUIZA, R. 2000.** La papa, producción, transformación y comercialización.MSP.UNALM/ADEX.USAIID. Lima-Perú. 192p.

10. _____ **2014**. La Papa en el Perú. Segunda Edición. Lima, Perú. 200 p.: Universidad Nacional Agraria La Molina.
11. _____ **1991**. Taxonomía y botánica de la papa cultivada. En C. N. papa-UNALM, Andenes-Cusco, Perú.
12. **FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2009**. Tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (TIRFAA). Roma, Italia. 68 p.: www.planttreaty.com.
13. **FRANCO, T.L.; HIDALGO, R. (Eds). 2003**. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín Técnico N° 8. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). Cali, Colombia. 89 p.
14. **GÓMEZ, R. 2000**. Guía para las Caracterizaciones Morfológicas Básicas en Colecciones de Papas. Lima, Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP). 49 p.
15. **GRUN, P. 1990**. The Evolution of cultivated potatoes. Economic Botany. 44 (Suppl.), 39-55.
16. **HAWKES, J. 1990**. The potato: Evolution, biodiversity and genetic resources. Belhaven Press, Oxford. London 259 p.
17. _____ **1994**. Origins of cultivated potatoes and species relationships. pp. 3-42. In: J.E. Bradshaw and G.R. Mackay (eds.), Potato Genetics. Centre for Agriculture and Biosciences International. Wallingford.
18. **HIDALGO, R. 2003**. Variabilidad genética y caracterización de especies vegetales. En Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. Franco T, Hidalgo R. Eds. Boletín Técnico N°8, IPGRI Cali, Colombia.
19. **HUAMÁN, Z. 1986**. Botánica sistemática y morfología de la Papa. 2ª ed., revisada. Centro Internacional de la Papa (Boletín de Información Técnica 6). Lima-Perú. 22 p.

20. _____1984. Botánica sistemática, identificación, distribución y evolución de la papa cultivada. En Manual sobre manejo de germoplasma. Centro Internacional de la Papa.Lima-Perú. 39 p.
21. HUAMAN, Z; SPOONER, DM.2002. Reclassification of landrace populations of cultivated potatoes (*Solanum* sect. *Petota*). Amer. J. Bot. 89, 947-965.
22. INEI (Instituto Nacional de Estadística e Información Agraria, Perú).2012. Resultados definitivos IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Diponible en:
<http://proyectos.inei.gob.pe/web/Documentospublicos/ResultadosFinalesIVCENAGRO.pdf>.
23. INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria, Perú). 2009. Descriptores Mínimos de Papa (*Solanum* sp), para el Registro Nacional de la Papa Nativa Peruana.Primer edición.Lima, Perú.18p.
24. JARAMILLO, S.; BAENA,M. 2000. Material de apoyo a la capacitación en conservación *ex situ* de recursos fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Cali, Colombia.
25. LÓPEZ, P.; EGÚSQUIZA, R.; VILLAGÓMEZ, V. 1980. Cultivo de la papa. Convenio CENCIRA-AID. Lima-Perú. 220 p.
26. MACURI, E. 2016. Estudio de la diversidad fenotípica del maíz (*Zea mays* L) en la sierra baja y media del Perú. Tesis Ingº Agrónomo, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.107p.
27. MAXTED, N.; BL,FORD-LLOYD; J.G. HAWKES (Eds). 1997. Plant genetic conservation: The in situ approach. Chapman and Hall, RU. 446 P.
28. MINAG (Ministerio de Agricultura, Perú). 2008. Papas nativas del Perú. Catálogo de variedades y usos gastronómicos. Lima-Perú.117 p.
29. MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, Perú). 2017. Boletín Papa: Características de la Producción Nacional y de la Comercialización en Lima Metropolitana. Dirección General Políticas Agrarias. Lima,Perú.13p.

30. **MORALES, F. 2007.** Sociedades precolombinas asociados a la domesticación y cultivo de la papa. Revista Latinoamericana de la Papa. Cali, Colombia, 14(1):1-9.
31. **OCHOA, C. 1999.** Las papas de Sudamérica:Perú. CIP. Kansas (USA): Allen Press.1036 p.
32. _____**2003.** Las papas del Perú: Base de datos 1947-1997. Lima, Perú. 185 p.
33. _____**1965.** Determinación sistemática y recuentos cromosómicos de las papas indígenas cultivadas en el centro del Perú. Anales Científicos (UNALM) 3 (2), 103-163.
34. **PÉREZ, D. 2004.** Evaluación de la diversidad genética de papas nativas (*Solanum tuberosum* L. ssp. *tuberosum* (Hawkes) silvestres y cutivadas del sur de Chile, mediante el uso de marcadores microsatélites. Tesis para obter al grado de Licenciado en Agronomía. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Agronomía. 72 p.
35. **RAMÍREZ, M. 2013.** Relaciones de confianza en la cadena de valor de la papa nativa: Desde la chacra hasta los anaqueles. Estudio de caso de la cadena de valor compuesta por los productores de Kishuará, Capac Perú y supermercados Peruanos.2009-2013. Lima-Perú: Tesis Lic. Gestión Social, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Gestión y Alta Dirección.
36. **RODRÍGUEZ, L. 2009.** Teorías sobre clasificación taxonómica de las papas cultivadas (*Solanum* L. sect, *Petota* Dumort.): Una revisión. Rev. Agronomía Colombiana, 27 (3), 305-312. Bogotá, Colombia.
37. **ROHFL, F. 1992.** NTSYS-pc.Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System.
38. **SÁNCHEZ, C. 2003.** Cultivo y Comercialización de la Papa. Lima-Perú.74 p.
39. **SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía, Perú).** Oficina de Estadística. Temperatura (° C) y Precipitación (mm), provincia de Andahuaylas, Apurímac, (2014-2016). www.senamhi.gob.pe

- 40. SEVILLA, R.; HOLLE, M. 2004.** Recursos Genéticos Vegetales. Edic. Luís León Asoc.Lima, Perú. 445 p.
- 41. SEVILLA, R. 2006.** Definiciones conceptuales básicas. En Manual para caracterización *in situ* de cultivos nativos. Conceptos y procedimientos. Editores: Estrada, R.; Medina,T; Roldan, A. Lima-Perú.167p.
- 42. SPOONER, DM; FAJARDO, D. AND BRYAN, GJ. 2007.** Species limits of *Solanum berthaultii* Hawkes and *S. tarijense* Hawkes and the implications for species boundaries in *Solanum* sect. *Petota*. *Taxon* (56 (4), 987-999.
- 43. TAPIA, E. 1993.** Agrobiodiversidad en Los Andes. Lima, Perú.
- 44. WATANABE, LK; BAIGORRIA, M; OLCESE, O. 2008.** Contribuciones al estudio de la papa en el Perú. Primera Edición.Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.: Editorial San Marcos E.I.R.L.146 p.
- 45. WRI (Instituto de Recursos Mundiales); UICN (Unión Mundial para la Naturaleza); PNUMA(Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 1992.** Carácter y valor de la biodiversidad. En: Estrategia Global para la Biodiversidad.

IX. ANEXOS

Anexo 1: Datos de la colecciones de 240 cultivares de papas nativa (*Solanum spp.*) de la provincia de Andahuaylas, Apurímac

Nº	Cultivares	Conservador	Dpto.	Prov.	Distrito	Localidad colecta	Coordenadas Geográficas		
							Latitud	Longitud	Altitud
1	Khuchimaki	Claudio Sotaya	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Ccacce	13°46'21.35"	73°23'9.79"	3626
2	Allqawacrillo	Claudio Sotaya	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Ccacce	13°46'21.35"	73°23'9.79"	3626
3	Yanakhuchichupa	Claudio Sotaya	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Ccacce	13°46'21.35"	73°23'9.79"	3626
4	Witqisuitu	Claudio Sotaya	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Ccacce	13°46'21.35"	73°23'9.79"	3626
5	Pukacarrillo	Claudio Sotaya	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Ccacce	13°46'21.35"	73°23'9.79"	3626
6	Pukaccalas	Claudio Sotaya	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Ccacce	13°46'21.35"	73°23'9.79"	3626
7	Ccalasuytu	Claudio Sotaya	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Ccacce	13°46'21.35"	73°23'9.79"	3626
8	Turoqolota	Claudio Sotaya	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Ccacce	13°46'21.35"	73°23'9.79"	3626
9	Oqepalta	Claudio Sotaya	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Ccacce	13°46'21.35"	73°23'9.79"	3626
10	Muruchecche	Claudio Sotaya	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Ccacce	13°46'21.35"	73°23'9.79"	3626
11	Toroollo	Claudio Sotaya	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Ccacce	13°46'21.35"	73°23'9.79"	3626
12	Yanapitikiña	Claudio Sotaya	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Ccacce	13°46'21.35"	73°23'9.79"	3626
13	Pukaccalaqarazapato	Claudio Sotaya	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Ccacce	13°46'21.35"	73°23'9.79"	3626
14	Mamalucha	Claudio Sotaya	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Ccacce	13°46'21.35"	73°23'9.79"	3626
15	Pukapasña	Claudio Sotaya	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Ccacce	13°46'21.35"	73°23'9.79"	3626
16	YanaAracca	Claudio Sotaya	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Ccacce	13°46'21.35"	73°23'9.79"	3626
17	Pukaimilla	Claudio Sotaya	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Ccacce	13°46'21.35"	73°23'9.79"	3626
18	Pukaqarazapato	Claudio Sotaya	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Ccacce	13°46'21.35"	73°23'9.79"	3626
19	Chinahuayro	Felix Ruiz	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Huancabamba	13°43'6.26"	73°21'53.24"	3655
20	Yanahuayro	Felix Ruiz	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Huancabamba	13°43'6.26"	73°21'53.24"	3655
21	Paltawaña	Felix Ruiz	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Huancabamba	13°43'6.26"	73°21'53.24"	3655
22	Murohuayro	Felix Ruiz	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Huancabamba	13°43'6.26"	73°21'53.24"	3655

Anexo 1: Continuación

23	Yurajhgarazapato	Felix Ruiz	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Huancabamba	13°43'6.26"	73°21'53.24"	3655
24	PatoQallo	Felix Ruiz	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Huancabamba	13°43'6.26"	73°21'53.24"	3655
25	PukaCuchillopaky	Felix Ruiz	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Huancabamba	13°43'6.26"	73°21'53.24"	3655
26	WackaQallo	Felix Ruiz	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Huancabamba	13°43'6.26"	73°21'53.24"	3655
27	Yurajhyurajhwaña	Felix Ruiz	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Huancabamba	13°43'6.26"	73°21'53.24"	3655
28	Accohuaycca	Felix Ruiz	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Huancabamba	13°43'6.26"	73°21'53.24"	3655
29	Yurajhpepino	Felix Ruiz	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Huancabamba	13°43'6.26"	73°21'53.24"	3655
30	Pukachuko	Felix Ruiz	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Huancabamba	13°43'6.26"	73°21'53.24"	3655
31	Muruduraznilla	Felix Ruiz	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Huancabamba	13°43'6.26"	73°21'53.24"	3655
32	YanaQ'achirma	Víctor Rosales	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Sacclaya	13°46'12.30"	73°23'8.78"	3590
33	Khuchiru	Víctor Rosales	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Sacclaya	13°46'12.30"	73°23'8.78"	3590
34	Yanawaqra	Víctor Rosales	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Sacclaya	13°46'12.30"	73°23'8.78"	3590
35	Wenccos	Víctor Rosales	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Sacclaya	13°46'12.30"	73°23'8.78"	3590
36	Q'achira	Víctor Rosales	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Sacclaya	13°46'12.30"	73°23'8.78"	3590
37	Sumaqsúnqo	Víctor Rosales	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Sacclaya	13°46'12.30"	73°23'8.78"	3590
38	Toroverga	Víctor Rosales	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Sacclaya	13°46'12.30"	73°23'8.78"	3590
39	YanaLeqlesuma	Víctor Rosales	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Sacclaya	13°46'12.30"	73°23'8.78"	3590
40	Rosassúnqo	Víctor Rosales	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Sacclaya	13°46'12.30"	73°23'8.78"	3590
41	Jajanco	Víctor Rosales	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Sacclaya	13°46'12.30"	73°23'8.78"	3590
42	Asnoruntu	Víctor Rosales	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Sacclaya	13°46'12.30"	73°23'8.78"	3590
43	Pukapalta	Víctor Rosales	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Sacclaya	13°46'12.30"	73°23'8.78"	3590
44	Murupillco	Víctor Rosales	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Sacclaya	13°46'12.30"	73°23'8.78"	3590
45	Q'ellusúnqo	Víctor Rosales	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Sacclaya	13°46'12.30"	73°23'8.78"	3590
46	PukaÑawi	Víctor Rosales	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Sacclaya	13°46'12.30"	73°23'8.78"	3590

Anexo 1: Continuación

47	YurajhGaspar	Víctor Rosales	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Sacclaya	13°46'12.30"	73°23'8.78"	3590
48	Saniimilla	Víctor Rosales	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Sacclaya	13°46'12.30"	73°23'8.78"	3590
49	Ccapo	Víctor Rosales	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	Sacclaya	13°46'12.30"	73°23'8.78"	3590
50	Huayromacho	Lino Llantoy	Apurímac	Andahuaylas	San Jeronimo	Chullcuisa	13°41'38.32"	73°13'52.95"	4160
51	Pukahuyayro	Lino Llantoy	Apurímac	Andahuaylas	San Jeronimo	Chullcuisa	13°41'38.32"	73°13'52.95"	4160
52	Uccuhuyayro	Lino Llantoy	Apurímac	Andahuaylas	San Jeronimo	Chullcuisa	13°41'38.32"	73°13'52.95"	4160
53	Alcarraza	Lino Llantoy	Apurímac	Andahuaylas	San Jeronimo	Chullcuisa	13°41'38.32"	73°13'52.95"	4160
54	Azulsúnqo	Lino Llantoy	Apurímac	Andahuaylas	San Jeronimo	Chullcuisa	13°41'38.32"	73°13'52.95"	4160
55	Cuysullu	Lino Llantoy	Apurímac	Andahuaylas	San Jeronimo	Chullcuisa	13°41'38.32"	73°13'52.95"	4160
56	Amachi	Lino Llantoy	Apurímac	Andahuaylas	San Jeronimo	Chullcuisa	13°41'38.32"	73°13'52.95"	4160
57	Q'ellahuyayro	Lino Llantoy	Apurímac	Andahuaylas	San Jeronimo	Chullcuisa	13°41'38.32"	73°13'52.95"	4160
58	Wasiwasi	Lino Llantoy	Apurímac	Andahuaylas	San Jeronimo	Chullcuisa	13°41'38.32"	73°13'52.95"	4160
59	Peruano	Lino Llantoy	Apurímac	Andahuaylas	San Jeronimo	Chullcuisa	13°41'38.32"	73°13'52.95"	4160
60	Yanachilca	Lino Llantoy	Apurímac	Andahuaylas	San Jeronimo	Chullcuisa	13°41'38.32"	73°13'52.95"	4160
61	Taragallo	Lino Llantoy	Apurímac	Andahuaylas	San Jeronimo	Chullcuisa	13°41'38.32"	73°13'52.95"	4160
62	Rosadohuyayro	Lino Llantoy	Apurímac	Andahuaylas	San Jeronimo	Chullcuisa	13°41'38.32"	73°13'52.95"	4160
63	Q'ellucamotoillo	Lino Llantoy	Apurímac	Andahuaylas	San Jeronimo	Chullcuisa	13°41'38.32"	73°13'52.95"	4160
64	Purunhuyayro	Lino Llantoy	Apurímac	Andahuaylas	San Jeronimo	Chullcuisa	13°41'38.32"	73°13'52.95"	4160
65	Chinaruntus	Lino Llantoy	Apurímac	Andahuaylas	San Jeronimo	Chullcuisa	13°41'38.32"	73°13'52.95"	4160
66	Runtus	Lino Llantoy	Apurímac	Andahuaylas	San Jeronimo	Chullcuisa	13°41'38.32"	73°13'52.95"	4160
67	Zapallo	Lino Llantoy	Apurímac	Andahuaylas	San Jeronimo	Chullcuisa	13°41'38.32"	73°13'52.95"	4160
68	Azulq'achirma	Lino Llantoy	Apurímac	Andahuaylas	San Jeronimo	Chullcuisa	13°41'38.32"	73°13'52.95"	4160
69	MuruLlunchuywaqachiq	Lino Llantoy	Apurímac	Andahuaylas	San Jeronimo	Chullcuisa	13°41'38.32"	73°13'52.95"	4160
70	Jilguero	Lino Llantoy	Apurímac	Andahuaylas	San Jeronimo	Chullcuisa	13°41'38.32"	73°13'52.95"	4160

Anexo 1: Continuación

71	Pasñapapa	Lino Llantoy	Apurímac	Andahuaylas	San Jeronimo	Chullcuisa	13°41'38.32"	73°13'52.95"	4160
72	Alianza	Lino Llantoy	Apurímac	Andahuaylas	San Jeronimo	Chullcuisa	13°41'38.32"	73°13'52.95"	4160
73	Allqajuan	Lino Llantoy	Apurímac	Andahuaylas	San Jeronimo	Chullcuisa	13°41'38.32"	73°13'52.95"	4160
74	Yurajhishkupuru	Lino Llantoy	Apurímac	Andahuaylas	San Jeronimo	Chullcuisa	13°41'38.32"	73°13'52.95"	4160
75	WachwaQ'allo	Lino Llantoy	Apurímac	Andahuaylas	San Jeronimo	Chullcuisa	13°41'38.32"	73°13'52.95"	4160
76	Yanaq'eq'orani	Pascual Navarro	Apurímac	Andahuaylas	Pacucha	Santa Elena	13°34'17.95"	73°18'59.09"	3979
77	Ankapasillun	Pascual Navarro	Apurímac	Andahuaylas	Pacucha	Santa Elena	13°34'17.95"	73°18'59.09"	3979
78	Yanashukre	Pascual Navarro	Apurímac	Andahuaylas	Pacucha	Santa Elena	13°34'17.95"	73°18'59.09"	3979
79	Wuaqrillo	Pascual Navarro	Apurímac	Andahuaylas	Pacucha	Santa Elena	13°34'17.95"	73°18'59.09"	3979
80	Yanamillqu	Pascual Navarro	Apurímac	Andahuaylas	Pacucha	Santa Elena	13°34'17.95"	73°18'59.09"	3979
81	Huayrodisis	Pascual Navarro	Apurímac	Andahuaylas	Pacucha	Santa Elena	13°34'17.95"	73°18'59.09"	3979
82	Acerosuito	Pascual Navarro	Apurímac	Andahuaylas	Pacucha	Santa Elena	13°34'17.95"	73°18'59.09"	3979
83	Dusis	Pascual Navarro	Apurímac	Andahuaylas	Pacucha	Santa Elena	13°34'17.95"	73°18'59.09"	3979
84	Tumiri	Pascual Navarro	Apurímac	Andahuaylas	Pacucha	Santa Elena	13°34'17.95"	73°18'59.09"	3979
85	Pukaallqasúnqo	Pascual Navarro	Apurímac	Andahuaylas	Pacucha	Santa Elena	13°34'17.95"	73°18'59.09"	3979
86	Yanahuancayo	Pascual Navarro	Apurímac	Andahuaylas	Pacucha	Santa Elena	13°34'17.95"	73°18'59.09"	3979
87	Allqachingos	Pascual Navarro	Apurímac	Andahuaylas	Pacucha	Santa Elena	13°34'17.95"	73°18'59.09"	3979
88	Allqapitiquiña	Pascual Navarro	Apurímac	Andahuaylas	Pacucha	Santa Elena	13°34'17.95"	73°18'59.09"	3979
89	Pukapitiquiña	Pascual Navarro	Apurímac	Andahuaylas	Pacucha	Santa Elena	13°34'17.95"	73°18'59.09"	3979
90	CcalaPutis	Pascual Navarro	Apurímac	Andahuaylas	Pacucha	Santa Elena	13°34'17.95"	73°18'59.09"	3979
91	Allqaq'ompis	Pascual Navarro	Apurímac	Andahuaylas	Pacucha	Santa Elena	13°34'17.95"	73°18'59.09"	3979
92	Javillas	Pascual Navarro	Apurímac	Andahuaylas	Pacucha	Santa Elena	13°34'17.95"	73°18'59.09"	3979
93	PukaQ'ompis	Pascual Navarro	Apurímac	Andahuaylas	Pacucha	Santa Elena	13°34'17.95"	73°18'59.09"	3979
94	Yurajhcache	Pascual Navarro	Apurímac	Andahuaylas	Pacucha	Santa Elena	13°34'17.95"	73°18'59.09"	3979

Anexo 1: Continuación

95	Yurajhmillqu	Pascual Navarro	Apurímac	Andahuaylas	Pacucha	Santa Elena	13°34'17.95"	73°18'59.09"	3979
96	Suytuleqlesuma	Pascual Navarro	Apurímac	Andahuaylas	Pacucha	Santa Elena	13°34'17.95"	73°18'59.09"	3979
97	YanaKhuchiaka	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Laramaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
98	Llamasenca	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Laramaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
99	Maki	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Laramaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
100	Suytoq'eq'orani	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Laramaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
101	Muruwujrillo	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Laramaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
102	Sangredetoro	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Laramaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
103	Q'eq'orani	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Laramaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
104	Khuchipelo-I	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Laramaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
105	Pukamillqu	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Laramaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
106	Putis	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Laramaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
107	Moradosúnqo	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Laramaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
108	Muruwaña	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Laramaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
109	Caspas	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Laramaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
110	Pukakhuchiru	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Laramaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
111	Pukagaspar	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Laramaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
112	Pukatumiri	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Laramaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
113	GuindaLlunchuywaqachiq	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Laramaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
114	Peruanita	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Laramaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
115	Pukacamotillo	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Laramaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
116	Wirapasña	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Laramaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
117	SuituPepino	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Laramaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
118	AzulGaspar	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Laramaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946

Anexo 1: Continuación

119	Pukasuito	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Lamaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
120	Wackasullu	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Lamaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
121	Yawarwayku	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Lamaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
122	Amarilladelcentro	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Lamaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
123	Yurajhimilla	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Lamaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
124	Sardawichki	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Lamaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
125	Pukawichki	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Lamaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
126	Huamanpauman	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Lamaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
127	Azulpepino	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Lamaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
128	Leona	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Lamaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
129	Yanaduraznilla	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Lamaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
130	Yanasuito	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Lamaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
131	HuamantangaIshkupuru	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Lamaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
132	Q'ellumillqu	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Lamaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
133	Leqlespauman	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Lamaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
134	Sirenita	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Lamaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
135	Pepino	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Lamaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
136	Yurajhwaña	Juan Sopanta	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Lamaru	13°41'15.73"	73°6'18.94"	3946
137	Pukasunqo	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088
138	Yanachuruspiña	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088
139	Yanapumamaki	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088
140	Pillcuwayro	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088
141	Morsella	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088
142	Garrotillo	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088

Anexo 1: Continuación

143	Wanllaqarazapato	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088
144	Azulwaña	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088
145	Yanapalta	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088
146	Ayrampo	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088
147	Muruputis	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088
148	Pukacaspas	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088
149	Yurajhchoqchi	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088
150	Yanachochi	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088
151	Murupalta	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088
152	Wackañño	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088
153	Muruchulina	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088
154	Yanagaspar	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088
155	Suitowaña	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088
156	Pukaamayllu	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088
157	Yuraqpitikiña	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088
158	Allqawaña	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088
159	Yanaq'ompis	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088
160	Murumilla	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088
161	Pukawaña	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088
162	Q'achirma	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088
163	Yuraq'ompis	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088
164	Simipintana	Santiago Soras	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Kishuara	13°41'50.63"	73°05'34.04"	4088
165	Khuchipasunqon	Felix Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Qoranquinyocc	13°39'12.05"	73°10'14.75"	3803
166	Cusqueña	Felix Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Qoranquinyocc	13°39'12.05"	73°10'14.75"	3803

Anexo 1: Continuación

167	Guinda	Felix Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Qoranquyniyocc	13°39'12.05"	73°10'14.75"	3803
168	Niñacha	Felix Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Qoranquyniyocc	13°39'12.05"	73°10'14.75"	3803
169	Cuculi	Felix Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Qoranquyniyocc	13°39'12.05"	73°10'14.75"	3803
170	Canadelabuelito	Felix Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Qoranquyniyocc	13°39'12.05"	73°10'14.75"	3803
171	Pillpinto	Felix Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Qoranquyniyocc	13°39'12.05"	73°10'14.75"	3803
172	Aqchipauman	Felix Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Qoranquyniyocc	13°39'12.05"	73°10'14.75"	3803
173	Pillipilli	Felix Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Qoranquyniyocc	13°39'12.05"	73°10'14.75"	3803
174	Cañetepapa	Felix Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Qoranquyniyocc	13°39'12.05"	73°10'14.75"	3803
175	Pariguana	Felix Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Qoranquyniyocc	13°39'12.05"	73°10'14.75"	3803
176	Q'elluTomatillo	Felix Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Qoranquyniyocc	13°39'12.05"	73°10'14.75"	3803
177	PukaTomatillo	Felix Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Qoranquyniyocc	13°39'12.05"	73°10'14.75"	3803
178	Pukaokapapa	Felix Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Qoranquyniyocc	13°39'12.05"	73°10'14.75"	3803
179	Ankapauman	Felix Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Qoranquyniyocc	13°39'12.05"	73°10'14.75"	3803
180	Amarillatumbay	Felix Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Qoranquyniyocc	13°39'12.05"	73°10'14.75"	3803
181	Ruyusalome	Felix Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Qoranquyniyocc	13°39'12.05"	73°10'14.75"	3803
182	Susoperuanita	Felix Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Qoranquyniyocc	13°39'12.05"	73°10'14.75"	3803
183	Canchilla	Felix Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Qoranquyniyocc	13°39'12.05"	73°10'14.75"	3803
184	Besodenovia	Felix Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Qoranquyniyocc	13°39'12.05"	73°10'14.75"	3803
185	Chaucha	Felix Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Qoranquyniyocc	13°39'12.05"	73°10'14.75"	3803
186	Yanapuya	Felix Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Qoranquyniyocc	13°39'12.05"	73°10'14.75"	3803
187	Uchukuta	Atanasio Amable	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Sipilluay	13°40'13.38"	73°10'49.66"	4123
188	YanaÑawiChuspi	Atanasio Amable	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Sipilluay	13°40'13.38"	73°10'49.66"	4123
189	Cunkatullu	Atanasio Amable	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Sipilluay	13°40'13.38"	73°10'49.66"	4123
190	Pañuelita	Atanasio Amable	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Sipilluay	13°40'13.38"	73°10'49.66"	4123

Anexo 1: Continuación

191	Killañawi	Atanasio Amable	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Sipilluay	13°40'13.38"	73°10'49.66"	4123
192	Khuchipelo	Atanasio Amable	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Sipilluay	13°40'13.38"	73°10'49.66"	4123
193	Chillico	Atanasio Amable	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Sipilluay	13°40'13.38"	73°10'49.66"	4123
194	PukaLlunchuywaqachiq	Atanasio Amable	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Sipilluay	13°40'13.38"	73°10'49.66"	4123
195	PukaKhuchichupa	Atanasio Amable	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Sipilluay	13°40'13.38"	73°10'49.66"	4123
196	Waracapampa	Atanasio Amable	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Sipilluay	13°40'13.38"	73°10'49.66"	4123
197	Morarnayramari	Benigno Amable	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Tintay	13°40'26.02"	73°9'52.09"	3829
198	Puñuyñawi	Benigno Amable	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Tintay	13°40'26.02"	73°9'52.09"	3829
199	Wapuwaqajh	Benigno Amable	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Tintay	13°40'26.02"	73°9'52.09"	3829
200	Pukamishichaki	Benigno Amable	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Tintay	13°40'26.02"	73°9'52.09"	3829
201	Pelodetigre	Benigno Amable	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Tintay	13°40'26.02"	73°9'52.09"	3829
202	Misiñawi	Benigno Amable	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Tintay	13°40'26.02"	73°9'52.09"	3829
203	Yuncaccanchi	Benigno Amable	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Tintay	13°40'26.02"	73°9'52.09"	3829
204	Yurajhkhuchiaka	Benigno Amable	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Tintay	13°40'26.02"	73°9'52.09"	3829
205	Allqahuayro	Benigno Amable	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Tintay	13°40'26.02"	73°9'52.09"	3829
206	Muruamayllu	Benigno Amable	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Tintay	13°40'26.02"	73°9'52.09"	3829
207	Suapusajh	Benigno Amable	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Tintay	13°40'26.02"	73°9'52.09"	3829
208	Yutoruntu	Benigno Amable	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Tintay	13°40'26.02"	73°9'52.09"	3829
209	Viudapasikin	Benigno Amable	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Tintay	13°40'26.02"	73°9'52.09"	3829
210	Tarmeña	Benigno Amable	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Tintay	13°40'26.02"	73°9'52.09"	3829
211	Sardaimilla	Benigno Amable	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Tintay	13°40'26.02"	73°9'52.09"	3829
212	SuytuQ'allo	Benigno Amable	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Tintay	13°40'26.02"	73°9'52.09"	3829
213	Suytusalome	Benigno Amable	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Tintay	13°40'26.02"	73°9'52.09"	3829
214	Yanachiwillo	Adrian Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833

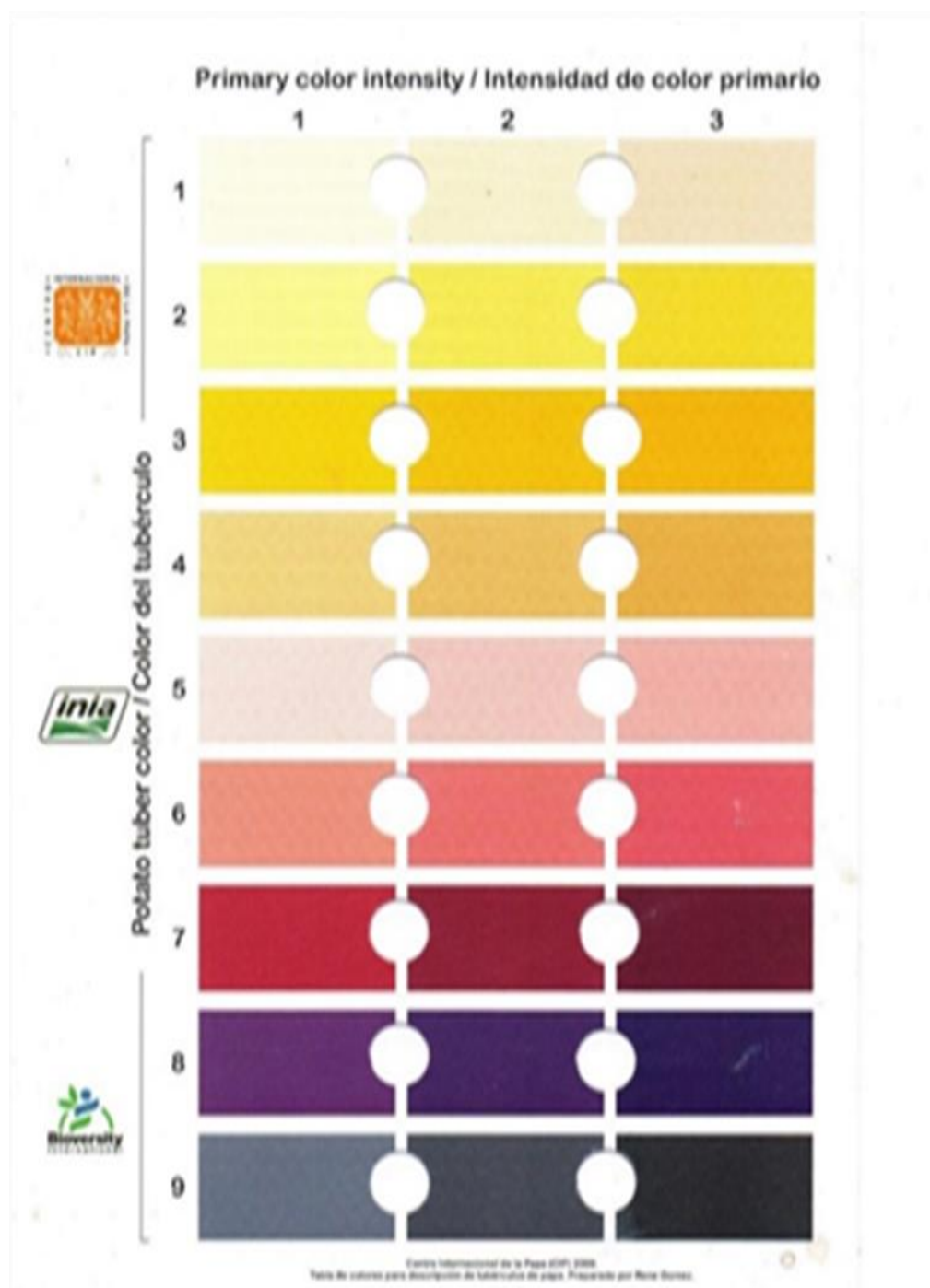
Anexo 1: Continuación

215	Pumamaki	Adrian Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833
216	Ritisisa	Adrian Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833
217	Murumillqu	Adrian Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833
218	Huellcco	Adrian Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833
219	Q'eracho	Adrian Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833
220	Murosoq'o	Adrian Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833
221	Chingos	Adrian Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833
222	Pichillcucullma	Adrian Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833
223	Pukalliclla	Adrian Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833
224	Maqtillo	Adrian Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833
225	Soq'owaqoto	Adrian Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833
226	Añil	Adrian Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833
227	Yanamuchca	Adrian Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833
228	Rumisunqo	Adrian Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833
229	Pukalulun	Adrian Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833
230	Cuchillopaky	Adrian Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833
231	PayaKirupaky	Adrian Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833
232	YanaLlunchuywaqachiq	Adrian Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833
233	Yurajhuayro	Adrian Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833
234	Azulwichki	Adrian Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833
235	WackaLulun	Adrian Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833
236	Yanawarmi	Adrian Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833
237	Yanaimilla	Adrian Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833
238	Pukaduraznilla	Adrian Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833

Anexo 1: Continuación

239	Yurajhcallwa	Adrian Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833
240	Tumbay	Adrian Quispe	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara	Villa Unión	13°42'40.15"	73°09'18.67"	3833

Anexo 2: Tabla de colores para determinar el color del tubérculo



FUENTE: (INIA, 2009)

Anexo 3: Matriz básica de datos y codificaciones de los diez descriptores morfológicos de tubérculos de la colección de 240 cultivares de papa nativa (*Solanum* spp.) de la provincia de Andahuaylas, Apurímac

N°	Cultivares	Color de Piel del Tubérculo				Forma del tubérculo			Color de la pulpa del tubérculo		
		Color principal de la piel (Cpp)	Intensidad del color principal de la piel (Icpp)	Color secundario de la piel (Csp)	Distribución del Color Secundario de la piel (Dcsp)	Forma general (Fg)	Variante de la forma (Vf)	Profundidad de ojos (Po)	Color principal de la pulpa (Cp)	Cs Color secundario de la pulpa (Cs)	Distribución del color secundario de la pulpa (Dcsp)
1	Uchukuta	7	3	0	0	7	8	7	2	6	5
2	Pumamaki	9	3	8	7	6	7	7	2	7	4
3	Maki	9	3	0	0	7	7	5	1	7	3
4	Yanashukre	9	3	7	1	7	8	7	2	7	5
5	Amachi	9	3	0	0	6	8	5	7	1	7
6	Yanañawichuspi	9	2	0	0	7	8	9	1	7	4
7	Khuchiru	9	2	0	0	8	8	9	1	7	3
8	Llamasencca	9	3	0	0	7	8	9	1	7	1
9	Yanakhuchiaka	9	3	0	0	7	8	9	2	7	5
10	Pukakhuchiru	7	3	9	4	7	8	7	2	0	0
11	Yanaq'eq'orani	7	3	0	0	6	8	5	3	7	3
12	Paya Kirupaky	8	3	0	0	7	8	9	1	0	0
13	Pukagaspar	7	3	9	4	6	8	9	3	0	0
14	Q'eracho	8	3	4	5	5	8	7	2	7	5
15	Chillico	8	3	4	4	6	8	9	2	0	0
16	Acerosuito	9	2	8	7	1	8	7	1	7	5
17	Azulgaspar	8	2	0	0	7	8	9	2	0	0
18	Pukatumiri	7	3	9	4	7	8	9	3	0	0
19	Pukañawi	4	1	6	1	7	8	5	2	0	0
20	Yurajhhuayro	4	1	0	0	7	8	9	2	0	0
21	Yurajhgaspar	2	3	0	0	7	8	7	2	0	0
22	Q'eq'orani	4	1	8	1	7	8	7	3	7	4
23	Suytoq'eq'orani	4	1	0	0	7	8	7	3	7	4
24	Cuy sullu	4	2	8	6	7	8	5	3	7	2
25	Chingos	4	2	5	4	1	8	9	2	6	3
26	Yurajhimilla	2	1	8	4	1	9	9	2	0	0
27	Zapallo	3	3	0	0	1	8	5	4	0	0

Continuación

28	Pukawichki	4	2	7	1	1	8	7	2	0	0
29	Azulwichki	4	2	8	4	1	8	7	2	0	0
30	Sardawichki	4	1	7	4	1	8	7	2	0	0
31	MuruLlunchuywaqachiq	2	2	8	4	1	8	7	2	0	0
32	Khuchipelo-I	9	3	4	3	1	8	5	8	1	5
33	WackaLulun	8	3	7	1	1	9	9	2	0	0
34	GuindaLlunchuywaqachiq	8	2	6	4	7	9	9	3	0	0
35	PukaLlunchuywaqachiq	7	3	0	0	7	9	7	3	0	0
36	Murumillqu	9	3	4	4	8	5	7	2	7	4
37	Wuaqrillo	9	3	7	4	8	5	7	1	7	5
38	Yanamillqu	9	3	6	1	8	5	7	2	7	3
39	Muruwujrillo	9	3	4	3	8	5	5	2	7	7
40	Pukamillqu	7	2	0	0	8	5	7	2	6	5
41	Wencos	9	3	0	0	7	9	9	1	7	5
42	Cunkatullu	7	3	0	0	8	8	7	2	6	2
43	Ankapasillun	6	2	0	0	8	8	9	2	6	1
44	Toroverga	8	3	4	2	8	8	9	2	7	3
45	Yanawaqra	9	3	0	0	7	8	9	1	7	5
46	CcalaPutis	8	2	4	6	6	0	3	2	0	0
47	Putis	7	3	0	0	7	0	7	1	7	2
48	Ccapo	7	3	0	0	4	0	5	2	0	0
49	Yanasuito	9	3	0	0	8	0	7	1	0	0
50	Tumiri	9	3	4	5	6	0	5	1	7	5
51	Leona	9	3	4	5	6	0	5	7	1	7
52	Killañawi	9	3	4	3	2	0	5	1	7	5
53	Khuchipelo	9	3	4	3	2	0	5	1	7	5
54	Wasiwasi	8	3	0	0	2	0	5	1	7	5
55	Yanahuancayo	9	3	7	2	6	1	5	1	7	3
56	Asnoruntu	9	3	0	0	2	0	5	1	7	5
57	Yanaimilla	8	3	4	2	1	0	5	2	0	0
58	Caspas	9	3	6	6	1	0	5	2	7	3
59	Yanaduraznilla	7	3	6	3	1	0	5	3	0	0
60	YanaQ'achirma	9	3	0	0	6	9	7	1	7	7
61	Jajanco	9	3	0	0	6	1	7	2	7	4

Continuación

62	Añil	9	3	0	0	1	0	5	2	7	4
63	Rosassúnqo	7	3	1	4	1	9	5	6	1	2
64	Waracapampa	8	3	4	4	1	0	5	2	0	0
65	Saniimilla	8	2	4	5	1	0	5	2	0	0
66	Murupillco	9	2	4	4	1	0	5	2	7	1
67	Leqlespauman	1	2	6	4	6	0	3	1	0	0
68	YanaLeqlesuma	9	3	4	4	6	9	7	3	7	1
69	Dusis	6	2	4	4	1	9	7	3	6	4
70	Pukaduraznilla	6	2	0	0	1	0	7	3	0	0
71	Q'achira	7	3	0	0	6	9	9	4	6	7
72	Q'ellusúnqo	7	3	4	6	1	0	5	3	6	5
73	Sumaqsúnqo	7	3	0	0	6	8	7	4	6	4
74	Moradosúnqo	6	3	0	0	8	0	5	1	7	5
75	Yawarwayku	7	3	0	0	6	8	7	6	0	0
76	Ritisisa	7	3	9	4	6	8	7	2	7	5
77	Pukapalta	7	3	9	4	6	0	7	2	8	1
78	Pukasuito	7	2	0	0	7	8	9	2	0	0
79	Azulsúnqo	7	3	4	6	7	8	7	2	7	5
80	Huayromacho	7	2	0	0	7	8	5	2	6	4
81	Suytuleqlesuma	4	2	7	4	6	0	7	2	0	0
82	Pukaallqasúnqo	7	3	4	6	6	0	5	1	7	4
83	PukaKhuchichupa	7	2	0	0	8	5	7	2	0	0
84	Chinahuayro	7	2	0	0	6	8	5	3	6	2
85	Murohuayro	7	2	2	4	7	8	7	3	0	0
86	Wackasullu	7	2	0	0	7	8	9	3	0	0
87	Yanahuayro	9	2	7	4	7	8	7	3	7	2
88	Pukachuko	2	2	6	4	6	0	5	1	0	0
89	Huamanpauman	7	2	2	5	6	0	5	2	0	0
90	Pañuelita	7	2	1	3	8	4	5	2	6	4
91	Taragallo	7	2	4	5	7	8	7	4	0	0
92	Pillpinto	6	1	0	0	1	0	5	1	6	7
93	Pillipilli	6	1	2	5	6	0	7	2	6	3
94	Alianza	8	3	2	5	7	1	5	3	0	0
95	PatoQallo	8	3	5	5	6	1	3	4	0	0

Continuación

96	PukaCuchillopaky	7	2	0	0	1	0	5	1	0	0
97	Javillas	7	2	0	0	6	0	5	3	0	0
98	Allqachingos	4	2	6	6	1	0	7	2	6	5
99	Sirenita	2	1	7	4	6	0	5	1	0	0
100	Allqaduraznilla	2	1	7	4	1	0	7	3	0	0
101	Allqapitiquiña	2	2	7	4	6	8	7	3	0	0
102	Pukapitiquiña	7	2	0	0	7	8	7	1	0	0
103	Huayrodusis	6	1	2	6	6	8	7	2	6	4
104	PukaQ'ompis	5	2	0	0	1	0	5	2	0	0
105	Allqaq'ompis	5	2	1	5	1	0	5	2	0	0
106	Susoperuanita	6	2	2	5	1	0	5	3	0	0
107	Pariguana	1	3	6	6	1	0	5	3	6	5
108	Jilguero	4	1	7	4	1	9	5	2	0	0
109	Yurajhishkupuru	2	1	0	0	7	0	5	3	0	0
110	Accohuaycca	2	2	0	0	7	4	5	2	0	0
111	Yurajhpepino	2	1	6	1	7	0	7	2	0	0
112	Wirapasña	2	2	6	4	7	8	3	2	0	0
113	HuamantangaIshkupuru	3	1	0	0	4	0	3	3	0	0
114	SuituPepino	2	1	7	4	7	8	5	2	0	0
115	Pepino	2	1	8	4	7	1	3	3	0	0
116	Azulpepino	8	3	2	4	7	2	5	2	0	0
117	Ruyrusalome	3	1	6	6	1	9	5	3	0	0
118	Q'elluTomatillo	6	1	3	6	6	9	7	3	0	0
119	PukaTomatillo	6	2	2	6	6	8	7	3	0	0
120	Q'ellucamotillo	6	2	2	6	7	9	7	3	0	0
121	Pukacamotillo	6	3	2	6	7	9	9	3	0	0
122	Pukaokapapa	6	1	4	6	7	8	7	2	0	0
123	Amarilladelcentro	2	3	0	0	6	9	7	4	0	0
124	Chinaruntus	2	3	0	0	6	8	7	4	0	0
125	Amarillatumbay	2	2	0	0	6	9	9	3	0	0
126	Cuchillopaky	2	3	6	4	6	9	5	3	0	0
127	Peruanita	7	2	2	5	6	9	7	4	0	0
128	Sangredetoro	7	3	2	5	6	9	7	3	6	5
129	Runtus	2	2	0	0	6	9	7	4	0	0

Continuación

130	Tumbay	2	2	7	7	6	0	7	4	0	0
131	Chaucha	4	1	6	2	2	0	5	3	0	0
132	Yurajhcallwa	2	1	0	0	6	1	3	1	0	0
133	WackaQallo	2	1	0	0	7	1	7	2	0	0
134	Yurajhqarazapato	2	1	0	0	7	8	9	2	0	0
135	Q'ellumillqu	2	2	0	0	8	5	3	2	0	0
136	Yurajhmillqu	4	1	0	0	8	5	3	2	0	0
137	Yurajhcacho	2	1	0	0	8	6	3	2	0	0
138	Yurajhyurajhwaña	1	1	0	0	6	1	5	1	0	0
139	Yurajhwaña	1	1	8	7	6	1	5	2	0	0
140	Muruwaña	2	1	8	4	6	1	5	2	7	1
141	Pukawaña	7	3	0	0	7	1	7	3	0	0
142	Azulwaña	8	1	0	0	6	1	3	1	7	7
143	Murupalta	4	1	7	4	6	1	3	2	7	1
144	WachwaQ'allo	2	2	8	4	6	1	3	2	0	0
145	Paltawaña	9	1	8	4	6	1	5	1	7	5
146	Yanapalta	9	2	0	0	2	0	5	1	7	5
147	Oqepalta	9	1	0	0	2	0	5	2	7	3
148	Pukaqarazapato	7	3	9	4	7	1	3	3	0	0
149	Pukaccalaqarazapato	7	2	0	0	7	9	5	1	0	0
150	YanaAracca	9	3	0	0	6	0	3	1	0	0
151	Toroollo	7	3	9	4	7	0	3	2	7	5
152	Pukalliclla	7	2	0	0	6	0	5	2	6	2
153	Murosoq'o	8	1	2	3	6	9	9	2	8	5
154	Pukacaspas	8	1	9	6	6	1	3	2	6	3
155	Besodenovia	2	1	0	0	7	2	3	1	6	4
156	Wackañuño	5	1	4	6	2	0	5	2	6	5
157	Witqisuitu	8	3	2	3	7	8	7	2	7	2
158	Maqtillo	9	1	0	0	7	2	7	2	7	4
159	Aqchipauman	7	3	4	6	6	0	3	2	7	3
160	Allqawaña	8	2	2	4	7	0	3	1	0	0
161	Alcarraza	8	2	0	0	1	9	7	3	7	7
162	Allqajuan	8	3	4	4	2	0	3	3	0	0
163	Ankapauman	9	2	2	4	6	9	7	2	0	0

Continuación

164	Ayrampo	9	3	0	0	2	0	3	1	7	3
165	Canadelabuelito	6	1	0	0	7	2	5	7	1	7
166	Canchilla	6	1	0	0	6	0	3	1	0	0
167	Cañetepapa	8	1	7	2	6	0	3	1	7	3
168	Q'achirma	7	2	0	0	6	0	7	2	0	0
169	Azulq'achirma	8	3	0	0	2	9	7	4	0	0
170	Ccalasuytu	7	2	0	0	7	1	5	2	6	5
171	Yanaq'ompis	8	1	5	4	2	0	5	1	0	0
172	Yuraqq'ompis	2	1	6	6	1	0	5	2	0	0
173	Yurajhchoqchi	4	3	5	6	8	3	3	3	6	2
174	Yanachochi	8	3	4	6	8	4	3	2	7	3
175	Khuchipasunqon	9	1	0	0	7	8	7	3	7	5
176	Cuculi	8	2	1	6	8	8	7	7	1	7
177	Cusqueña	7	3	0	0	6	9	7	4	7	2
178	Garrotillo	1	2	6	4	8	8	3	1	6	3
179	Yanagaspar	9	3	0	0	6	8	7	2	0	0
180	Guinda	7	1	0	0	6	9	5	3	8	4
181	Pillcuhuayro	7	3	4	4	7	8	7	1	7	5
182	Pukahuayro	7	2	0	0	7	8	7	3	6	2
183	Purunhuayro	6	3	0	0	8	8	7	3	0	0
184	Q'ellahuayro	7	2	0	0	7	8	5	2	2	5
185	Rosadohuayro	6	2	3	6	6	9	7	2	0	0
186	Yanapuya	7	3	9	4	4	1	5	2	0	0
187	Muruimilla	8	2	5	4	1	0	9	2	0	0
188	Muruputis	9	2	5	4	6	0	3	1	7	3
189	Niñacha	9	3	2	4	1	9	5	1	6	7
190	Wanllaqarazapato	6	1	0	0	7	1	5	3	6	2
191	Wapuwaqajh	7	2	0	0	8	8	9	2	7	7
192	Mamalucha	2	3	0	0	6	9	7	2	0	0
193	Uccuhuayro	6	2	0	0	7	8	7	2	6	2
194	Yanachilca	9	1	8	1	6	9	5	1	0	0
195	Yanachuruspiña	9	3	0	0	1	9	7	1	7	2
196	Yanakhuchichupa	9	3	8	1	8	8	5	1	7	5
197	Yanapitikiña	8	3	0	0	7	9	9	1	0	0

Continuación

198	Yuraqpitikiña	2	2	0	0	7	8	5	1	0	0
199	Morsella	8	2	7	4	7	8	9	1	7	1
200	Allqawacrillo	9	1	2	5	4	8	5	2	7	5
201	Muruamayllu	6	2	1	4	7	8	7	1	0	0
202	Muruchaulina	6	2	2	4	8	8	5	3	0	0
203	Muruchecche	7	2	4	3	6	0	5	1	7	2
204	Pasñapapa	2	2	7	4	1	9	5	2	0	0
205	Simipintana	7	2	8	4	8	0	7	7	1	2
206	Pelodetigre	7	2	4	6	6	8	7	2	6	3
207	Peruano	7	3	0	0	4	1	5	1	7	5
208	Pukaamayllu	6	3	0	0	6	8	7	1	0	0
209	Pukaccalas	5	2	0	0	7	2	7	2	6	1
210	Pukacarrillo	6	2	0	0	7	3	7	2	6	7
211	Pichillcucullma	7	2	3	2	8	3	5	8	4	4
212	Pukapasña	2	2	6	3	1	9	5	1	0	0
213	Pukasunqo	6	3	0	0	6	8	5	1	6	5
214	Yanapumamaki	9	3	0	0	1	7	7	2	7	3
215	Puñuyñawi	9	3	0	0	7	8	9	1	7	3
216	Pukalulun	3	3	4	1	6	9	7	2	0	0
217	Rumisunqo	6	2	2	4	6	0	7	1	6	3
218	Suytusalome	3	1	6	6	6	0	5	3	0	0
219	Soq'owaqoto	9	3	0	0	6	1	3	2	7	5
220	Suapusajh	8	3	0	0	1	9	9	1	0	0
221	Tarmeña	6	1	2	4	6	0	3	1	0	0
222	Turoqolota	6	1	0	0	4	2	3	3	6	3
223	Viudapasikin	8	3	7	4	1	9	3	1	0	0
224	Suitowaña	8	2	2	1	7	8	7	1	0	0
225	Yanachiwillo	9	2	0	0	6	9	7	1	8	5
226	Yanamuchca	9	2	0	0	2	0	5	2	8	3
227	Yanawarmi	8	3	7	1	1	9	7	3	0	0
228	Yuncaccanchi	7	2	8	3	6	8	9	2	0	0
229	Yutoruntu	4	1	8	6	1	8	5	3	0	0
230	Huellecco	8	3	7	5	8	5	7	1	7	2
231	Pukaimilla	7	2	0	0	2	0	5	1	0	0

Continuación

232	Sardaimilla	8	2	5	4	1	0	5	1	0	0
233	Khuchimaki	9	3	0	0	7	8	3	1	7	3
234	YanaLlunchuywaqachiq	9	3	0	0	6	9	5	4	0	0
235	Pukamishichaki	7	2	0	0	8	5	7	3	6	1
236	Misiñawi	4	1	7	5	6	0	7	1	6	1
237	Morarnayramari	8	2	0	0	6	8	7	2	7	6
238	Allqahuayro	7	2	2	4	6	8	7	4	0	0
239	Yurajkhuchiaka	8	2	7	4	6	8	7	1	0	0
240	SuytuQ'allo	2	1	7	4	5	1	3	1	0	0