

Caracterización morfológica de papas nativas (*Solanum tuberosum* L. Grupo Andigenum) de Huánuco

Morphological characterization of native potatoes (*Solanum tuberosum* L. Andigenum Group) from Huánuco

^{1*}Severo Ignacio-Cárdenas, ¹Fernando Jeremías Gonzáles- Pariona, ¹Santos Severino Jacobo -Salinas
¹Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan,
*Correo: signaciocardenas@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6099-1190>

RESUMEN

Con el propósito caracterizar mediante descriptores morfológicos y agronómicos y el contenido de almidón de los cultivares de papas nativas subutilizadas, se llevó a cabo un estudio no experimental cuantitativo. Los muestreos de las plantas y los tubérculos fueron aleatorios a través de la técnica del transecto, en cinco parcelas de producción de papas nativas de la localidad de Quío en la región Huánuco. La caracterizaron 21 cultivares de papas nativas utilizando 31 descriptores y en 22 cultivares se determinaron el contenido de almidón nativo mediante el método de decantación. Los datos observados de las variables estudiadas fueron organizados en una base y analizados mediante métodos de la estadística descriptiva, el análisis multivariado y el análisis de la variancia. Los cultivares caracterizados fueron agrupados en tres grupos fenotípicos diferentes, el grupo fenotípico 1, conformado por nueve cultivares que se caracterizan principalmente por su porte medio y periodo vegetativo intermedio; el grupo dos por siete, que agrupa principalmente a cultivares tardíos; y el grupo fenotípico tres por cinco cultivares cuyos rasgos morfológicos son más diversos. Así mismo, tres cultivares presentan mayores rendimientos de almidón nativo, *Ishcupuro* (24,14%), *Huaricancha* (23.49%) y *Pukatarmeña* (22.97%) cuyos promedios resultaron estadísticamente diferentes al resto de los cultivares. Estos resultados encaminan realizar otros estudios de caracterización de compuestos nutricionales, como minerales, polifenoles y carotenoides, a fin de desarrollar productos de papas nativas según las necesidades de la sociedad actual, su uso en la industria de alimentos, así como realizar investigaciones de mejoramiento genético de estas papas nativas.

Palabras clave: *almidón nativo, descriptores morfológicos, papas nativas.*

ABSTRACT

Whit the purpose of characterizing the native potato varieties using morphological and agronomic descriptors and the starch content, a non-experimental study was developed within the framework of the quantitative approach. Were realized randomized samples of the plants and tubers through the transect technique, in five potatoes growing farms in the *Quío* town located in the *Huánuco* region. We characterized 21 native potato varieties using 31 descriptors and native starch content was determined in 22 cultivars by the decantation method. The data of the studied variables were organized in a database and then we analyzed using descriptive statistics, multivariate analysis, and analysis of variance methods. The characterized varieties were grouped into three different phenotypic groups. The first phenotypic group consists of nine varieties, which are mainly characterized by their medium size and intermediate period length; the second phenotypic group consists of seven varieties, which are mainly late period length; and the third phenotypic group includes five varieties whose morphological traits are more diverse. In addition, three varieties have higher yields of native starch, *Ishcupuro* (24.14%), *Huaricancha* (23.49%), and *Pukatarmeña* (22.97%) whose averages were statistically different from the other studied varieties. The results thrusting for carrying out other characterization studies of nutritional compounds, such as minerals, polyphenols, and carotenoids, to develop native potato products according to the needs of the society, their use in the food industry, as well as carry out genetic improvement research. of these native potatoes.

Keywords: *Morphological Descriptors, Native Potato Starch, Native Potato Varieties.*

ISSN N° 2708-9843

Recibido: 06 de junio de 2022

Aceptado para su publicación: 08 de agosto de 2022

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es un alimento básico para la seguridad y soberanía alimentaria, perteneciente a los tres cultivos más importantes del mundo (Hartmann et al., 2011) después del trigo y arroz, y es el cuarto cultivo más importante en cuanto a superficie cultivada después del maíz, trigo y arroz (Chakrabarti et al., 2017; Chandrasekara y Kumar, 2016). En el Perú, se viene cultivando desde hace 8000 años. Actualmente genera más de 110 000 puestos de trabajo permanentes en las zonas rurales y urbanos emergentes, alrededor de 33 400 000 de jornales anuales y genera el 25% del PBI agropecuario. Es una cadena fuente de empleo e ingresos en los sistemas agroalimentarios, también es el principal cultivo en superficie, con más de 600 mil parcelas en la costa y sierra (Otiniano, 2017), cuyo consumo per cápita es 85 kg¹/persona/año (Devaux et al., 2020). Huánuco es la región más importante en superficie y segundo en producción anual después de Puno, pero uno de los problemas es el rendimiento promedio (13.5 t/ha⁻¹), que se encuentra por debajo del promedio nacional (14.8 t/ha⁻¹) (Becerra y Montero, 2017); no obstante, es el principal abastecedor de papa Tumbash al Gran Mercado Mayorista de Lima Metropolitana.

Sin embargo, el uso de la papa en la gastronomía peruana está limitada a pocas variedades mejoradas, porque las características morfoagronómicas y sus bondades nutricionales de las variedades nativas son desconocidas, tales como el contenido de glúcidos, proteínas, vitaminas, electrolitos, minerales y fitonutrientes. Estas papas sólo son utilizadas en la gastronomía tradicional de las familias de agricultores de las zonas andinas del Perú, donde es el ícono

de la seguridad y soberanía alimentaria ya que aportan nutrientes importantes para enfrentar los problemas de la desnutrición.

Los agroecosistemas de papas nativas también brindan servicios ecosistémicos importantes a la sociedad, como resistencia a plagas y enfermedades, valor nutricional, adaptación a condiciones climáticas adversas de las localidades altoandinas (Lutaladio et al., 2009), medicina tradicional y material de investigación. Las familias que realizan una agricultura familiar son los que aún conservan una alta diversidad de papas nativas, pero en diferentes localidades viene desapareciendo debido a su reemplazo por las variedades comerciales. La papa es siete veces más eficiente en el aprovechamiento del agua y produce más energía y proteína por área de suelo que muchos otros cultivos (Burke, 2014).

Escasos estudios fueron realizados para conocer las características morfoagronómicas y la calidad nutricional de las papas nativas. Burgos et al. (2009a) y Burgos et al. (2009b) realizaron estudios sobre concentración de ácido ascórbico en variedades de papas nativas de los Andes y contenido de carotenoides en papas del grupo *Phureja*. La diversidad de papas nativas aún conservada está ausente en el mercado nacional, a pesar de ser un alimento versátil que presenta diversas alternativas de uso a nivel local: i) en la alimentación, como papa fresca y congelada, deshidratada (papa seca, chuño, etc.), tocosh, almidón y bebidas alcohólicas; ii) usos no alimenticios: gomas, piensos y producción de biocombustibles y iii) semilla.

Hay suficientes indicios que el valor nutricional de las papas nativas está relacionada al color de pulpa o carne, una característica relevante en la clasificación de

los cultivares por los agricultores. Los cultivares amarilla, roja, negra, morada, crema, negra, otros, aportan niveles significativos de vitamina C, B6 y B1, almidón de alta resistencia a la digestión por enzimas en el estómago cuyo beneficio en la salud humana es similar al de la fibra; también son excelentes fuentes de lisina, carotenoides (luteína y zeaxantina), proteína, polifenoles, minerales como el potasio, hierro y zinc, entre otros (Bradshaw y Bonierbale, 2010; Burke, 2014). Las papas de pulpa crema, amarilla y anaranjada contienen zeaxantina y carotenoides, y las rojas y violetas antocianinas (Burgos et al. 2009a; Burgos et al. 2009b; Peña y Restrepo, 2013). Entre las principales características funcionales del almidón de papa destacan, la gelatinización, la capacidad de hinchamiento, retrogradación, sinéresis en refrigeración y congelación, claridad y la propiedad para deformar a los alimentos (Ahmed et al., 2012; Madruga et al., 2014).

En este contexto, la investigación consistió en realizar una caracterización morfoagronómica y la determinación del contenido de almidón en 21 cultivares de papas nativas de colores de la localidad de Quíno, donde se producen las papas nativas bajo sistemas de producción natural. Los conocimientos generados constituyen información importante para el uso y manejo sustentable de este recurso fitogenético en las parcelas de los agricultores conservacionistas, el fomento de la producción y el consumo para contribuir con la mejora de los ingresos de los agricultores conservacionistas de papas nativas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tabla 1

Categorías empleadas en el estudio

Categorías	Subcategorías	Preguntas o componentes
------------	---------------	-------------------------

Tipo de Estudio

En cinco parcelas ubicadas entre 3590 a 3860 msnm de la localidad de Quíno, se realizó una investigación de tipo no experimental, en el marco del enfoque cuantitativo, y de alcances descriptivo y correlacional (Hernández et al., 2014; Tobón, 2014). Se caracterizaron los rasgos morfoagronómicos de los cultivares de papas nativas y se determinó sus contenidos de almidón. Los datos de dichos rasgos fueron observados en campo y el contenido de almidón de los tubérculos fueron determinados en el laboratorio especializado de suelos. Las fases del estudio fueron:

- Fase 1. Planificación: identificación del problema, definición de las variables de estudio y la definición de metas.
- Fase 2. Selección de las fuentes pertinentes al estudio: búsqueda, selección y organización de datos de publicaciones rigurosas.
- Fase 3. Selección de las parcelas de producción de papas nativas.
- Fase 4. Muestreo de papas nativas.
- Fase 5. Observación y obtención de los datos de las variables en estudio.
- Fase 6. Organización de la información en categorías y subcategorías.
- Fase 7. Análisis de la información y generación de conocimientos.

Categorías del Estudio

Las categorías y subcategorías del estudio se presentan en la Tabla 1.

Planteamiento del problema de investigación.	Morfología de los cultivares de papas nativas. Valor nutricional de los tubérculos de papas nativas.	¿Cómo se asocian las características morfoagronómicas y el contenido de almidón nativo de los cultivares de papas nativas de colores de la localidad de Quío?
Variables.	Cultivares de papas nativas.	21 cultivares de papas nativas conservadas en parcelas.
	Características morfoagronómicas de las papas nativas.	31 descriptores de tallo, hoja, flor, tubérculo (Gómez, 2000) y dos descriptores de planta (Huamán, 2008).
	Contenido de almidón nativo del tubérculo de papas nativas.	Peso fresco de tubérculo, peso de almidón nativo y rendimiento de almidón. Se adaptó la metodología de decantación de Singh, McCarthy, Singh y Moughan (2008).
Hipótesis.	Hipótesis de investigación.	“Algunas características morfoagronómicas de los cultivares de papas nativas están asociadas con su contenido de almidón nativo”.
Objetivo de investigación.	Propósito.	Caracterizar mediante descriptores morfológicos y agronómicos y el contenido de almidón a los cultivares de papas nativas de la localidad de Quío.

Metodología del Estudio

Se estudiaron los cultivares de papas nativas cultivadas en cinco parcelas conservacionistas, cuyo número de

cultivares por familia conservacionista fue más de 10 cultivares. En la Tabla 2 se presentan los cultivares estudiados y que forman parte de la variabilidad de papas nativas de la localidad de Quío.

Tabla 2.

Varietades de papas nativas caracterizadas en cinco parcelas de la localidad de Quío

Lugar de ubicación de las parcelas				
Ancatana	Huiruyesquina	Serapampa	Upacasha	Ututo
Ishcupuro	Ahuaquhuachuy	Yanapaltaq	Peruanita	Peruanita
Yanapaltaq	Huaricancha	Ambarina	Ambarina	Ahuaquhuachuy
Ambarina	Añaspayahuarnin	Hualash	Pukatarmeña	Ishcupuro
Hualash	Yanapapa	Pukatarmeña	Yuraq ambarina	Rayhuana
Cochacina	Yuraq ambarina	Huaricancha	Cochacina	Hualash
Rayhuana	Huayro	Yanapapa	Añaspayahuarnin	Murutarmeña

Pampamachay	Mamalucha	Huayro	Mamalucha	Pishgupapa
Yana tarmeña	Murutarmeña	Pishgupapa	Pampamachay	Azucarcantina
Tumbash	Yana tarmeña	Murutarmeña	Azucarcantina	Tumbash

Las poblaciones de los cultivares de papas nativas estuvo conformado por la cantidad de plantas desarrolladas en las cinco parcelas seleccionadas. Los muestreos de las plantas y de los tubérculos fueron realizados a través de la técnica del transecto (Bautista, Palacio, Páez, Carmona y Delgado, 2011). Un transecto se define como una línea imaginaria trazada según la pendiente de la parcela y la variación de la coloración predominante del suelo. Se muestrearon tres plantas de cada cultivar en cada una de las parcelas para la caracterización de planta, tallo, hojas, flores, frutos y tubérculos de las papas nativas. Los muestreos fueron realizados en cuatro etapas de desarrollo de los cultivares (Gómez, 2000):

- Plena floración (75% de desarrollo floral): hábito de crecimiento de planta, forma de la hoja, color de tallo, forma de las alas del tallo, grado de floración, forma de la corola, color de la flor, pigmentación en las anteras, pigmentación en el pistilo, color del cáliz y color del pedicelo.
- Fructificación: color de baya, forma de la baya, madurez
- Cosecha de tubérculos: color de la piel, forma y color de carne del tubérculo.
- Brotamiento de los tubérculos: color del brote.

Para la determinación del contenido de almidón nativo se muestrearon un tubérculo por cultivar de cada parcela y luego fueron trasladados al laboratorio especializado de Suelos de la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, donde se utilizó un

tubérculo para la determinación del contenido de almidón nativo mediante el método de decantación. El procedimiento para la determinación del contenido de almidón de los cultivares de papas nativas, en el laboratorio fue el siguiente:

- Preparación de la muestra: selección, lavado y desintegración (licuado) de tubérculos de los cultivares, filtrado del licuado.
- Separación del almidón: decantación del almidón y lavado del almidón.
- Obtención del almidón: secado del almidón, pesado del almidón nativo y determinación del rendimiento.

El contenido de almidón, uno de los rasgos de planta considerados por Huamán (2008) para la caracterización de germoplasma de papa, se determinó mediante la relación entre el peso del almidón a 8% de humedad y el peso total del tubérculo, la fórmula matemática utilizada es:

$$\text{Contenido de almidón (\%)} = \frac{\text{Peso de almidón} - \text{peso total de tubérculo}}{\text{Peso total del tubérculo}} \times 100$$

Métodos Estadísticos

Los datos de las observaciones de los estados morfoagronómicos y del contenido de almidón nativo de los cultivares de papas nativas fueron organizados en una base y analizados con el programa InfoStat, Versión 2014I (Di Rienzo et al., 2008). Se utilizaron los métodos estadísticos del análisis multivariado, el Análisis de la Variancia

(ANAVA) y seis estadísticos descriptivos (Di Rienzo et al., 2009).

Los 21 cultivares fueron agrupados en grupos de máxima similitud con respecto a las variables estudiadas, a través de del análisis de conglomerado jerárquico utilizando el algoritmo de Ward y la distancia Euclídea al cuadrado (Di Rienzo et al., 2009). El rendimiento de almidón de los cultivares fue analizado mediante el ANAVA y las diferencias de los promedios entre los cultivares fue determinado mediante la prueba de comparación LSD Fisher.

Dos descriptores no presentaron variación (disección de la hoja y pigmentación en anteras), y la “altura de planta a la floración” sería un rasgo que estaría relacionado al manejo y a los factores del ambiente donde se desarrollan las plantas. Los tres rasgos no fueron considerados para el análisis multivariado. Con base a 31 descriptores morfológicos de la lista mínima para la caracterización de papas en campo, el análisis de conglomerados para 21 cultivares, permitió establecer tres grupos fenotípicos diferentes, con una correlación cofenética de 0.616 (Figura 1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

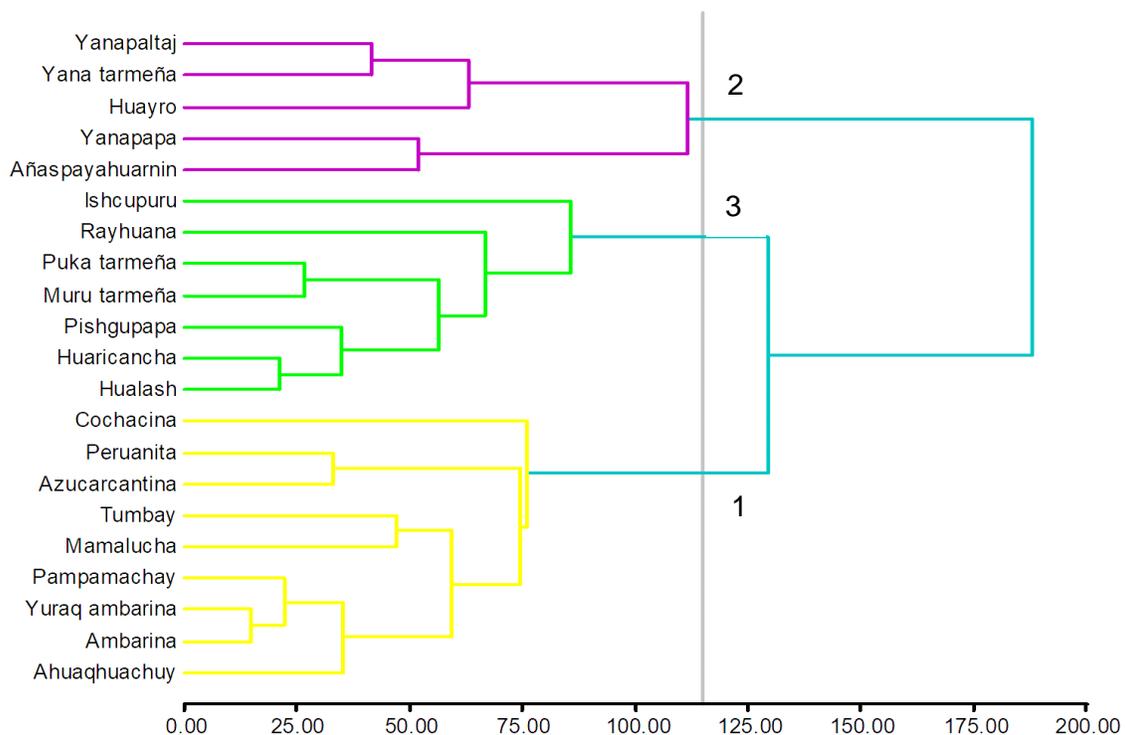


Figura 1. Dendrograma de clasificación de 21 cultivares de papas nativas en grupos fenotípicos de alta similitud (método jerárquico Ward y distancia Euclídea²)

El análisis discriminante lineal, con dos ejes canónicos, explicó el 100% de la variabilidad de los 31 rasgos utilizados en la clasificación fenotípica. La primera función

discriminante explica el 69.04% y la segunda función el 30.96% de la variabilidad, estas funciones discriminantes canónicas se expresan de la siguiente manera:

Ecuación 1: $F = 0.14 - 0.25HCP - 0.03NFL + 0.36NIHFL + 0.19NIHP - 0.04CT - 0.15FAT - 0.49GF + 0.19FC + 0.21CPF + 0.52ICPF + 0.1CSF - 0.06DCSF + 0.01PP - 0.22CC + 2.90E - 03CP + 0.11CB - 0.01FB - 0.01Madurez - 0.4CPPT + 0.33ICPP - 0.07CSPT + 0.44DCSPT - 0.25FGT + 0.49VFT + 0.3POT - 0.24CPCT - 0.17CSCT - 0.41DCSCT - 0.04CPB - 0.12CSB + 0.34DCSB$

Ecuación 2: $F = -0.83 + 0.17HCP - 0.28NFL - 2.30E-03NIHFL - 0.07NIHP - 0.25CT - 0.27FAT + 0.18GF + 0.02FC - 0.2CPF - 0.44ICPF + 0.09CSF - 0.14DCSF + 0.15PP + 0.20CC + 0.18CP - 0.21CB - 0.01FB + 0.37Madurez - 0.11CPPT - 0.11ICPP - 0.16CSPT - 0.19DCSPT + 0.08FGT - 0.33VFT - 0.06POT + 0.2CPCT + 0.10CSCT - 0.25DCSCT + 0.62CPB - 0.08CSB - 0.37DCSB$

Los valores de la primera función discriminante con datos estandarizados (Tabla 3) muestran que entre los cultivares de papas nativas caracterizadas, son seis los rasgos principales que discriminan a los grupos fenotípicos: el grado de floración, el color predominante de la flor, el color predominante de la piel del tubérculo, la distribución del color secundario de la piel

del tubérculo, la forma general del tubérculo y la distribución del color secundario del brote; mientras que la forma de la corola y la distribución del color secundario de la carne del tubérculo discriminan de forma secundaria. En la segunda función discriminante los rasgos más importantes resultaron el color predominante de la flor y el color predominante del brote.

Tabla 3.

Rasgos morfológicos que discriminan los grupos fenotípicos de 21 cultivares de papas nativas del centro poblado de Quío

Descriptor morfológico	Eje discriminante 1	Eje discriminante 2
Hábito de crecimiento de la planta (HCP)	-0.09	0.07
Número de folíolos laterales (NFL)	-0.02	-0.20
Número de inter-hojuelas entre folíolos laterales (NIHFL)	0.21	-1.30E-03
Número de inter-hojuelas sobre peciolulos (NIHP)	0.18	-0.07
Color del tallo (CT)	-0.05	-0.32
Forma de las alas del tallo (FAT)	-0.10	-0.18
Grado de floración (GF)	-0.62	0.23
Forma de la corola (FC)	0.43	0.04
Color predominante de la flor (CPF)	0.57	-0.54
Intensidad de color predominante de la flor (ICPF)	0.31	-0.27
Color secundario de la flor (CSF)	0.12	0.10
Distribución del color secundario de la flor (DCSF)	-0.09	-0.23
Pigmentación en el pistilo (PP)	0.01	0.18
Color de cáliz (CC)	-0.34	0.30
Color del pedicelo (CP)	0.01	0.43
Color de la baya (CB)	0.22	-0.42
Forma de la baya (FB)	-0.01	-0.01
Madurez	-0.01	0.40
Color predominante de la piel de tubérculo (CPPT)	-0.87	-0.23
Intensidad del color predominante de la piel (ICPP)	0.23	-0.07
Color secundario de la piel del tubérculo (CSPT)	-0.22	-0.48
Distribución del color secundario de la piel del tubérculo (DCSPT)	0.79	-0.35
Forma general del tubérculo (FGT)	-0.57	0.17
Variante de forma del tubérculo (VFT)	0.43	-0.29
Profundidad de ojos del tubérculo (POT)	0.39	-0.08
Color predominante de la carne del tubérculo (CPCT)	-0.39	0.34
Color secundario de la carne del tubérculo (CSCT)	-0.33	0.19
Distribución del color secundario de la carne del tubérculo (DCSCT)	-0.43	-0.26
Color predominante del brote (CPB)	-0.05	0.74
Color secundario del brote (CSB)	-0.11	-0.07
Distribución del color secundario del brote (DCSB)	0.54	-0.6

Los caracteres estudiados fueron priorizados de la lista mínima de 33 descriptores morfológicos considerados por Gómez (2000) para la caracterización de colecciones de papas nativas.

La tasa de error aparente o tasa de mala clasificación resultaron ceros para los tres grupos fenotípicos, lo cual significa que todos los cultivares de papas nativas están bien clasificadas, de acuerdo con la variación de los estados de 31 descriptores morfológicos. Los centroides de los grupos fenotípicos en el primer eje canónico resultaron de 1.18, -4.46 y 1.67 respectivamente, indicando que los rasgos

Las elipses de confianza ($\alpha = 0.05$) con dos ejes canónicos explicaron el 100% de la variabilidad para la variación de los estados de los descriptores observados

discriminantes permiten diferenciar bien al grupo dos de los otros grupos fenotípicos establecidos; mientras que en el segundo eje canónico, los centroides de los grupos fenotípicos resultaron de 1.77, -0.25 y -2.09 respectivamente, que indican que el 30.96% de la variabilidad de los estados de los 31 descriptores difieren en los tres grupos fenotípicos.

(Figura 2). Estos resultados son coherentes con la clasificación de los tres grupos fenotípicos de las papas nativas caracterizadas en el centro poblado de Quío.

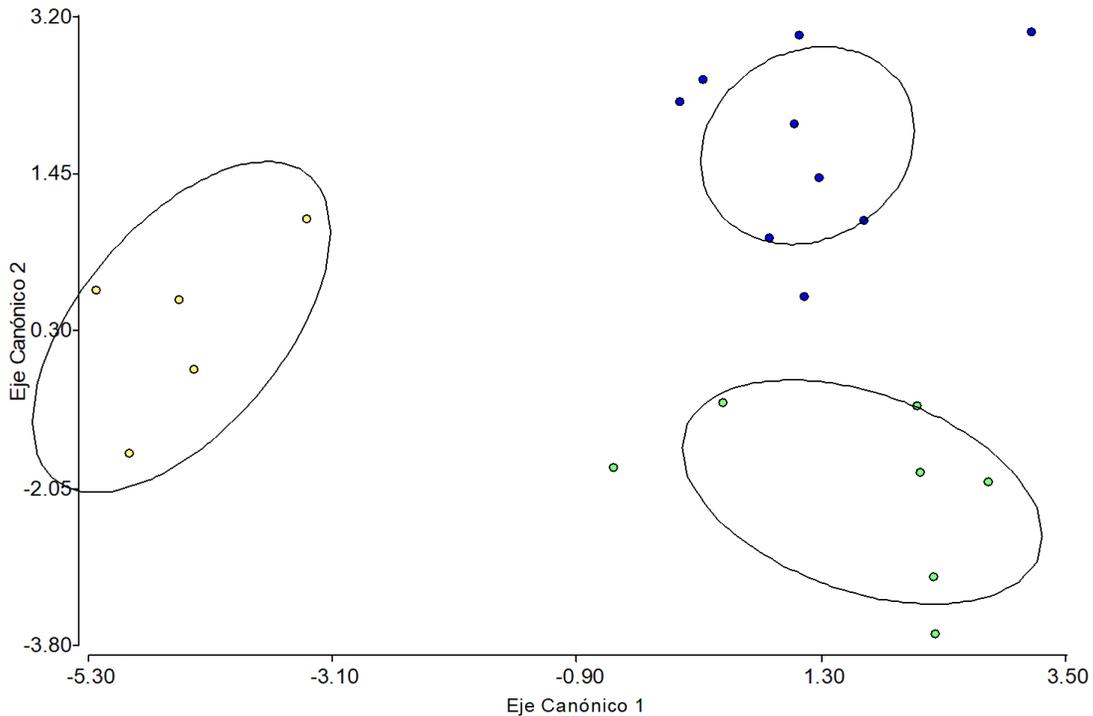


Figura 2. Elipses de confianza (0.95) de la clasificación de los grupos fenotípicos de los cultivares de papas nativas

Según las descripciones realizadas por el CIP (2006), cinco de nueve cultivares agrupados en el grupo fenotípico 1 corresponden a la especie diploide *Solanum goniocalix*, que se caracterizan por ser de porte medio y periodo vegetativo intermedio

en las condiciones de la localidad de Quío; tres de cinco cultivares agrupados en el grupo fenotípico 2 son de la especie tetraploide *Solanum tuberosum* subsp. *Andigenum*, que se caracterizan por un periodo vegetativo tardío bajo las condiciones bioclimáticas del

lugar de estudio; los cultivares agrupados en el grupo fenotípico 3 son los más diversos porque están representados por *S. chaucha* (triploide), *S. stenotomum* (diploide), *S. tuberosum* subesp. *Andigenum* y dos cultivares no identificados (Huaricancha y Hualash).

La localidad de Quío es un centro importante de conservación de cultivares de papas nativas, así mismo es reconocido por los agricultores paperos, como una de las localidades productoras más importantes de semilla común del cultivar Tumbash (más conocido como Tumbash o Amarilla) a nivel de la provincia de Ambo y la región Huánuco. Esta incursión en la actividad semillera, compromete la conservación de los cultivares nativos debido a la intensificación del cultivar semillero, por ello es una de las tareas importante para la academia caracterizar y evaluar los cultivares de papas nativas, que aún se conservan en las parcelas de los agricultores de la localidad, a fin de orientar su rescate y generar conocimiento que aporta hacia la producción sostenible de papas en la región.

Tabla 4.

El rendimiento de almidón nativo de los tubérculos de papas nativas resultó estadísticamente significativo ($p < 0.0001$), con el 96% de la variación explicada por el conjunto de datos observados de los 22 cultivares ($R_{Aj} = 0.96$). De acuerdo con la prueba de comparación de promedios LSD Fisher ($\alpha = 0.05$), existen cultivares con mayores contenidos de almidón, como el cultivar Ishcupuro que presenta un rendimiento de almidón entre 23.39% - 24.89%, seguido de los cultivares Huaricancha y Pukatarmeña; mientras que los cultivares Yanapa y Añaspayahuarnin presentan los menores contenidos de almidón, y el resto de los cultivares presentan un contenido intermedio entre estos extremos señalados. Las papas con tubérculos de carne roja y negra resultaron con menores rendimientos de almidón nativo, y los cultivares de mayores rendimientos son las de pulpa amarilla y crema, y dos cultivares de periodo vegetativo intermedio (Pukatarmeña y Hualash) presentaron los contenidos de almidón más altos. En la Tabla 4, se presentan los estadísticos descriptivos del contenido de almidón nativo en tubérculos de papas nativas.

Estadísticos descriptivos del rendimiento de almidón nativo de 22 cultivares de papas nativas del centro poblado de Quío

Cultivar	Media	D. E.	Var (n-1)	CV	Max	Min	
Ahuaquachuy	17.26	IJ	0.17	0.03	0.98	17.14	17.38
Ambarina	22.49	BCD	0.82	0.67	3.65	21.91	23.07
Añaspayahuamin	13.45	K	0.32	0.1	2.37	13.22	13.67
Azucarantina	16.34	J	0.16	0.03	1	16.22	16.45
Cochacina	20.80	FG	0.11	0.01	0.51	20.72	20.87
Hualash	22.89	BC	0.33	0.11	1.42	22.66	23.12
Huaricancha	23.48	AB	0.23	0.05	0.99	23.32	23.65
Huayro	18.75	H	0.68	0.46	3.62	18.27	19.23
Ishcupuro	24.14	A	0.75	0.56	3.1	23.61	24.67
Mamalucha	21.48	DEF	0.09	0.01	0.43	21.41	21.54
Morales	20.98	EG	0.01	0	0.03	20.97	20.98
Morales	22.62	BCDF	0.24	0.06	1.06	22.45	22.79
Pampamachay	21.45	DEF	0.21	0.05	0.99	21.30	21.6
Peruanita	18.3	HI	1.9	3.62	10.4	16.95	19.64
Pishgupapa	22.41	BCD	0.13	0.02	0.57	22.32	22.5
Pukatarmeña	22.97	ABC	1.27	1.62	5.54	22.07	23.87
Rayhuana	22.71	BC	0.18	0.03	0.81	22.58	22.84
Tumbay	21.95	CDEF	0.04	0	0.19	21.92	21.98
Yanatarmeña	22.11	CDE	0.05	0	0.22	22.07	22.14
Yanapaltaq	20.02	G	0.08	0.01	0.39	19.97	20.08
Yanapapa	13.95	K	0.35	0.12	2.48	13.7	14.19
Yuraqambarina	22.07	CDE	0.08	0.01	0.35	22.01	22.12

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$), según la prueba LSD Fisher.

El almidón es uno de los principales carbohidratos que ofrece la papa al comensal, presenta características intrínsecas, tales como la viscosidad, contenido de fósforo, baja retrogradación, alta capacidad de hinchamiento, alta claridad en la gelificación y buen tamaño de los gránulos (Zhou et al., 2014). Se ha encontrado variedades que presentan alta contenido de almidón, como el Iscupuro y Mamalucha, con 20,19 y 18,39% respectivamente, contenidos de almidón similares a lo encontrado por Obregón y Repo (2013) en las variedades nativas Huamantanga, Huayro, Peruanita y Amarilla Runtus, con 17.50, 20,02, 23.01 y 26,20% respectivamente. Las variedades nativas de papas, cuyos contenidos de almidón son superiores a 15% como señalan Hasbún et al. (2009) pueden contar con aptitudes industriales para la fritura, y es una fuente energética (Muñoz, 2014) para la nutrición del hombre. Sin embargo, en América Latina, las

papas son desaprovechadas o están subutilizadas como fuente energética (Vargas et al., 2016; Zárate-Polanco et al., 2014).

Hay investigadores que señalan que el Perú no puede competir con la importación de almidón procedentes de Europa, como Alemania, Holanda y Polonia, principalmente porque el rendimiento que se obtiene es inferior en comparación a los que obtienen los países europeos (Devaux et al., 2010). Sin embargo, es una alternativa viable para aprovechar la sobreproducción que hay en el Perú de tubérculos de papa y para ensayar estrategias que permitan ampliar las áreas de producción de papas nativas con fines de transformación en almidón.

CONCLUSIONES

Sobre el estudio realizado, una primera conclusión es que entre los cultivares de papas nativas, hay variabilidad morfoagronómica y de rendimiento de almidón, que son importantes para la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos que las parcelas de papas nativas brindan a la sociedad, tales como la diversidad de alimentos, producción de materia prima para diversos usos (medicinal, gastronómico, transformación, cultural, etc.). El almidón es uno de los productos importantes para la industria y por ello el conocimiento generado, el rendimiento de almidón nativo en tres cultivares de papas nativas se acercan a 25%, es relevante para futuros trabajos de mejoramiento genético de la papa.

Una segunda conclusión es que las prácticas locales sobre el manejo agronómico del cultivo de la papa son eficientes y sustentables en el uso y manejo de la diversidad genética de papas nativas, pero es importante fortalecer estas capacidades para su adaptación frente al cambio hacia la agricultura intensiva, como consecuencia de la producción de semilla y papa de consumo con predominancia del cultivar Tumbash, conocido también en la región Huánuco como Tumbay.

Una última conclusión es que, en futuros trabajos de caracterización de variedades nativas de papa, se deben evaluar las concentraciones de minerales, polifenoles, carotenoides, entre otros compuestos que le otorgan valor nutricional a este recurso, a fin de promover el desarrollo de productos bajo un concepto coherente con las bondades que presentan las papas nativas. Así como, un estudio relacional entre índice de hojas y el rendimiento de almidón nativo de los cultivares nativos de papa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, J., Tiwari, B., Imam, S. y Rao, M. (2012). *Starch-based polymeric materials and nanocomposites: chemistry, processing and applications*. Florida, USA: CRC Press.
- Bautista, F., Palacio, J. L., Delfín, H., Paéz, R., Carmona, E. y Delgado, M. C. (Eds.). (2011). *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales*. D.F. México.
- Becerra, N. G., Montero, C. (2017). *Características de la producción nacional y de la comercialización en Lima Metropolitana (boletín)*. Dirección General de Políticas Agrarias, Ministerio de Agricultura y Riego. Lima (Perú).
- Bradshaw, J. E. y Bonierbale, M. (2010). Potatoes. In J. E. Bradshaw. Ed. *Handbook of plant breeding: root and tuber crops*. New York Dordrecht Heidelberg London: Springer.
- Burgos, G., Auqui, S. y Amoros, W. (2009a). Ascorbic acid concentration of native Andean potato varieties as affected by environment, cooking and storage. *J Food Comp Anal*, 22: 533–538. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.05.013>
- Burgos, G., Salas, E. y Amoros W. (2009b). Total and individual carotenoid profiles in the *Phureja* group of cultivated potatoes: I. Concentrations and relationships as determined by spectrophotometry and high performance liquid chromatography (HPLC). *J Food Comp Anal*, 22:503–508. DOI: [10.1016/j.jfca.2008.08.008](https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.08.008)
- Burke, J. J. (2014). *Growing the potato crop*. Vita, Equity House, Upper Ormond Quay, Dublin 7. Ireland.

- Chakrabarti, S. K., Xie, C. y Tiwari, J. K. ed(s). (2017). *Te potato genome*. Suiza: Springer International Publishing.
- Chandrasekara, A. y Kumar, T. J. (2016). Roots and tuber crops as functional foods: A review on phytochemical constituents and their potential health benefits. *International Journal of Food Science*, 15 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/3631647>
- CIP (Centro Internacional de la Papa). (2006). *Catálogo de variedades de papa nativa de Huancavelica – Perú*. Centro Internacional de la Papa y Federación Departamental de Comunidades Campesinas de Huacavelica. Lima (Perú).
- Devaux, A., Goffart, J. P., Petsakos, A., Kromann, P., Gatto, M., Okello, J., Suarez, V. y Hareau, G. (2020). Global food security, contributions from sustainable potato agri-food systems. En Campos, H. y Ortiz, O ed(s). *The potato crop: its agricultural, nutritional and social contribution to humankind*. Perú: CIP. pp. 3-35. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-28683-5>
- Devaux, A., Ordinola, M., Hibon, A. y Flores, R. (2010). *El sector papa en la región andina. Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú)*. Lima (Perú).
- Di Rienzo, J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. (2008). *InfoStat, versión 2008*, Argentina: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Gonzalez, L. A., Tablada, E. M., Díaz, M. P., Robledo, C. W., Balzarini, M. G. (2009). *Estadística para las ciencias agropecuarias*. 7 ed. Argentina: Brujas
- Gómez, R. (2000). Guía para las caracterizaciones morfológicas básicas en colecciones de papas nativas. Perú: Centro Internacional de la Papa. Recuperado de: <https://bit.ly/2MXipNk>
- Hartmann, A., Senning, M., Hedden, P., Sonnewald, U. y Sonnewald, S. (2011). Reactivation of meristem activity and sprout growth in potato tubers require both cytokinin and gibberellin. *Plant Physiology*, 155:776-796. DOI: <http://plantphysiol.org/cgi/doi/10.1104/pp.110.168252>
- Hasbún, J., Esquivel, P., Brenes, A. y Alfaro, I. (2009). Propiedades físico-químicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa. *Agronomía Costarricense*, 33(1), 77-89. Recuperado de: <https://bit.ly/2THcAo0>
- Hernández, R., Fernández, C y Baptista, M. P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill Education.
- Huamán, Z. (2008). Descriptores morfológicos de la papa (*Solanum tuberosum* L.). Tenerife (Espeaña). Recuperado de: <https://bit.ly/2QK6xiI>
- López, J. y López, J. (1985). *El diagnóstico de suelos y plantas. Método de campo y laboratorio*. 4ª ed. Madrid: Mundi Prens.
- Lutaladio, N., Ortiz, O., Hevercort, A. y Caldiz, D. (2009). *Sustainable potato production: Guidelines for developing countries*. Roma: FAO. Recuperado de: <https://bit.ly/2TpW8AC>
- Madruga, M., De Albuquerque, M., Silva, I., Do Amaral, D., Magnani, M. y Neto, V. (2014). Chemical, morphological and functional properties of Brazilian jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) seeds starch. *Food Chemistry*, 143:440-

445. DOI:
[10.1016/j.foodchem.2013.08.003](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.003)
- Muñoz, M. (2014). Composición y aportes nutricionales de la papa. *Revista Agrícola*, 36-37. Recuperado de <https://bit.ly/2OFxNMv>
- Obregón, A. y Repo, R. (2013). Evaluación físicoquímica y bromatológica de cuatro variedades nativas de papa (*Solanum* spp.). *Ciencia e Investigación*, 16(1): 38-40. Recuperado de: <https://bit.ly/36pU1vf>
- Otiniano, R. (2017). *Manual del cultivo de papa para pequeños productores en la sierra norte del Perú*. Perú: Grafikos.
- Peña, C. B. y Restrepo, L. P. (2013). Compuestos fenólicos y carotenoides en la papa: revisión. *Actualización en nutrición*, 14(1):25-32. Recuperado de: <https://bit.ly/2QPSLv5>
- Singh, J., McCarthy, O., Singh, H. y Moughan, P. (2008). Low temperature post-harvest storage of New Zealand Taewa (*Maori potato*): Effects on starch physicochemical and functional characteristics. *Food Chemistry*, 106(2):583-596. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.06.041>
- Tobón, S. (2014). *Ejes claves en la planeación de un artículo científico*. México: Centro Universitario CIFE.
- Vargas, G., Martínez, P. y Velezmoro, C. (2016). Propiedades funcionales de almidón de papa (*Solanum tuberosum*) y su modificación química por acetilación. *Scientia Agropecuaria*, 7(3), 223-230. DOI: [10.17268/sci.agropecu.2016.03.09](https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.03.09)
- Zárate-Polanco, L. M., Ramírez-Suárez, L. M., Otárola-Santamaría, N. A., Prieto, L., Garnica-Holguín, A. M., Cerón-Lasso, M. S. y Argüelles, J. H. (2014). Extracción y caracterización de almidón nativo de clones promisorios de papa criolla (*Solanum tuberosum*, Grupo *Phureja*). *Revista Latinoamericana de la Papa*, 18(1), 1-24. Recuperado de: <https://bit.ly/2AGwKHT>
- Zhou, H., Wang, C., Shi, L., Chang, T., Yang, H. y Cui, M. (2014). Effects of salts on physicochemical, microstructural and thermal properties of potato starch. *Food Chemistry*, 156:137-143. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.015>