

Bicentenario, un nuevo cultivar de papa para procesamiento en el Perú: perspectivas desde la mejora genética

Bicentenary, a new potato cultivar for processing in Peru: perspectives from plant breeding

Sergio Contreras-Liza^{1*}, Jorge Jhoncon Kooyip², Luis Vargas Luna³, Doris Cervantes Torres⁴, Dionicio Luis Olivas⁵ y Miguel Quevedo Bacigalupo⁶

Resumen

La industrialización de la papa en el Perú constituye una oportunidad de negocio para incrementar la oferta de papa procesada, y generar valor agregado para los pequeños productores. Por esa razón es importante contar con variedades aptas para fritura y abastecer a la cadena de valor de la papa para la industria de pollerías (bastones) y snacks (hojuelas). En la investigación se describe el origen y genealogía del clon UH-24 (“Bicentenario”), sus características agronómicas mediante el análisis de identificación, la forma como se desarrolló y multiplicó en invernadero y campo, así como el proceso de evaluación a través del análisis de adaptación y eficiencia en cuatro ambientes de la región Lima. La variedad de papa Bicentenario presenta buena capacidad de producción y adaptación en la costa central del Perú, con un rendimiento de tubérculos promedio de 43,2 t ha⁻¹, en comparación con las variedades comerciales Canchán y Diacol Capiro con 37,22 y 32,5 respectivamente, y mayor al clon avanzado UH-18 con 31,6 t ha⁻¹. Se concluye que “Bicentenario” es un cultivar de altos rendimientos, buena estabilidad fenotípica y atributos como sólidos solubles y tipo de tubérculo adecuados para su procesamiento como fritura en bastones y hojuelas.

Palabras clave: variedades mejoradas, papa, cadena agroalimentaria, procesamiento.

Abstract

The industrialization of potatoes in Peru constitutes a business opportunity to increase the supply of processed potatoes, generating added value for small producers. For this reason, it is important to have varieties suitable for frying and thus supply the potato value chain for the processing industry (french fries) and snacks (flakes). It is described the origin and genealogy of the clone UH-24 (“Bicentenario”), its agronomic characteristics through the identification analysis, the way how it developed and multiplied in the greenhouse and in the field, as well as the evaluation process through the analysis of adaptation and efficiency in four environments of Lima region. The potato variety Bicentenario has good production and adaptation capacity in the central coast of Peru, with a mean tuber yield of 43.2 t ha⁻¹, compared to the commercial varieties Canchán and Diacol Capiro with 37.22 and 32.5 respectively and higher than the clone UH-18 with 31.6 t ha⁻¹. It is concluded that “Bicentenario” is a potato cultivar with high yields, good phenotypic stability and attributes such as soluble solids and type of tuber suitable for processing as french fries and chips.

Keywords: improved varieties, potato, agri-food chain, processing.

Recibido: 15/07/2022

Aceptado: 12/01/2023

Publicado: 31/01/2023

Sección: Artículo original

*Autor correspondiente: scontreras@unjfsc.edu.pe

Introducción

La papa (*Solanum tuberosum*) es el cuarto cultivo alimenticio más importante del mundo, en términos de consumo humano (Bradshaw, 2021); Perú es el centro del origen y domesticación de la papa, donde se han desarrollado más de 3 500 variedades de papas entre nativas y mejoradas (de Haan & Rodríguez, 2016). La papa es el principal cultivo de la agricultura familiar y ostenta un rol significativo en las economías familiares, básicamente en la sierra, donde involucra a más de 712 000 familias, generando alrededor de 33 millones de jornales de acuerdo con el último Censo Nacional Agropecuario (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2013). Es el segundo producto agrícola en importancia en términos de valor en el Perú, después del arroz, y el primero en términos de volumen; participa con

10,7% del Valor Bruto de la Producción Agropecuaria (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2013).

Entre los problemas más importantes que impactan en la industrialización de papa, está el no

¹ Departamento de Agronomía, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú.

² Centro Internacional de Investigación para la Sustentabilidad (CIIS), Universidad Nacional de Cañete, Perú.

³ Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Barranca; Perú.

⁴ Escuela de Posgrado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

⁵ Departamento de Agronomía, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú.

⁶ Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, Perú.

Como citar: Contreras-Liza, S., Jhoncon Kooyip, J., Vargas Luna, L., Cervantes Torres, D., Luis Olivas, D., & Quevedo Bacigalupo, M. (2023). Bicentenario, un nuevo cultivar de papa para procesamiento en el Perú: perspectivas desde la mejora genética. *Revista De Investigaciones Altoandinas*, 25(1), 5–13. <https://doi.org/10.18271/ria.2023.434>



contar con variedades de adecuado contenido de materia seca y bajos niveles azúcares reductores en el tubérculo, poca producción de semilla tubérculo certificada, estacionalidad de la producción, diferencias en la productividad por región y la falta de plantas de procesamiento equipadas para la industrialización de la papa, para competir en el mercado internacional (Arcos et al., 2020). Por otro lado, la ocurrencia de heladas, la variación de precipitación debido al cambio climático, períodos prolongados de lluvia seguidos por sequías, la baja disponibilidad de nutrientes por erosión del suelo y los suelos ácidos, son algunas de las condiciones que pueden ocasionar estrés al cultivo de papa (Lagos et al., 2021).

Asimismo, FAO (2008) considera que la demanda de papas fritas ha crecido a causa de la tendencia a un mayor consumo de alimentos preparados; pero el consumo excesivo de estos productos de gran contenido de energía, así como la falta de ejercicio, pueden ser causa de sobrepeso en las personas. El contenido de materia seca de los tubérculos es el carácter más importante que determina la calidad en el rendimiento de productos fritos y deshidratados de la papa; se prefieren variedades con alto contenido de materia seca para la preparación de productos procesados; un contenido de materia seca del 18 al 20% es considerado aceptable para el procesamiento (Luthra & Gupta, 2019).

“Única” es uno de los pocos cultivares desarrollados para procesamiento en el Perú (Gutiérrez et al., 2007); posee una longitud superior a 50 mm recomendadas para el procesamiento de papas fritas en bastones, pero presenta ojos profundos (1,54-2,98 mm) y una gravedad específica en el tubérculo que oscila entre 1,08 a 1,12 de acuerdo a Gikundi et al. (2021). “Reiche” es una variedad peruana inscrita en el Registro Nacional de Cultivares Comerciales en 1998 por la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, originada a partir de un clon avanzado del Centro Internacional de la Papa (CIP 388611.22). Se usa en fresco, papas fritas en bastones y chips. Es una variedad extremadamente resistente a PVY y PVX y a climas cálidos. Tiene un período vegetativo intermedio con hábito de crecimiento decumbente, de floración abundante y color de la flor blanco. Los tubérculos presentan forma ovoide con pulpa amarilla pálida, adecuados para procesamiento en hojuelas (chips) y bastones (Meza et al., 2013).

Se considera que el valor agregado a través de la industrialización de la papa fresca constituye una oportunidad de negocio para los productores asociados en cooperativas agrarias, que genera desarrollo socioeconómico de los socios y su entorno a través de la comercialización en el mercado nacional y extranjero (Cervantes & Quevedo, 2020). La papa ha contribuido

decididamente al boom gastronómico peruano, es ingrediente principal de una gran diversidad de potajes regionales de creciente aceptación y reconocimiento nacional e internacional (Ordinola et al. 2017).

Por esta razón, es necesario que se desarrollen nuevas variedades de papa orientadas a un mercado en crecimiento; la resistencia al tizón tardío y un adecuado rendimiento de tubérculos comercializables son considerados los criterios más importantes para la selección de una nueva variedad de papa (Gastelo et al., 2021; Zúniga et al. 2020). En los últimos años se han registrado variedades mejoradas pero su idoneidad para uso industrial no está suficientemente probada. En ese sentido, el objetivo de la investigación fue determinar las características de distinción y el comportamiento agronómico de “Bicentenario”, una nueva variedad de papa con aptitud para procesamiento como fritura.

Materiales y métodos

Obtención de la variedad Bicentenario

El objetivo del plan de cruzamientos para obtener la nueva variedad fue la concentración de las características para procesamiento de tres variedades comerciales que ya presentaban dichos atributos, de manera que se incremente la frecuencia de los genes requeridos en la progenie F_1 y se facilite la selección de plántulas de semilla botánica en condiciones de campo, debido a la complejidad en la segregación de la papa (Bradshaw, 2021). De esta manera, la variedad Bicentenario fue seleccionada por presentar altos rendimientos y uniformidad en los tubérculos, resistencia a enfermedades y atributos adecuados para el procesamiento en fritura. El método de mejoramiento utilizado fue la selección genealógica individual (Camadro & Mendiburu, 1988; Acquaa, 2008; Aksoy et al. 2021), seguida de la selección entre clones con los atributos deseados. Se estima que una población de 1500 plántulas en la generación F_1 fueron evaluadas durante la etapa de selección a nivel de semilla sexual.

Incremento del material de siembra

En laboratorio se utilizó una cámara de crecimiento Fitotron SG-120 para la multiplicación e incremento *in vitro* del material vegetativo inicial. La multiplicación en invernadero consistió en la siembra de plántulas en bandejas almacigueras y macetas, así como su posterior propagación por tuberculillos en invernadero (casa malla antiafida). En invernadero se multiplicó el material seleccionado en macetas con sustrato, y en camas bajas para la propagación de esquejes enraizados y tuberculillos de plantas madres. El sustrato para propagación en macetas o camas fue arena (45%), compost (45%) y pajilla de arroz (10%). Las actividades

de multiplicación clonal fueron realizadas por personal del Laboratorio de Biotecnología de la Producción de la Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental (UNJFSC).

Descriptores utilizados en la identificación de la variedad

Los ensayos de identificación se realizaron en la provincia de Nasca (Ica) durante los años 2014 y 2015. Los exámenes de Distinción, Homogeneidad y Estabilidad (DHE) para la nueva variedad de papa Bicentenaria se llevaron a cabo en campos de agricultores colaboradores durante el proceso de obtención de esta nueva variedad, para lo cual se utilizó como testigo a la variedad de papa para procesamiento Atlantic, por sus características discriminantes respecto a la nueva variedad, y porque es un cultivar adecuado para procesar hojuelas y papas fritas, con una calidad aceptable para el mercado fresco. Los exámenes DHE se realizaron utilizando la tabla de caracteres cualitativos propuesto por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales, UPOV (2004), evaluando plantas individuales bajo el método de siembra en surcos, de acuerdo con las Directrices para la ejecución del examen de distinción, homogeneidad y estabilidad de papa, *Solanum tuberosum* L., documento TG/23/6 del 31/03/2004, publicadas por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (2004).

Ensayos de adaptación y eficiencia

Los ensayos agronómicos de adaptación y eficiencia para evaluar la productividad y adaptación del cultivar Bicentenaria se llevaron a cabo en las localidades de Palpa, provincia de Huaral (en los años 2014 y 2017); en Aucallama, provincia de Huaral (2014); y Vinto, provincia de Barranca (2017), en la región Lima. En cada ensayo se comparó la variedad solicitada para el registro, frente a cultivares comerciales como Canchán y Capiro como controles; y frente al clon de papa avanzado UH-18, desarrollado por la UNJFSC para fines de procesamiento.

Para realizar la comparación entre genotipos se utilizó como metodología el procedimiento para pruebas de evaluación estándar de clones avanzados de papa (Bonierbale et al., 2010), considerando características cuantitativas.

Para determinar la estabilidad para rendimiento de las variedades se usó el método de Eberhardt & Russell (1966), considerando el parámetro Bi que mide la estabilidad fenotípica de cada variedad. Las variables elegidas fueron: rendimiento total y comercial de

tubérculos ($t\ ha^{-1}$), número de tubérculos por planta, altura de la planta (cm.), número de tallos por planta, incidencia de virus (%), incidencia de rancho (% *Phytophthora infestans*), índice de defectos (%) y de sólidos solubles en el tubérculo (%), consideradas importantes para determinar la capacidad productiva y para fritura de los genotipos de papa en evaluación.

Pruebas de calidad para procesamiento

En el proceso de evaluación de la nueva variedad Bicentenaria se consideraron algunos criterios importantes para el procesamiento de la papa como fritura. Entre estos, se usaron escalas de la industria alimentaria, como el Score que determina la apariencia de las hojuelas para fritura (valores: 1 muy bueno, hasta 5 muy deficiente), el porcentaje de sólidos solubles en el tubérculo (%), la calificación para medir el color del producto procesado (Método HunterLab) y el porcentaje de defectos en las hojuelas. El colorímetro de Hunter se utilizó para medir el color en los tubérculos. Este dispositivo tiene tres valores de color diferentes; de estos, 'a' significa rojo o verde de los alimentos, 'b' significa amarillo o azul, y 'L' indica el grado de brillo entre 0 y 100 (blanco y negro), el mejor es un valor de 'L' que se aproxime a 100 para hojuelas y bastones de papa.

Procesamiento estadístico de datos

Para el análisis estadístico se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cuatro repeticiones. El tamaño de las unidades experimentales fue $18\ m^2$ (100 plantas por cada repetición), la distancia de siembra entre surcos fue 0,9 m y entre plantas 0,3 m. Los datos se analizaron en cada localidad mediante la técnica de Análisis de la Variancia (ANoVA) por cada ambiente y el Análisis de Variancia Combinado por ambientes para rendimiento de tubérculos; luego se realizó la prueba de Scott-Knott (SK) al nivel de significación del 5% para comparar los promedios en cada variable. La información se procesó mediante el Software Infostat, versión 2019.

Resultados

Obtención de la variedad Bicentenaria

El nuevo cultivar Bicentenaria (originalmente con código UH-24), es el resultado de la selección de genotipos del cruzamiento de tres cultivares comerciales para procesamiento de *Solanum tuberosum*: Reiche, Diacol Capiro y Atlantic; el pedigrí del cultivar UH-24 Bicentenaria se encuentra en la Figura 1, donde se muestran a los progenitores utilizados.

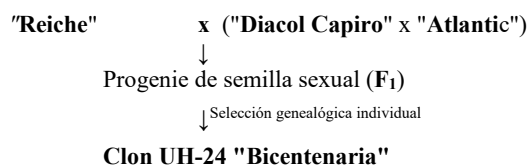


Figura 1 Genealogía de la variedad "Bicentenaria"

De una población inicial de 1 500 plántulas de semilla botánica en la F₁, se escogieron por el método de selección genealógica individual 80 genotipos que se multiplicaron clonalmente por medio de tuberculillos, y se evaluaron preliminarmente por algunos criterios de selección, como sus características morfológicas y hábito

de crecimiento. De estos, se seleccionaron 10 clones avanzados para las pruebas comparativas de rendimiento, adaptación y capacidad para fritura; dentro de este grupo de clones, se identificó al clon UH-24 (Bicentenaria) en las evaluaciones (Tabla 1).

Tabla 1. Desarrollo poblacional durante los ensayos preliminares y tamizado del material genético

Generación	Tamaño	Criterios de Selección
F1	1 500 plántulas	Selección individual de caracteres en plantas segregantes de semilla sexual.
C1 Clones selectos	80 clones	Hábito de crecimiento, características de la planta y del tubérculo.
C2 Clones élite	10 clones	Producción por planta, tipo de tubérculo, tolerancia a enfermedades y evaluación preliminar de fritura.
	1 clon Bicentenaria	Evaluación de adaptación y rendimiento en campo, capacidad para fritura.

Caracterización de la variedad Bicentenaria

Se identificaron trece caracteres que diferenciaron a la variedad "Bicentenaria" de la variedad más similar o variedad comúnmente conocida como Atlantic, los cuales se muestran en la Tabla 2. De dicha evaluación se pueden extraer las siguientes diferencias entre ambos genotipos:

(*) **Carácter - Brote:** forma. En el caso de Bicentenaria es de forma cilíndrica estrecha, mientras que en Atlantic es de forma cónica.

(*) **Carácter - Brote:** intensidad de la pigmentación antociánica de la base. En el caso de Bicentenaria es fuerte, mientras que en Atlantic es medio.

(*) **Carácter - Brote:** pubescencia de la base. En el caso de Bicentenaria es intermedia, mientras que en Atlantic es fuerte.

(*) **Carácter - Brote:** número de radículas. En el caso de Bicentenaria es alto, mientras que en Atlantic es medio.

(*) **Carácter - Tallo:** pigmentación antociánica. En el caso de Bicentenaria es débil, mientras que en Atlantic es ausente o muy débil.

(*) **Carácter - Botón floral:** pigmentación antociánica. En el caso de Bicentenaria es media, mientras que en Atlantic es elevada.

(*) **Carácter Planta:** frecuencia de flores. En el caso de Bicentenaria es elevada, mientras que en Atlantic es intermedia.

(*) **Carácter - Corola de la flor:** proporción de azul en la pigmentación antociánica de la cara interna. En el caso de Bicentenaria es ausente, mientras que en Atlantic es intermedia.

(*) **Carácter - Corola de la flor:** extensión de la pigmentación antociánica de la cara interna. En el caso de Bicentenaria es ausente, mientras que en Atlantic es intermedia.

(*) **Carácter - Planta:** época de madurez. En el caso de Bicentenaria es semi-precoz, mientras que en Atlantic es precoz.

(*) **Carácter - Tubérculo:** forma. En el caso de Bicentenaria los tubérculos son esféricos, mientras que en Atlantic son ovalados cortos.

(*) **Carácter - Tubérculo:** color de la piel. En el caso de Bicentenaria es crema, mientras que en Atlantic es amarillo-beige (Figura 2).

(*) **Carácter - Tubérculo:** color de la pulpa. En el caso de Bicentenaria es blanco, mientras que en Atlantic es blanco cremoso.



Figura 2. Tubérculos de la variedad Bicentennial (izq.), tubérculos de la variedad Atlantic (der.)

Tabla 2. Caracteres distintivos (*) de la variedad de papa "Bicentennial", respecto a la variedad "Atlantic"

No.	Características	Variedades	
		Bicentennial	Atlantic
1. (*)	Brote: forma	Cilíndrico estrecho	Cónico
2. (*)	Brote: proporción de azul en la pigmentación antocianina de la base	Fuerte	Medio
3. (*)	Brote: pubescencia de la base	Intermedia	Fuerte
4. (*)	Brote: número de radículas	Alto	Medio
5. (*)	Tallo: pigmentación antocianina	Débil	Ausente o muy débil
6. (*)	Botón floral: pigmentación antocianina	Media	Elevada
7. (*)	Planta: frecuencia de flores	Elevada	Intermedia
8. (*)	Corola de la flor: proporción de azul en la pigmentación antocianina de la cara interna	Ausente	Intermedia
9. (*)	Corola de la flor: extensión de la pigmentación antocianina de la cara interna	Ausente	Intermedia
10. (*)	Planta: época de madurez	Semiprecoz	Precoz
11. (*)	Tubérculo: forma	Esférico	Ovalado corto
12. (*)	Tubérculo: color de la pulpa	Blanco	Blanco cremosa
13. (*)	Tubérculo: color de la piel	Crema	Amarillo-beige

Producción y estabilidad fenotípica de la variedad Bicentennial

Los rendimientos de la nueva variedad Bicentennial fueron significativamente superiores a los rendimientos de las variedades comerciales Canchán y Diacol Capiro, así como del clon UH-18 en los cuatro ambientes (Tabla 3). Para el rendimiento total, el

coeficiente de variabilidad fue 11,8% y el coeficiente de determinación fue 0,95, lo cual indica que los resultados obtenidos fueron consistentes y con buen ajuste al modelo estadístico, por lo tanto, aceptables para las condiciones en las que se realizaron los ensayos; valores similares se obtuvieron para rendimiento comercial de los tubérculos (Tabla 4).

Tabla 3. Rendimiento total de tubérculos en cuatro ambientes de la región Lima

Variedad	Rdto. total, t/ha	R2	CV %
Bicentennial	43,25 ^a	0,95	11,80
Canchan	37,22 ^b		
D. Capiro	32,50 ^c		
UH-18	31,61 ^c		
Error Std.	1,07		

Medias con diferentes letras, indican significación estadística según la prueba SK 5%

Tabla 4. Rendimiento comercial de tubérculos en 4 ambientes de la región Lima

Variedad	Rdto. comerc., t/ha	R ²	%CV
Bicentenaria	40,49 ^a	0,94	14,02
UH-18	27,90 ^b		
Canchan	26,06 ^b		
D. Capiro	21,41 ^c		
Error Std.	1,02		

R², coeficiente de determinación, %CV, coeficiente de variabilidad

En el análisis de varianza combinado para variedades y ambiente (Tabla 5) se muestra que existieron diferencias significativas entre variedades y ambientes, así como para la interacción entre ambos componentes de varianza. Así mismo, en la Tabla 6 se muestran los efectos en rendimiento total de cada variedad en los ambientes evaluados a manera de visualizar esta interacción; la interacción significativa entre variedades y ambientes se

debe a que algunas variedades de papa prosperan mejor en un ambiente que otras (Vásquez et al. 2019; Márquez-Vasallo et al. 2020). En la tabla 7 se puede advertir que la respuesta de la variedad Bicentenaria mostró un coeficiente de regresión (Bi) significativamente superior a 1, de modo que obtuvo la mayor estabilidad y rendimiento de tubérculos que el resto de variedades en ambientes favorables para la producción de papa.

Tabla 5. Análisis de varianza combinado para rendimiento de tubérculos de variedades y ambientes en la región Lima

Fuentes Variación	S.Cuadr.	G.Lib.	CMedios	Fc	p>Fc	R ²	%CV
Ambientes	7507,15	3	2502,38	137,52	0,002*	0,95	11,80
Variedades	1367,52	3	455,84	25,05	0,001*		
Repeticiones	185,48	3	61,83	3,40	0,03		
Variedades/Ambientes	2343,34	9	260,37	14,31	0,002*		
Repeticiones/Ambientes	136,30	9	15,14	0,83	0,59		
Error Combinado	655,09	36	18,20				
Total	12194,87	63					

* Indica significación estadística al nivel P = 95% de confianza

Tabla 6. Rendimiento total de tubérculos (t ha⁻¹) de las variedades en 4 ambientes

Ambientes	Variedad	Rdto.Total
Palpa 2017	Bicentenaria	74,98 ^a
Palpa 2017	Canchan	55,23 ^b
Palpa 2017	UH-18	45,22 ^c
Barranca 2017	Canchan	43,72 ^c
Palpa 2017	D.Capiro	41,84 ^c
Barranca 2017	Bicentenaria	37,39 ^c
Barranca 2017	Bicentenaria	36,65 ^d
Palpa 2014	Canchan	35,80 ^d
Barranca 2017	UH-18	31,61 ^e
Aucallama 2014	D.Capiro	31,48 ^e
Aucallama 2014	Bicentenaria	30,31 ^e
Palpa 2014	D.Capiro	26,71 ^f
Barranca 2017	D.Capiro	25,22 ^f
Aucallama 2014	Canchan	24,97 ^f
Aucallama 2014	UH-18	24,80 ^f
Palpa 2014	UH-18	24,80 ^f
Error estándar		2,08

Tabla 7. Rendimiento de tubérculos (t ha⁻¹) y parámetros de estabilidad fenotípica en cuatro variedades de papa en la región Lima

Variedad	Rdto.total, t/ha	B _i	Sd _i
Canchan	37,22 ^b	1,1052 ^{ns}	0,32
D. Capiro	32,50 ^c	0,4233 ^{ns}	0,25
UH-18	31,61 ^c	0,7665 [*]	0,05
Bicentenaria	43,25 ^a	1,7045 [*]	0,11
Media	33,78		

*Valor estadísticamente significativo p<0,05. B_i mide la estabilidad fenotípica de cada variedad, Sd_i son los valores del error estándar respecto a la regresión

Tabla 8. Respuesta de la variedad Bicentenaria en comparación a cultivares comerciales en ensayos de adaptación y eficiencia realizados en la región Lima¹

Variedad	Rdto. Total	Rdto. comerc.	Nº Tubers	Nº Tallos/planta	Altura, cm	Virus ² %	Rancha ³ %	Defectos ⁴ %	Sólidos ⁵ %
Bicentenaria	43,25 ^a	40,49 ^a	8,14 ^c	3,20 ^b	49,30 ^c	3,00 ^a	0,00 ^a	8,44 ^a	18,65 ^b
Canchan	37,22 ^b	26,06 ^b	9,65 ^b	4,13 ^a	54,27 ^b	12,82 ^c	1,94 ^b	39,72 ^c	16,50 ^d
D. Capiro	32,50 ^c	21,41 ^c	11,92 ^a	3,96 ^a	62,08 ^a	14,85 ^d	4,19 ^c	11,19 ^b	18,17 ^c
UH-18	31,61 ^c	27,90 ^b	6,33 ^d	4,00 ^a	63,67 ^a	9,70 ^b	2,25 ^b	10,17 ^b	19,18 ^a
Error Std.	1.07	1.02	0.4	0.13	0.67	0.45	0.17	0.34	0.07

¹ Datos compilados de cuatro ambientes de la región Lima. ² Incidencia de plantas con virus PVX/PVY en campo, expresado en porcentaje (%). ³ Porcentaje de follaje afectado por P. infestans (%), de acuerdo a Bonierbale et al. (2010). ⁴ Porcentaje de defectos en el tubérculo ⁵ Porcentaje de sólidos solubles en el tubérculo. Medias con diferentes letras, indican significación estadística según la prueba SK, p<0,05

En la tabla 8 se resume del comportamiento agronómico de la variedad Bicentenaria en relación con los otros genotipos en los ensayos de adaptación y eficiencia. Se advierte que dicha variedad tuvo un buen rendimiento, baja incidencia de enfermedades de virus (PVY/PVX) y de follaje ocasionados por la ranca (*Phytophthora infestans*), además de una adecuada calidad para procesamiento con un bajo porcentaje de defectos en el tubérculo y adecuada materia seca, en relación a los genotipos en evaluación.

Calificación de calidad para procesamiento

En la tabla 9, se puede apreciar que el cultivar Bicentenaria presentó cualidades similares o superiores a los cultivares utilizados en el procesamiento para fritura por la industria, como son el contenido de sólidos solubles en el tubérculo (18,6%), una adecuada apariencia (score 2,0) y bajo tenor de defectos para el procesamiento de hojuelas (15,47%), en relación con las variedades estándares Diacol Capiro y Atlantic (Webb et al., 1978).

Tabla 9. Calificación de calidad para procesamiento en cuatro cultivares de papa en la región Lima

Variedades	Color Pulpa	Sólidos		Rdto t/ha	Calificación Hunter Lab.			% Defectos en hojuelas (chips)					
		% sólidos	Index		Scorel	L'	a'	b'	Externo	Interno	Verdeo	Color indeseable	%Total
Atlantic	Blanco	18,2	99	21,7	2	69,9	-6,9	22,3	2,3	16,6	0	0	18,9
Capiro	Blanco	19,5	106	31,6	2	71,7	-4,9	22,5	5,4	20,0	0	0	25,4
Bicentenaria	Blanco	18,6	101	44,0	2	71	-4,4	22,6	3,4	11,6	0,47	0	15,47
UH-18	Amarillo	18,6	101	47,2	2	66,5	-5,8	26,1	2,8	11,3	0,58	1,35	16,03

¹ Score: 1, Chips excelentes 2, Chips de buena calidad 3, Chips de calidad razonable 4, Chips con mas de 10% de color indeseable, no aceptables 5, Chips 100% quemados, no aceptables, de acuerdo a Bonierbale et al. (2010)

Discusión

Debido a su gran adaptabilidad y alto valor nutricional, la papa ha sido ampliamente adoptada en países con desafíos de seguridad alimentaria, pero se sabe poco acerca de la variación de la calidad del tubérculo para procesamiento entre cultivares y entornos de producción (Jansky et al. 2019). En el presente trabajo se halló que la variedad Bicentenaria, desarrollada mediante mejoramiento genético para fines de procesamiento, superó estadísticamente en rendimiento total y comercial a las variedades testigo Canchán, Diacol Capiro y al clon avanzado UH-18 en todos los

ambientes evaluados, y mostró una respuesta consistente en los ambientes favorables para la producción; de acuerdo con los resultados observados se interpreta que la nueva variedad se comporta mejor en entornos con las condiciones adecuadas para la producción de papa, desarrollando todo su potencial de rendimiento, tal como lo consideran Vásquez et al. (2019).

La resistencia al tizón tardío y el rendimiento de tubérculos comercializables se identifican como los criterios más importantes para la selección de una nueva variedad de papa (Gastelo et al. 2021); la nueva variedad Bicentenaria mostró baja incidencia del tizón tardío en

relación con las variedades comerciales evaluadas dentro del ámbito de la región Lima.

Independientemente del cultivar, el color de los chips después de freír fue claro sin pardeamiento enzimático, con una calificación general de 2, equivalente a hojuelas de buena calidad (Tabla 9), ya que existe correlación entre el contenido de azúcar del tubérculo y el color de los bastones y chips después de freír (Araújo et al., 2016). Asimismo, en cuanto al análisis colorimétrico de la prueba HunterLab, se observan en Bicentenario valores similares a las variedades comerciales para fritura. Según la escala de colores y los parámetros establecidos se sugiere que los bastones con un buen color para la industria cumplan con un valor 'L' por encima de 55,8 (Pereira et al. 2021).

Estos indicadores permiten determinar que la variedad Bicentenario puede utilizarse para la industria de procesamiento en frituras, en forma similar a las variedades comerciales estándar, con la ventaja de tener un mejor rendimiento y uniformidad de tubérculos que los cultivares Diacol Capiro y Atlantic, variedades de papa utilizadas para procesamiento en el Perú. La industrialización de la papa constituye una oportunidad de negocio para incrementar la oferta de papa procesada y generar valor agregado para los pequeños productores; por esa razón es importante que nuestro país cuente con variedades aptas para fritura y de esa manera abastecer a la cadena de valor de la papa para la industria (Cervantes y Quevedo, 2021).

Conclusión

El nuevo cultivar de papa Bicentenario posee alto rendimiento, estabilidad fenotípica y uniformidad en los tubérculos, que la hace adecuada para la industrialización, con cualidades similares o superiores a los cultivares utilizados en el procesamiento para fritura por la industria. Bicentenario es un cultivar con 13 caracteres distintivos, de corto período vegetativo, altos rendimientos, buena estabilidad fenotípica y atributos como sólidos solubles y tipo de tubérculo adecuados para su procesamiento como fritura en bastones y hojuelas.

Referencias

- Acquaah, G. (2007). *Principles of plant genetics and breeding*. Wiley-Blackwell Publishing.
- Aksoy, E., Demirel, U., Bakhsh, A., et al. (2021). Recent Advances in Potato (*Solanum tuberosum* L.) Breeding. In: Al-Khayri J.M., Jain S.M., Johnson D.V. (eds) *Advances in Plant Breeding Strategies: Vegetable Crops*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-66965-2_10
- Araújo, T. H., Pádua, J. G., Spoto, et al. (2016). Productivity and quality of potato cultivars for processing as shoestrings and chips. *Horticultura Brasileira*, 34(4), 554-560. <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-05362016041>
- Arcos, J. H., Mamani, H., Barreda, W. L., et al. (2020). Manual técnico: manejo integrado del cultivo de papa. Instituto Nacional de Innovación Agraria. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/1146>
- Bonierbale, M. W., Haan, S. D., Forbes, A., et al. (2010). *Procedimientos para pruebas de evaluación estandar de clones avanzados de papa: Guía para cooperadores internacionales*. Centro Internacional de la Papa.
- Bradshaw, J.E. (2021). *Potato Breeding: Theory and Practice*. Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-64414-7>
- Camadro, E. L. & Mendiburu, A. O. (1988). Utilización de germoplasma en el mejoramiento de la papa. *Revista Latinoamericana de la papa*, 1(1), 35-43.
- Cervantes, D. M. & Quevedo, J.M. (2020). The industrialization of potatoes and the socio-economic development of family farming in Lima, Peru. *Peruvian Agricultural Research*, 2(2), 41-47. <https://doi.org/10.51431/par.v2i2.640>
- De Haan, S., & Rodriguez, F. (2016). *Potato origin and production*. Advances in Potato Chemistry and Technology. Academic London, UK: Press, In J. Singh & L. Kaur (Eds.) Elsevier, 2, 1-32.
- Eberhart, S. A. & Russell, W. A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6, 26-40 <https://doi.org/10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x>
- Food and Agriculture Organization. [FAO], (2008). *Potatoes, nutrition and diet*. International Year of the Potato. <https://www.fao.org/potato-2008/en/potato/utilization.html>
- Gastelo, M., Burgos, G., Bastos, C. et al. (2021). Identification of Elite Potato Clones with Resistance to Late Blight Through Participatory Varietal Selection in Peru. *Potato Research* 64, 611-634 <https://doi.org/10.1007/s11540-021-09495-z>
- Gikundi, E. N., Sila, D. N., Orina, I. N., et al. (2021). Physico-chemical properties of selected Irish potato varieties grown in Kenya. *African Journal of*

Food Science, 15(1), 10-19. <https://doi.org/10.5897/AJFS2020.2025>

- Gutiérrez-Rosales, R. O., Espinoza-Trelles, J. A., & Bonierbale, M. (2007). Unica: variedad Peruana para mercado fresco y papa frita con tolerancia y resistencia para condiciones climáticas adversas. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 14(1), 41-50.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. [INEI] (2013). *Resultados Definitivos. IV Censo Nacional Agropecuario 2012*. INEI. Lima.
- Jansky, S., Navarre, R., & Bamberg, J. (2019). Introduction to the special issue on the nutritional value of potato. *American Journal of Potato Research* 96, 95–97 <https://doi.org/10.1007/s12230-018-09708-1>
- Lagos Burbano, T. C., Mejía España, D. F., Martínez Moncayo, C., Andrade Díaz, D., Latorre Vásquez, L. I., Trejo Escobar, D. M., et al. (2021). *Avances en el mejoramiento genético de la papa (Solanum tuberosum L.) para el sur de Colombia*. Ed. Universidad de Nariño. <https://sired.udenar.edu.co/7327/>
- Luthra, S.K. & Gupta, V.K. (2019). *Development of Potato Varieties for Processing Industries - An Overview*. National Seminar on Strategic management of production & post-harvest technologies of onion, garlic & potato for uplifting livelihood of farmers. IARI, New Delhi.
- Márquez-Vasallo, Y., Salomón-Díaz, J. L., & Acosta-Roca, R. (2020). Análisis de la interacción genotipo ambiente en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Cultivos Tropicales*, 41(1), e10. Epub 01 de marzo de 2020. Recuperado 30 de noviembre de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362020000100010&lng=es&tlng=es.
- Meza, N., Daboín, B., Moratinos, et al. (2013). Crecimiento y producción de variedades de papa en Cuencas, municipio Urdaneta del estado Trujillo, Venezuela. *Agronomía Tropical*, 63(3-4), 177-183
- Ordinola, M., Devaux, A., Bernet, T., et al. (2017). *El EPCP y la innovación de cadena de mercado de papa en el Perú. Resumen de innovación 3 de Papa Andina*. Centro Internacional de la Papa.
- Pereira, A. M., Gomes, M. D., Guimarães, et al. (2021). Suitability of donata and BRSF132 cultivar for the potato processing industry. *Food Science and Technology* <https://doi.org/10.1590/fst.65820>
- Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales [UPOV]. (2004). *Directrices para la ejecución del examen de la distinción, homogeneidad y la estabilidad, papa (Solanum tuberosum L.)*. Ginebra.
- Vásquez, V., Cabrera, H. A., Jiménez, L. A., & Colunche, A. (2019). Estabilidad del rendimiento de genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Ecología Aplicada*, 18(1), 59-65.
- Webb, R., Wilson, D., Shumaker, J., Graves, B., Henninger, M., Watts, J., Frank, J., & Murphy, H. (1978). Atlantic: a new potato variety with high solids, good processing quality, and resistance to pests. *American potato journal*, 55, 141-145. <https://doi.org/10.1007/BF02852087>
- Zúñiga, N., Gastelo, M., Bastos, C., Reyes, J., Alania, E., & Ninalaya, E. (2020). Obtaining New Potato Cultivars with Late Blight Resistance and Adapted to Climate Change Using Participatory Varietal Selection. *Journal of Agricultural Science and Technology B* 10, 17-27. <http://pgc-snia.inia.gob.pe:8080/jspui/handle/inia/1084>