

El fréjol torta o pallar

Phaseolus lunatus L.
en Ecuador



Jaime Martínez-Castillo
Eduardo Peralta Idrovo

Editores

EL FRÉJOL TORTA O PALLAR

Phaseolus lunatus L.

EN ECUADOR

EDITORES

Jaime Martínez-Castillo

Unidad de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C.
Profesor-Investigador Titular C., Yucatán, México.

Eduardo Peralta Idrovo

Investigador independiente, exinvestigador del Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. Exdocente en las Facultades de Ciencias Agrícolas y Agropecuarias: Universidad Central del Ecuador (UCE), Escuela Politécnica del Ejército (ESPE) y Universidad San Francisco de Quito (USFQ)
Quito, Ecuador.

REVISORES TÉCNICOS

Carmen Ulloa, Ph. D. (Ecuador), Doris Chalampunte, Ph. D. (Ecuador); Iván Reinoso, M. Sc. (Ecuador); Luis Santos, M. Sc. (Colombia); Luz Espinoza, Ph. D. (Perú); Nelson Mazón, M. Sc. (Ecuador); Peter Berti, Ph. D. (Canadá); Regina Ferreira, Ph. D. (Brasil); Raúl Castillo, Ph. D. (Ecuador); Rubén Andueza, Ph. D. (México); Tito Claire, M. Sc. (Bolivia).

Libro Científico-Académico

2023

EL FRÉJOL TORTA O PALLAR
Phaseolus lunatus L.
EN ECUADOR

Edición digital, 2023

Editores:

Jaime Martínez Castillo

jmartinez@cicy.mx

Eduardo Peralta Idrovo

peraltaedu55@gmail.com

ISBN: 978-9942-44-668-8

Diseño y diagramación: Imprenta **IDEAZ**

CITA:

Para citar el libro completo:

Martínez-Castillo, J., Peralta Idrovo, E. (Eds.). 2023. El fréjol torta o pallar *Phaseolus lunatus* L. en Ecuador. INIAP, CONAHCYT-CICY, RED LUNATUS. Quito, Ecuador. 133 p.

Para citar un capítulo:

Autores. 2023. Título del capítulo. Capítulo Número x. *In.*: El fréjol torta o pallar *Phaseolus lunatus* L. en Ecuador. Martínez-Castillo, J., Peralta Idrovo, E. (Eds.). INIAP, CONAHCYT-CICY, RED LUNATUS. Quito, Ecuador. pp.

No está permitida la reproducción parcial o total de esta publicación, sin el permiso previo y por escrito de los autores y editores.

Con el apoyo de:



Centro de Investigación Científica Yucatán A. C.



*A los agricultores de Imbabura que conservan
y usan la biodiversidad de las tortas en los juegos
ancestrales y en la alimentación.*

*A los agricultores de Manabí, que protegen,
cultivan y consumen haba pallar y habichuelas,
desde hace cientos de años.*

*A los agricultores ecuatorianos que atesoran y aprovechan la diversidad del
Phaseolus lunatus L. y otras leguminosas andinas y andinizadas.*





Autores

Fotografía: Eduardo Peralta Idrovo

Álvaro Monteros-Altamirano

Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina, Quito, Ecuador.

Ángel Murillo Ibay

Programa de Leguminosas y Granos Andinos, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina, Quito, Ecuador.

Carlos Nieto Cabrera

Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

Daniel Debouck

Programa de Recursos Genéticos, Alianza Bioersity y Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.

Eddie Zambrano Zambrano

Programa de Maíz, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Portoviejo, Portoviejo, Ecuador.

Eduardo Peralta Idrovo

Investigador independiente, exinvestigador del Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Exdocente en las Facultades de Ciencias Agrícolas y Agropecuarias: Universidad Central del Ecuador (UCE), Escuela Politécnica del Ejército (ESPE) y Universidad San Francisco de Quito (USFQ). Quito, Ecuador

Elena Villacrés Poveda

Departamento de Nutrición y Calidad, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina, Mejía, Ecuador.

Francisco Peralta Idrovo

Facultad de Comunicación, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

Franklin Sigcha Morales

Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina, Quito, Ecuador.



Fotografía: Eduardo Peralta Idrovo



Hernán Peralta Idrovo

Programa de Maestría en Educación, Universidad Indoamérica, Quito, Ecuador.

Jaime Martínez-Castillo

Unidad de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. México.

Javier Álvarez Murillo

Departamento de Nutrición y Calidad, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina, Mejía, Ecuador.

María Belén Quelal Tapia

Departamento de Nutrición y Calidad, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina, Mejía, Ecuador.

CONTENIDO



Fotografía: Eduardo Peralta Idrovo



Fotografía: Eduardo Peralta Idrovo

Páginas:

Capítulo 1.	El frijol lima (<i>Phaseolus lunatus</i> L.) en América: características, origen e importancia de la especie.....	16-24
Capítulo 2.	Conservación de los pallares (<i>Phaseolus lunatus</i> L.) ecuatorianos como aporte al futuro de la agricultura y la sociedad.....	26-43
Capítulo 3.	Usos alternativos del fréjol torta (<i>Phaseolus lunatus</i> L.) en Ecuador: la lúdica, los juegos y el aprendizaje.....	45-63
Capítulo 4.	Fréjol torta o pallar (<i>Phaseolus lunatus</i> L.) en Ecuador: calidad nutricional y potenciales beneficios para la salud humana.	65-86
Capítulo 5.	Cultivo, mercado y consumo del haba pallar (<i>Phaseolus lunatus</i> L.) en la provincia de Manabí.	88-106
Capítulo 6.	Uso de <i>Phaseolus lunatus</i> L. en la alimentación humana en la provincia de Manabí.	108-117
Capítulo 7.	El porotón <i>Erythrina edulis</i> (Triana), leguminosa comestible subutilizada con potencial para una agricultura sostenible.	119-133



PRÓLOGO

Cotopaxi, 5.897 m
Fotografía: Eduardo Peralta Idrovo

Ecuador es uno de los países más biodiversos de nuestro planeta. A pesar de su tamaño más bien pequeño y su forma compacta, el país queda en decimoséptimo lugar en cuanto al nivel de biodiversidad y es considerado justificadamente un “punto caliente” refiriéndose a la distribución mundial de la biodiversidad. En este país, hay 26 tipos de hábitat, cada uno con su flora característica relacionada a su altitud y el nivel de precipitación. Por lo tanto, Ecuador es el país que cuenta con el número más alto de especies vegetales por unidad de área de toda América del Sur.

Ya había observado el científico prusiano Alexander von Humboldt en su exploración de Suramérica al principio del siglo XIX la extraordinaria diversidad vegetal de la región. Según Andrea Wulf, la autora de la excelente biografía de Humboldt [“La Invención de la Naturaleza”, 2015]:

“Para Humboldt, los días que había pasado viajando desde Quito y luego subiendo al Chimborazo le parecía como un viaje botánico yendo desde el Ecuador hacia los polos, con todo el mundo vegetal extendiéndose en una aparente sucesión de capas, una encima de la otra mientras las zonas vegetales ascendían la montaña. Los grupos de plantas abarcaban desde especies tropicales al fondo de los valles hasta los líquenes cerca de la línea de nieve.”

Esta alta biodiversidad se debe a varios factores, incluyendo a la presencia simultánea a corta distancia del Océano Pacífico y sus corrientes, de la Cordillera de los Andes, de la proximidad del Ecuador, o sea un ambiente tropical, y del intercambio de especies entre Centro- y Suramérica. Aunque por mucho tiempo se pensaba que el Chimborazo (6,263 m) era el pico más alto de la Tierra, su presencia, sin embargo –y la de otros altos volcanes y picos de los Andes ecuatorianos– ilustran el extremo rango de ambientes (especialmente temperatura, precipitación, y exposición) a los cuales está sometido el mundo vegetal en Ecuador.

Como en otros países, esta biodiversidad debe considerarse un enorme recurso para el pueblo ecuatoriano. En efecto, se ha reconocido esta riqueza a nivel nacional mediante la aprobación política de una Estrategia Nacional de Biodiversidad para 2015-2030 y la creación del Instituto Nacional de Biodiversidad, INABIO, que viene a juntarse a instituciones preexistentes enfocadas a la biodiversidad, tal como el Banco de Germoplasma en la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

Bajo estas condiciones ambientales tan diversas, quizás no es sorprendente que en Ecuador también se encuentran nada menos que cuatro de las cinco especies de fréjol *Phaseolus*



Chimborazo: 6.263 m
Fotografía: Carmen Castillo Carrillo

domesticadas, incluyendo al fréjol común (*P. vulgaris* L.); el fréjol torta o pallar (*P. lunatus* L.); el fréjol popayán (*P. coccineus* L.), y (*P. dumosus* Macfadyen).

Dos de estas especies domesticadas están representadas –sorprendentemente– al nivel silvestre en Ecuador, siendo el fréjol común y el fréjol torta. Estudios en mi grupo de investigación en UC Davis han demostrado la presencia andina resulta de raros eventos de dispersión de larga distancia desde su centro de origen mesoamericano hacia varias partes de la Cordillera de los Andes.

Estos estudios tal como los presentados en este libro con énfasis en el fréjol torta nos enseñan la importancia de no solamente catalogar la biodiversidad, pero también estudiarla a fondo para estimular su conservación y uso. Los varios capítulos en este libro representan una excelente muestra de estudios tantos biológicos, nutricionales, pedagógicos, como de mercadeo y consumo de un cultivo como el fréjol torta que merece una atención más detenida especialmente como complemento o alternativa al fréjol común para el agricultor y el consumidor enfrentados al fenómeno más serio que amenaza la humanidad, el cambio climático.

Dr. Paul Gepts, Ph.D., Ing. Agr.
PROFESOR DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LAS PLANTAS
UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA DAVIS, EE. UU.



ANTECEDENTES

Fotografía: Eduardo Peralta Idrovo

El presente libro que trata esencialmente sobre el fréjol torta, pallar, haba manaba o habichuela (*Phaseolus lunatus* L.) e incluye a otra leguminosa perenne subutilizada en Ecuador, es uno de los importantes resultados o productos que se generó a partir del II Simposio Internacional sobre Frijol Lima (*P. lunatus* L.): Retos y Perspectivas ante Escenarios de Cambio Climático, celebrado en Quito, Ecuador, del 22 al 24 de junio de 2022.

Este importante evento fue organizado por el Instituto de Investigaciones en Etnociencias de la Universidad Central del Ecuador y el Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C., de México. Contó con la participación de veintiún connotados científicos e investigadores de EE. UU., México, Colombia, Brasil, Perú, Italia, Alemania y Ecuador.

Entre las innumerables reflexiones, conclusiones y recomendaciones, se planteó una muy evidente para el caso ecuatoriano, pues al ser su territorio parte de uno de los centros de origen y domesticación reconocidos de esta especie, nadie hasta la fecha, se ha interesado en investigar, escribir y publicar aspectos relacionados con el fréjol pallar o torta en lo que concierne a la disponibilidad de germoplasma; el cultivo y consumo en las provincias de la Sierra y Costa; su importancia en la alimentación; los contenidos nutricionales y anti nutricionales de las variedades cultivadas; el uso social a través de la lúdica y juegos en Imbabura; y, el potencial que tiene esta y otra especie de leguminosa subutilizada en el país.

Esta reflexión motivó a los expositores ecuatorianos, liderados por el Dr. Jaime Martínez-Castillo de México y el M. en C. Eduardo Peralta Idrovo de Ecuador para proponer la escritura de algunos capítulos que cubran este vacío de información; se estructure un libro y se publique en un formato científico-académico y de ser posible, se lo haga de manera impresa y digital. El objetivo principal es el de contar con información de buena calidad para motivar a las generaciones jóvenes a desarrollar investigaciones sobre la planta, el cultivo y trascender su importancia en la nutrición y alimentación humana, entre otros aspectos.

Es importante mencionar que a esta propuesta se sumaron reconocidos investigadores como son los doctores Daniel Debouck de Colombia (Programa de Recursos Genéticos, Alianza



Fotografía: Eduardo Peralta Idrovo

Bioversity y Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT) y Jaime Martínez, profesor – investigador del Centro de Investigación Científica de Yucatán A. C. (CICY) de México.

Se trabajaron siete capítulos. Cuatro de ellos están dedicados exclusivamente al conocimiento de la situación de esta especie en Ecuador; dos contienen información relacionada con los bancos de germoplasma en Ecuador (INIAP) y Colombia (CIAT) y la importancia y descripción del *P. lunatus*. Cierra el contenido de la obra, un capítulo complementario enfocado en otra especie de leguminosa perenne subutilizada, presente en la sierra ecuatoriana, como es el porotón (*Eritryna edulis*).

De este modo, once investigadores ecuatorianos y dos internacionales –plenos de filantropía– realizaron el mejor esfuerzo para levantar información, escribir los apartados y a través de este libro ponerlos a libre disposición de investigadores, académicos y la sociedad en general.

INTRODUCCIÓN

Fotografías: Eduardo Peralta Idrovo



En las regiones naturales o geográficas del Ecuador, es decir en la Sierra, Costa, Amazonia y Galápagos, forman parte de los sistemas de producción de la Agricultura Familiar Campesina, variedades cultivadas de cuatro de las cinco especies domesticadas de *Phaseolus*.

En estos territorios, desde el nivel del mar hasta los 3.000 m de altura, se encuentran en orden de importancia económica, social y ecológica el fréjol común de tipo arbustivo y trepador (*Phaseolus vulgaris* L.); el fréjol torta o pallar (*Phaseolus lunatus* L.); y el fréjol popayán (*Phaseolus coccineus* L. y *Phaseolus dumosus* Macfadyn).

La especie que más interés económico y social concitó en Ecuador a través del tiempo fue el fréjol común, al ser parte de proyectos y programas oficiales de investigación y desarrollo, por aproximadamente seis décadas, hasta el presente. Esto no ocurrió con las demás especies de leguminosas nativas o americanas y con otras introducidas semejantes, de tipo perenne que están en las chakras de los agricultores y son parte de su seguridad alimentaria.

Una de estas especies olvidadas es el fréjol torta o pallar, que en la sierra ecuatoriana fue cultivado y conservado de manera ancestral y, es más, los científicos sostienen con evidencias de calidad, que fue domesticado en esta región de los Andes, vía selección. Sus antecesores silvestres y las formas cultivadas de granos muy grandes y multicolores fueron colectadas en este territorio. Las semillas de las variedades conservadas siguen siendo parte del juego y la lúdica, principalmente en la provincia de Imbabura.

En la costa ecuatoriana, sobresale la provincia de Manabí, en donde los pallares, haba manaba o habichuelas, como se nombra a esta especie –todas de grano de color blanco– desde tiempos de la conquista española, fueron utilizadas como cultivo y alimento en el campo, pueblos y ciudades. La frecuencia significativa de consumo actual en la alimentación urbana y rural hace evidente la importancia de esta leguminosa nativa en esta provincia y sus alrededores.

Algunos historiadores, cronistas y más tarde etnobotánicos, mencionaron en sus publicaciones la presencia y la importancia de esta especie en las tres regiones de Ecuador; sin embargo, de este nivel, no trascendió.

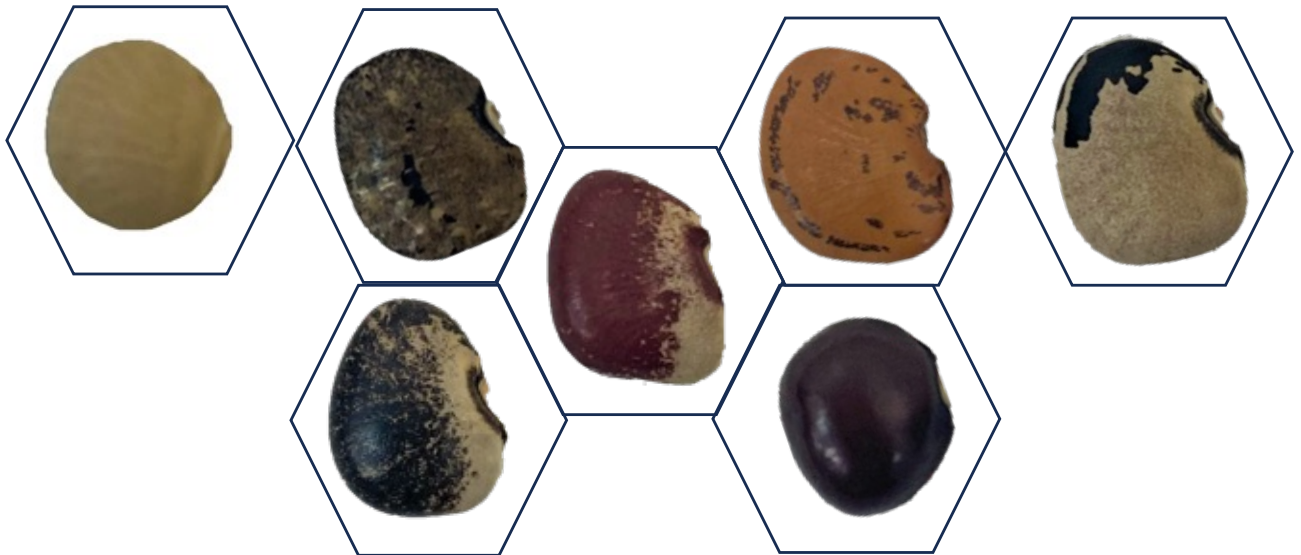
Los nuevos escenarios a los que está expuesta la agricultura y la alimentación a nivel global, frente a los embates cada vez más evidentes de la variación climática debido al cambio de éste en el planeta, ha hecho que los científicos en muchos países del mundo hayan puesto un enorme interés en el fréjol torta. Para esto, vienen realizando estudios de genómica, eco fisiología y en otros campos de la ciencia, percibiendo en la especie el gran potencial que ofrece para la lucha contra los efectos antes mencionados; y, en el caso ecuatoriano por la posibilidad de cultivar y producir desde el nivel del mar, escalando hasta los 3.000 m en la parte andina y descendiendo hasta los 400 m en la región amazónica.

Se consideró pertinente agregar a esta temática, un capítulo complementario que considera a una especie de leguminosa perenne subutilizada, el porotón (*Erythrina edulis*) que está presente en los sistemas de producción de la Sierra ecuatoriana, y que amerita atención científica y técnica por las significativas potencialidades para el cultivo y la alimentación que presenta.



CAPÍTULO I

Fotografías: Eduardo Peralta Idrovo



El frijol lima (*Phaseolus lunatus* L.) en América: características, origen e importancia de la especie.

Jaime Martínez-Castillo¹

¹Profesor-Investigador Titular C, Unidad de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. México; jmartinez@cicy.mx

Resumen

El término frijol es usado en diferentes especies de leguminosas cuyo consumo es principalmente como grano seco; pero, taxonómicamente hablando, los auténticos frijoles pertenecen solo al género *Phaseolus*. Existen cinco especies domesticadas de frijol las cuales, como grupo, representan la legumbre de grano más importante en la dieta del hombre en el mundo. En este capítulo hablaremos de *P. lunatus*, la segunda especie de frijol más importante en el mundo. Esta especie es conocida comúnmente como frijol lima (o lima bean, en inglés) pero, debido a su amplia distribución geográfica y a que es cultivada por diferentes grupos étnicos, recibe un gran número de nombres locales, entre estos: ibe, ixtapacal, torta y pallar. Recientemente, esta especie ha adquirido mayor atención como resultado de los riesgos de producción de grano de frijol derivados del cambio climático y por su base genética amplia, la cual podría ser usada en programas de mejoramiento.

Palabras clave: culti-grupos, variedades botánicas, acervos genéticos, domesticación, clasificación tradicional.

Abstract

The term bean is used in different species of legumes whose consumption is mainly as a dry grain; but, taxonomically speaking, the true beans belong only to the genus *Phaseolus*. There are five domesticated species of bean which, as a group, represent the most important grain legume in the human diet in the world. In this chapter we will talk about *P. lunatus*, the second most important bean species in the world. This species is commonly known as lima bean but due to its wide geographic distribution and its cultivation by different ethnic groups, it receives a large number of local names, including: ibe, ixtapacal, torta and pallar. Recently, this species has gained more attention as a result of the risks to bean grain production derived from climate change and because of its broad genetic base, which could be used in breeding programs.

Keywords: cultigroups, botanical varieties, gene pools, domestication, traditional classification.

Introducción

El término frijol (en el español de México) o fréjol (en el español de algunos países de Sur América) es usado para nombrar a diferentes especies cuyo consumo se da, principalmente, en forma de grano seco; sin embargo, taxonómicamente hablando, las auténticas especies de frijol pertenecen solamente al género *Phaseolus*, el cual forma parte de la familia de las leguminosas (Fabaceae). *Phaseolus* es originario del continente americano y comprende más de 70 especies, de las cuales cinco han sido domesticadas por el hombre y cuyos nombres científicos son: *P. vulgaris* L., *P. lunatus* L., *P. coccineus* L., *P. acutifolius* Gary y *P. polyantus* Greem (Delgado-Salinas et al. 2006). Cada una de estas especies domesticadas posee una gran riqueza de formas cultivadas (clasificadas como variedades criollas y/o nativas) que ha generado una gama de diferentes nombres locales, según el área geográfica y los grupos étnicos implicados. Los frijoles (en particular las especies domesticadas) son un grupo de plantas económica, social y culturalmente importante en América, así como en otras regiones del mundo en donde estos son cultivados. Por ejemplo, las especies domesticadas de frijol, en conjunto, representan la legumbre de grano más importante en la dieta del hombre a nivel mundial (Bitocchi et al. 2015); cabe señalar que esta importancia se basa más en el frijol común o poroto (*P. vulgaris*), especie de la cual depende actualmente la producción mundial de grano de frijol.

En este capítulo hablaremos de *P. lunatus*, la segunda especie de frijol más importante en el mundo (solo después del frijol común) y a la cual llamaremos desde este momento como frijol lima, uno de los nombres comunes más usado en el mundo. En la última década, el estudio del frijol lima ha adquirido más relevancia a nivel mundial; en parte, este interés es el resultado de una preocupación cada vez mayor por tener una seguridad alimentaria ante la generación de problemas de producción de grano de frijol derivados del cambio climático y por qué el frijol lima posee un rango de adaptaciones ecológicas mayor al observado en *P. vulgaris* (Gama-López y Delgado-Salinas, 2015), lo cual sugiere la existencia de una base genética más amplia que puede ser aprovechada para el desarrollo de programas de mejoramiento genético de la especie.

Características de la especie

El frijol lima es una especie auto-compatible con un sistema de reproducción mixto: predominantemente autógama (Webster et al. 1979), pero que puede alcanzar tasas altas de entrecruzamiento (Baudoin et al. 1998; Zoro Bi et al. 2005; Penha et al. 2016). En poblaciones silvestres, el movimiento de polen y semillas por lo general no supera los 6 m (Hardy et al. 1997), lo que favorece bajos niveles de flujo genético y altos niveles de estructuración genética en relativamente escalas espaciales pequeñas (Ouédraogo y Baudoin, 2002; Martínez-Castillo et al. 2007; Heredia-Pech et al. 2022); también, estas poblaciones muestran una dinámica metapoblacional caracterizada por procesos de extinción-recolonización favorecidos por la formación de bancos de semillas con una viabilidad de hasta tres años (Degreef et al. 2002; Barrantes et al. 2008).

De acuerdo con Baudet (1977), el frijol lima está conformado por dos variedades botánicas: 1) *P. lunatus* var. *lunatus*, la cual comprende a todas las formas cultivadas, independientemente de que estas sean variedades nativas, criollas o mejoradas; 2) *P. lunatus* var. *silvester*, la cual incluye a las poblaciones silvestres y arvenses que crecen en su hábitat natural o en

hábitats derivados de actividades humanas. Baudet (1977) también señala la existencia de tres culti-grupos dentro de la variedad *lunatus* (Fig. 1): 1) “Gran Lima”, con semillas grandes y de formas aplanadas, con distribución en Sur América, principalmente en países andinos como Perú y Ecuador; 2) “Sieva”, con semillas de tamaño intermedio y de forma aplanada-arriñonada con distribución, principalmente, en el Sureste de Estados Unidos, México y Centroamérica; y 3) “Papa”, con semillas pequeñas y de forma esférica-elíptica con distribución, principalmente, en México y el Caribe. Un dato interesante es que en Brasil podemos encontrar a estos tres culti-grupos (observaciones personales). Al respecto de esta clasificación infra-específica, cabe señalar que existe una gran variedad de semillas con tamaños y formas intermedias que no siempre permite clasificarlas dentro de uno de los tres grupos propuestos por Baudet, por lo que algunos expertos recomiendan no usar esta clasificación en culti-grupos.



Figura 1. Ejemplos de semillas pertenecientes a los tres culti-grupos de frijol lima propuestos por Baudet (1977): a) semilla silvestre mesoamericana; b) culti-grupo Papa; c) culti-grupo Sieva; d) culti-grupo Gran Lima. cm, centímetros. Fotografía: J. Martínez-Castillo, 2023.

Origen y domesticación

El origen geográfico del frijol lima está en Sur América (Serrano-Serrano et al. 2010), pero actualmente la especie posee una amplia distribución geográfica en todo el continente americano y su cultivo se ha extendido a otras regiones del planeta, como algunos países de Europa, África y Asia. Para su distribución natural, aun cuando los registros históricos indican su presencia en condiciones naturales desde Carolina del Norte, Delaware y California en Estados Unidos de América (Carter 1949; Baudoin 1989; Kaplan y Kaplan 1992) hasta la región de Arica en Chile y Misiones en Argentina (Bird y Rivera 1988; Burkart 1943), actualmente se considera que la diversidad genética del frijol lima está organizada en tres grandes grupos (acervos genéticos) principales, los tres conteniendo tanto poblaciones silvestres como domesticadas: a) Mesoamericano I (MI), con una distribución que abarca del Istmo de Tehuantepec hacia el norte de México y sureste de Estados Unidos,

b) Mesoamericano II (MII), con una distribución que abarca desde el sur de México hasta el norte de Argentina, particularmente en los países de la porción oriental de América y, c) Andino I (AI), con una distribución en Sur América, particularmente en los países presentes en la porción occidental del continente (Martínez-Castillo et al. 2014; Andueza-Noh et al. 2016; Chacón-Sánchez y Martínez-Castillo 2017). Hay algunas evidencias de un cuarto grupo, Andino II (AII), con una distribución en el norte de Colombia y cuya existencia debe aún ser confirmada (Chacón-Sánchez y Martínez-Castillo 2017; García et al. 2021).

Sobre la formación de la estructura filogeográfica en el frijol lima señalada en el párrafo anterior, Serrano-Serrano et al. (2010) reportan que: 1) la separación del frijol lima silvestre de las especies afines andinas ocurrió durante el Pleistoceno (1.00063 ± 0.08286 millones de años antes del presente –AP–); 2) la edad estimada para el antepasado común más reciente del acervo genético AI y el acervo genético M (MI+MII) es de al menos $0,5010 \pm 0,02611$ millones de años AP; y 3) la divergencia entre los grupos MI y MII es más reciente (0.41349 ± 0.02716 millones de años AP). Estos autores señalan que estos tres grandes acervos genéticos podrían haber evolucionado y alcanzado su distribución geográfica actual principalmente por aislamiento geográfico.

Sobre la domesticación del frijol lima, evidencias generadas de diversas fuentes de información indican la existencia de dos eventos de domesticación independientes en tiempo y espacio. Con respecto al registro arqueológico, las evidencias más remotas datan de hace 5,600 años para Chilca en Lima y de 3, 500 años para Guitarrero en Ancash, ambos sitios ubicados en Perú; para México, las evidencias más remotas se remontan a 1, 300 años para Dzibilchaltun en Yucatán y a 520 años para Río Zape en Durango; mientras que en Estados Unidos de América, existen evidencias en Valle Verde en Arizona, con una antigüedad de 700 años (Kaplan 1965; Bird y Rivera 1988; Piperno y Pearsall 1998; Kaplan y Lynch 1999). Cabe señalar que todas estas cifras son en años AP (el cual se toma a partir de 1950) y son datos no calibrados, por lo que su precisión puede ser no muy exacta. Por su parte, diferente evidencia molecular obtenida de ADN de cloroplasto y núcleo indican la domesticación del frijol lima en dos áreas de América: 1) los valles inter-andinos ubicados entre Ecuador y Perú, en donde se domesticó el grupo AI y; 2) el centro-occidente de México, en donde se domesticó el grupo MI (Serrano-Serrano et al. 2012; Andueza-Noh et al. 2013; Chacón-Sánchez y Martínez-Castillo 2017). Es interesante señalar que, en el caso de México, si la domesticación del frijol lima se dio en el centro-occidente de este país, entonces podemos considerar que su domesticación en Mesoamérica es más remota que el registro más antiguo encontrado en Dzibilchaltun (1, 300 años AP), sitio arqueológico ubicado en el extremo sureste de México.

Clasificación tradicional (folk)

El frijol lima existe en casi toda América por lo que, dependiendo de la región y de los grupos humanos que lo cultivan, recibe diferentes nombres. Por mencionar solo algunos ejemplos: en México le llaman *ib* o *ibe* (área Maya), *comba* (estado de Guerrero), *pataxtle* o *patashete* (estado de Veracruz); en Guatemala le nombran *ixtapacal* (área Maya); en Honduras le llaman *juruna* o *furuna*; en Ecuador recibe el nombre *torta*, *pallar*, *haba pallar* y *habichuela*; en Brasil le nombran *fava* (Ballesteros 1999; Martínez-Castillo et al. 2004; Chacón-Sánchez et al. 2012). Es importante señalar que en muchas regiones de América en donde el frijol lima es cultivado, existe una gran variedad de formas, tamaños y colores

de semillas, por lo que los campesinos reconocen diferentes variedades nativas y/o criollas a las que les dan nombres específicos. Un ejemplo de esto lo reporta Martínez-Castillo et al. (2004) para la agricultura tradicional de las Tierras Bajas Mayas de México, en donde los campesinos reconocen más de 25 variedades de frijol lima tomando en cuenta tres criterios de clasificación: forma de la semilla, patrón de coloración de la semilla, tiempo a la obtención de grano; ejemplos del manejo de estos criterios son las siguientes variedades: *Uolis-ib* (ib redondo), *Box-ib* (ib negro), *Mejen-ib* (ib que da semilla rápido -ciclo corto-), *chak-mejen ib* (ib rojo de ciclo corto), *sac-uolis ib* (ib blanco redondo). En otros países de América con una gran riqueza cultural, como Ecuador y Perú, es seguro que sus diferentes grupos étnicos asignan también diferentes nombres en su idioma a sus variedades nativas, según las características particulares de estas. Es importante conocer y entender esta clasificación tradicional para tener un primer acercamiento a la diversidad genética de nuestras especies domesticadas, ya que su domesticación fue realizada por nuestros pueblos originarios, siendo ellos los que mejor conocen a sus variedades nativas.

Importancia

En algunas regiones de Ecuador y otros países andinos, el frijol lima posee una importancia cultural que se ve reflejada en su uso en juegos tradicionales, donde la semilla de frijol lima es parte fundamental del juego; desafortunadamente, esos juegos están en riesgo de desaparecer y, junto con ellos, la riqueza de semillas de frijol lima (Peralta et al. 2019). Sin embargo, para la gran mayoría de los países de América en donde se cultiva el frijol lima, la mayor importancia es que este forma parte de los sistemas de agricultura tradicional, por lo que su cultivo es principalmente para autoconsumo. Por ejemplo, en la península de Yucatán, la cual abarca el área conocida como las Tierras Bajas Mayas, el frijol lima representa la cuarta especie más importante en la agricultura tradicional de esta región de México (la milpa maya); su venta es más restringida al interior de las comunidades y solo algunas variedades nativas (normalmente con granos de testa blanca) llegan a venderse en pueblos o ciudades cercanas a las áreas de producción (Martínez-Castillo et al. 2004).

En algunos países, la importancia económica del frijol lima ha alcanzado niveles comerciales. Estados Unidos de América es un ejemplo claro de la importancia comercial que puede adquirir el cultivo del frijol lima; en el estado de Delaware es la leguminosa más cultivada, principalmente, para su procesamiento como grano verde. Otras áreas importantes de producción de frijol lima como grano verde son la región del Atlántico medio de los Estados Unidos, el noroeste del Pacífico y el estado de Nueva York; el frijol lima también se siembra en California y otras áreas del oeste de Estados Unidos para uso como grano seco (<http://www.hort.cornell.edu/expo/proceedings/2014/Processing/Lima%20Bean%20Production%20Johnson.pdf>). Para 2022, Estados Unidos reportó una producción de frijol lima de 0.128 millones de quintales (aproximadamente 12,800 toneladas) (<https://www.nass.usda.gov/Charts and Maps/Dry Beans, Dry Peas, and Lentils/lima.php>).

De acuerdo con la información aportada al autor por diversos investigadores que trabajan con frijol lima en América Latina, en algunos países esta especie también está adquiriendo cada vez mayor importancia económica. Por ejemplo, en Perú se exporta a Japón una variedad del culti-grupo Big Lima desde la región de Ica (variedad pallar de Ica, la cual tiene denominación de origen) y desde la región de Lambayaque se exporta una variedad del culti-grupo Sieva (baby sieva); el precio en chacra (venta *in situ*) del pallar de Ica está en 8 soles

(casi 2 dólares estadounidenses) y el baby sieva, cuya producción es más escasa, alcanza los 5 soles (casi 1.5 dólares estadounidenses). En Brasil, cada vez más campesinos siembran monocultivos de frijol lima con fines comerciales; en el estado de Piauí, un kilogramo de frijol lima llega a costar más de 13 reales (más de 2.5 dólares estadounidenses). En México, aun cuando la importancia comercial del frijol lima es principalmente a una escala local, en algunas ciudades de la península de Yucatán un kilogramo de la variedad conocida como sac-ib puede llegar a costar hasta 100 pesos (casi 5 dólares estadounidenses). Es importante señalar que los precios para el frijol lima reportados en diferentes países de América son muy superiores a los alcanzados por el frijol común (*P. vulgaris*), por lo que su venta implica un beneficio para los productores que lo cultivan.

A modo de reflexión

El cambio climático impactará fuertemente en la diversidad intraespecífica de las especies cultivadas; dos posibles consecuencias de esto son la disminución de la productividad y el aumento de las pérdidas postcosecha (Burgarella et al., 2019); desafortunadamente, los escenarios climáticos futuros prevén un aumento de la temperatura y la variabilidad de las precipitaciones, lo que puede traer consecuencias graves para la producción de alimentos a nivel mundial (IPCC, 2014). Antes que el destino nos alcance, desde nuestras respectivas trincheras debemos aportar soluciones a futuros problemas de desabasto de alimentos. Actualmente, un grupo de expertos en frijol lima hemos creado la “Red Internacional Frijol Lima” (<https://www.cicy.mx/sitios/red-internacional-frijol-lima>) con el fin de aportar conocimiento científico que ayude a que esta especie sea una alternativa real para la producción de grano de frijol y así apoyar a la seguridad alimentaria de los países en donde esta especie se cultiva. El presente libro es otro ejemplo de este esfuerzo de dar a conocer al frijol lima a la sociedad en un país como Ecuador en el cual, a pesar de ser parte del centro de domesticación del grupo AI y poseer una gran riqueza de variedades nativas, es consumido regularmente solo en algunas regiones de la costa ecuatoriana.

Referencias

- Andueza-Noh RH, Serrano-Serrano ML, Chacón-Sánchez MI, del Pino IS, Camacho-Pérez L, Coello-Coello J, Mijangos-Cortes JO, Debouck DG, Martínez-Castillo J. 2013. Multiple domestications of the Mesoamerican gene pool of lima bean (*Phaseolus lunatus* L.): evidence from chloroplast DNA sequences. *Genetic Resources and Crop Evolution* 60: 1069–1086.
- Andueza-Noh R.H, Camacho-Pérez L, Martínez-Castillo J, May-Pat F. 2016. Distribución geográfica de los parientes silvestres del acervo genético Mesoamericano del frijol Lima (*Phaseolus lunatus* L.) en México. *Polibotánica* 41: 101-113
- Barrantes D, Macaya G, Guarino L, Baudoin JP, Rocha OJ. 2008. The impact of local extinction on genetic structure of wild populations of Lima beans (*Phaseolus lunatus*) in the Central Valley of Costa Rica: consequences for the conservation of plant genetic resources. *Revista de Biología Tropical* 56(3):1023–1041
- Baudet JC. 1977. The taxonomic status of the cultivated types of Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.). *Tropical Grain Legume Bulletin* 7:29–30.

- Baudoin JP, Degreef J, Hardy O, Janart F, Zoro Bi I. 1998. Development of an in-situ conservation strategy for wild lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) populations in the central valley of Costa Rica. In: *Reproduction biology*. Kew: Royal Botanic Garden Press.
- Baudoin JP. 1989. L'amélioration de *Phaseolus lunatus* L. en zones tropicales. 2. Ecologie et physiologie. *Bulletin des Recherches Agronomique de Gembloux* 24: 5–32.
- Bird J, Rivera MA. 1988. Excavaciones en el Norte de Chile. Arica, Chile: Ediciones Universidad de Tarapacá.
- Bitocchi E, Rau D, Bellucci E, Rodriguez M et al. 2017. Beans (*Phaseolus* spp.) as a Model for Understanding Crop Evolution. *Frontier in Plant Science* 8:722.
- Burgarella C, Barnaud A, Kane NA, Jankowski F, Scarcelli N, Billot C, Vigouroux Y, Berthouly-Salazar C. 2019. Adaptive introgression: an untapped evolutionary mechanism for crop adaptation. *Frontiers in Plant Science* 10:4.
- Burkart A. 1943. *Las Leguminosas Argentinas Silvestres y Cultivadas*. Buenos Aires, Argentina: Acme Agency.
- Carter GF. 1949. An early American description probably referring to *Phaseolus lunatus*. *Chronica Botanica* 12: 155–60.
- Degreef J, Rocha OJ, Vanderborcht T, Baudoin JP. 2002. Soil seed bank and seed dormancy in wild populations of Lima bean (Fabaceae): considerations for in situ and ex situ conservation. *American Journal of Botany* 89:1644–1650.
- Delgado-Salinas A.; R. Bibler R, Lavin M. 2006. “Phylogeny of the genus *Phaseolus* (Leguminosae): a recent diversification in an ancient landscape”. *Systematic Botany* 31: 779-791.
- Delgado-Salinas A, Gama-López S. 2015. Diversidad y distribución de los frijoles silvestres en México. *Revista Digital Universitaria*. Available at <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num2/art10/index.html> (accessed on 18 September 2020).
- García T, Duitama J, Zullo SS, Gil J, Ariani A, Dohle S, Palkovic A, Skeen P, Bermudez-Santana CI, Debouck DG, Martínez-Castillo J, Gepts P, Chacón-Sánchez MI. 2021. Comprehensive genomic resources related to domestication and crop improvement traits in Lima bean. *Nature Communications* 12:702
- Chacón-Sánchez M. I, Motta-Aldana JR, Serrano-Serrano ML, Debouck DG. 2012. Domestication of Lima Beans: A New Look at an-Old Problem. En: *Biodiversity in Agriculture: Domestication, Evolution, and Sustainability*. P. Gepts, T.R. Famula, R.L. Bettinger et al. (eds). Cambridge University Press. USA.
- Chacón-Sánchez MI, Martínez-Castillo J. 2017. Testing domestication scenarios of Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) in Mesoamerica: insights from genome wide genetic markers. *Frontiers in Plant Science* 8:1551–1551

- Hardy O, Dubois S, Zoro Bi I, Baudoin JP. 1997. Gene dispersal and its consequences on the genetic structure of wild populations of lima bean (*Phaseolus lunatus*) in Costa Rica. *Plant Genetic Resources* 109:1–6.
- Mauricio Heredia-Pech M, Chávez-Pesqueira M, Ortiz-García MM, Andueza-Noh RH, Chacón-Sánchez MI, Martínez-Castillo J. Consequences of introgression and gene flow on the genetic structure and diversity of Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) in its Mesoamerican diversity area. 2022. *PeerJ* 10: e13690 <http://doi.org/10.7717/peerj.13690>.
- IPCC. 2014. Summary of Policymakers. In: Field CB, Barros VR, Dokken DJ, Mach KJ, Mastrandrea MD, Bilir TE, Chatterjee M, Ebi KL, Estrada YO, Genova RC, Girma B, Kissel ES, Levy AN, MacCracken S, Mastrandrea PR, White LL, eds. *Climate Change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: global and sectoral aspects. Contribution of working group II to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge University Press.
- Kaplan L. 1965. Archaeology and domestication in American *Phaseolus* (beans). *Economic Botany* 19: 358–68.
- Kaplan L, Kaplan LN. 1988. *Phaseolus* in archaeology. In: Genetic resources of *Phaseolus* beans. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Kaplan L, Kaplan LN. 1992. Beans of the Americas. Pp. 61–79. In: *Chilies to Chocolate: Food the Americas Gave the World*. N Foster and LS Cordell (eds.). The University of Arizona Press. Tucson, Arizona, USA.
- Kaplan L, Lynch TF. 1999. *Phaseolus* (Fabaceae) in archaeology: AMS radiocarbon dates and their significance. for pre-Colombian agriculture. *Economic Botany* 53: 261–72.
- Martínez-Castillo J, Zizumbo-Villarreal D, Perales-Rivera H, Colunga-GarcíaMarín P. 2004. Intraspecific diversity and morpho-phenological variation in *Phaseolus lunatus* L. from the Yucatan Peninsula, México. *Economic Botany* 58(3):354–380.
- Martínez-Castillo J, Zizumbo-Villarreal D, Gepts P, Colunga-GarcíaMarín P. 2007. Gene flow and genetic structure in the wild–weedy–domesticated complex of *Phaseolus lunatus* L. in its Mesoamerican center of domestication and diversity. *Crop Science* 47:58–66.
- Martínez-Castillo J., Camacho-Pérez L., Villanueva-Viramontes S., Andueza-Noh RH, Chacón-Sánchez MI. 2014. Genetic structure within the Mesoamerican gene pool of wild *Phaseolus lunatus* (Fabaceae) from Mexico as revealed by microsatellite markers: implications for conservation and the domestication of the species. *American Journal of Botany* 101:851–864.
- Martínez-Castillo J., Peralta-Idrovo E., Peralta-Idrovo F., Peralta-Idrovo H., León-Cadena A. 2022. El papel del juego en la domesticación de plantas. *Desde El Herbario CICY* 14: 168–173.

- Ouédraogo M, Baudoin JP. 2002. Comparative analysis of genetic structure and diversity in wild lima bean populations from the Central Valley of Costa Rica, using microsatellite and isozyme markers. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative* 45:240–241.
- Penha JS, Lopes ACA, Gomes RLF, Pinheiro JB, Assuncao Filho JR, Silvestre EA, Viana JPG, Martínez-Castillo J. 2016. Estimation of natural outcrossing rate and genetic diversity in Lima bean (*Phaseolus lunatus* L. var. *lunatus*) from Brazil using SSR markers: implications for conservation and breeding. *Genetic Resources and Crop Evolution*. Doi: 10.1007/s10722-016-0441-9.
- Peralta E, Peralta F, Peralta H. 2019. *Lúdica y juegos con el frijol en Ecuador, Perú y Bolivia*. Letra Sabia Servicios Editoriales. Quito, Ecuador. 216 pp.
- Piperno DR, Pearsall DM. 1998. *The Origins of Agriculture in the Lowland Neotropics*. San Diego, CA: Academic Press.
- Serrano-Serrano ML, Hernández-Torres J, Castillo-Villamizar G, Debouck DG, Chacón-Sánchez MI. 2010. Gene pools in wild Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) from the Americas: evidence for an Andean origin and past migrations. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 54: 76–87.
- Serrano-Serrano ML, Andueza-Noh RH, Martínez-Castillo J, Debouck DG, Chacón-Sánchez MI. 2012. Evolution and domestication of Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) in Mexico: evidence from ribosomal DNA. *Crop Science* 52:1698–1712.
- Webster B, Lynch S, Tucker C. 1979. A morphological study of the development of reproductive structures of *Phaseolus lunatus* L. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 104:240–243.
- Zoro Bi I, Maquet A, Baudoin JP. 2005. Mating system of wild *Phaseolus lunatus* L. and its relationships with population size. *Heredity* 94:153–158.



CAPÍTULO II

Fotografías: Eduardo Peralta Idrovo



Conservación de los pallares o “tortas” (*Phaseolus lunatus* L.) ecuatorianos como aporte al futuro de la agricultura y la sociedad.

Ángel Murillo¹, Álvaro R. Monteros-Altamirano²,
Franklin A. Sigcha² y Daniel G. Debouck³

¹Programa de Leguminosas y Granos Andinos, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador; angel.murillo@iniap.gob.ec

²Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador; alvaro.monteros@iniap.gob.ec; franklin.sigcha@iniap.gob.ec

³Programa de Recursos Genéticos, Alianza Bioersity y Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia; d.debouck@cgiar.org

Resumen

Las exploraciones de germoplasma en la vertiente occidental y en los valles centrales de los Andes ecuatorianos, así como el estudio de las colecciones de germoplasma del INIAP y del CIAT, han sido clave para demostrar la doble domesticación independiente del fríjol Lima. Es un ejemplo adicional de los beneficios generados por la conservación *ex situ*, cuando la erosión genética afecta a las variedades tradicionales por las preferencias del mercado, así como a los parientes silvestres debido a los cambios en el uso de la tierra (especialmente la urbanización de los paisajes). En la actualidad, el banco de germoplasma del INIAP conserva 193 variedades tradicionales de fríjol Lima, mientras que el del CIAT conserva 133 variedades tradicionales y 21 poblaciones silvestres, todas de origen ecuatoriano. Gracias a estos esfuerzos, los bancos de germoplasma del INIAP y del CIAT pueden contribuir a programas de mejoramiento para nuevas variedades de fríjol Lima de semillas grandes (conocidas como *tortas* o *pallares*), o pueden mejorar la nutrición y la seguridad alimentaria de pequeños agricultores en el Ecuador u otras regiones calientes del mundo.

Palabras clave: bancos de germoplasma, mejoramiento genético, variedades tradicionales, parientes silvestres, distribución de beneficios.

Abstract

Germplasm explorations on the western slope and the central valleys of the Ecuadorean Andes and the study of germplasm collections of INIAP and CIAT have been key for the demonstration of the double independent domestication of Lima bean. This is one more example of the benefits generated by *ex situ* conservation, while genetic erosion continues to affect Lima bean landraces because of market preferences and wild relatives due to

changes in land use (namely urbanization of landscapes). Currently, the genebank of INIAP keeps 193 landraces of Lima bean, while that of CIAT keeps 133 landraces and 21 wild populations, all of Ecuadorean origin. In this context, the INIAP and CIAT genebanks can contribute to breeding programs to develop new varieties of large-seeded Lima beans (named *tortas* or *pallares*) or to help improve nutrition and food security for small farmers in Ecuador or other warm regions of the world.

Keywords: genebanks, plant breeding, landraces, crop wild relatives, benefit sharing.

Introducción

Phaseolus lunatus L. más conocido como fréjol Lima, haba pallar o tortas en Ecuador, es una de las cinco especies domesticadas del género *Phaseolus* (Debouck y Smartt 1995) y es la segunda especie de mayor distribución, superficie cultivada y consumo del género *Phaseolus* en el mundo (Davidson 2006; Albala 2007). Como una leguminosa, constituye una rica fuente de proteínas, carbohidratos, hierro, calcio, fibra, y se distingue por tener bajo contenido de grasas (Duke 1981; Benshimol et al. 1985). En 1950 Carl Ortwin Sauer observaba con razón que la arquitectura genética de *P. lunatus* aún estaba poco conocida, mientras que este cultivo tenía amplia distribución y aceptación en la América tropical, inclusive mayor a la del fréjol común (*P. vulgaris* L.). Muchos trabajos iban repitiendo el esquema de domesticación propuesto por William Wylie Mackie (1943): origen del cultivo en Guatemala (por las formas silvestres encontradas allí por Paul Carpenter Standley, entre otros), y migración del cultivo hacia la zona andina, junto con una selección de las semillas hacia un tamaño mayor. Lo que cambió este esquema, fue el descubrimiento de formas silvestres en la vertiente Pacífica de los Andes peruanos del norte (Debouck et al. 1987). Este descubrimiento se amplió luego a los Andes ecuatorianos, igualmente en la vertiente Pacífica (Debouck et al. 1989) (Figura 1).

La sospecha que se había tenido por muchos años de una doble domesticación independiente en este cultivo (Heiser 1965; Kaplan 1965; Estrella 1988) por fin tenía en los silvestres ecuatorianos y peruanos una base biológica para su aclaración (Figura 1). Gracias a marcadores moleculares neutrales frente a las selecciones de la domesticación, se pudo comprobar que, efectivamente, en *P. lunatus* hubo una doble domesticación independiente a partir de poblaciones silvestres locales ya en tiempos precolombinos (Gutiérrez-Salgado et al. 1995; Motta-Aldana et al. 2010).

Si las poblaciones silvestres no han cambiado de posición geográfica, debido a la propia herencia de los marcadores moleculares, sobre todo cuando están ligados al ADN de los plastos (de herencia maternal en *Phaseolus*: Corriveau y Coleman 1988, y lento nivel de recombinaciones: Dowling et al. 1996), se puede asociar los primeros pasos de la domesticación con la ubicación actual de estos silvestres. ¿Es este supuesto cierto? Parece que depende de los tiempos considerados: en los últimos milenios, por variaciones de temperatura en los Andes, la posición de los cultivos y sus parientes silvestres relacionados sólo habría fluctuado en altitud (Cardich 1985). Pero a escala de tiempos geológicos (desde el fin del Terciario) *P. lunatus* en formación y en estado silvestre fue un migrante importante desde la zona nuclear del género en Mesoamérica (Serrano-Serrano et al. 2010; Garcia et al. 2021).



Figura 1. Semillas de *Phaseolus lunatus*. Fila superior, de izquierda a derecha: forma silvestre de El Progreso, Guatemala ('Trona' G26731), forma cultivada de Jalapa, Guatemala ('Chapaneca Rosada' G25974), de Campeche, México ('Xmadzakitan' G25754) y de Arizona, EE. UU. (G25657A). Fila inferior, de izquierda a derecha: forma silvestre de Loja, Ecuador ('Sacha Viuda' G26463), forma cultivada de Chimborazo, Ecuador ('Tortita' G26590), de Nariño, Colombia ('Torta' G25895) y de Cajamarca, Perú ('Pallar Morocho' G25830). Escala del lado izquierdo en cm (fuente: CIAT 2022).

Está claro que la domesticación es un proceso que se extiende en el tiempo y en el espacio; el estado domesticado como lo conocemos hoy en *P. lunatus* se logró sobre milenios (Kaplan y Lynch 1999), y a partir de un ancestro silvestre con semillas altamente tóxicas (Baudoin et al. 1991). No obstante, para las formas de *P. lunatus* con semilla de mayor tamaño, lo anterior resalta la importancia de la vertiente Pacífica de los Andes ecuatorianos (Figura 2) y norperuanos para entender más sobre este proceso, pues allí aún se encuentran tanto las formas silvestres como las formas cultivadas de este acervo. Adicionalmente para resaltar que aún necesitamos investigaciones en campo y en laboratorio, basta mencionar que se encontró otro acervo Andino en las formas silvestres de Cundinamarca y Boyacá en los Andes colombianos (Toro-Chica et al. 1993; Garcia et al. 2021).

Importancia de la conservación *ex situ*

El propósito de la conservación *ex situ* (afuera de los ambientes originales donde los materiales desarrollaron sus características genéticas propias), es la disponibilidad de los materiales conservados con sus datos (principalmente de pasaporte, caracterización y

evaluación), para los usuarios en cualquier momento. La distribución del germoplasma conservado y de su información relacionada y pertinente, se hace según unas normas claras, empezando con las normas fitosanitarias (Charrier et al. 1984). El material se distribuye por sus características (p.ej. resistencia a una raza de un patógeno) publicadas en catálogos, publicaciones especializadas, páginas de internet, etc. Por lo tanto, el material es genéticamente estable y presenta efectivamente las características publicadas. En consecuencia, recae en el banco de germoplasma la responsabilidad de vigilar estrictamente la calidad genética (control de polinizaciones no deseadas y de la deriva genética), fisiológica (semillas entregadas con alto porcentaje de viabilidad verificada) y sanitaria (ausencia de enfermedades transmisibles por la semilla). Pero bajo el respeto de estas normas, el germoplasma evaluado y documentado enviado a los usuarios puede permitir inmensos beneficios a la agricultura y al fitomejoramiento (Plucknett et al. 1987; Hajjar & Hodgkin 2007) y a las ciencias agrarias (Dudnik et al. 2001; Debouck et al. 2021). Como ejemplos, los bancos de germoplasma del Consultative Group for International Agricultural Research (CGIAR) distribuyeron entre 2007-2016 un total de 3,908,412 muestras (López-Noriega et al. 2019). Durante el periodo 1973-2019, el CIAT distribuyó más de 140,000 muestras a usuarios en 105 países (la otra parte o 69.4% del total distribuido fue hacia los programas del propio centro) (Debouck et al. 2021).

La pérdida de variedades tradicionales en el campo por el remplazo de estas por pocas variedades mejoradas y/o el abandono completo de ciertos cultivos por la preferencia de los mercados hacia otros, han sido muy notables a través del último siglo (Harlan 1972, 1975; Hammer & Khoshbakht 2005). No ha sido fácil cuantificar esta mayor extinción biológica por falta de inventarios muy completos y tempranos (antes de 1880 que marca el inicio del mejoramiento científico en unos cereales del Viejo Mundo). Pero las colecciones conservadas en bancos de germoplasma han participado en esta evaluación, especialmente mediante estudios de caso. Por ejemplo, en el caso de la Península de Yucatán, donde el frijol Lima es una antigua introducción (Colunga-GarcíaMarín y Zizumbo-Villareal 2004), se pudo comprobar una extinción de más del 50% de la variabilidad en variedades nativas en los últimos treinta años (Martínez-Castillo et al. 2012). En otro contexto – el de la agricultura de los EE-UU. – se pudo medir una pérdida del 94% de las variedades de frijol para el periodo 1903-1983 (Fowler 2016), mientras que en el sur de Italia se reportó una erosión genética del 68% en frijol para el periodo 1950-1983 (Hammer et al. 1996).

El panorama no pinta mejor para los parientes silvestres de *Phaseolus*. La extinción ya ha afectado varias de sus poblaciones en los dos últimos siglos, lo cual es un período de tiempo muy corto frente a un millón de años de existencia (Delgado-Salinas et al. 2006). Por ejemplo, poblaciones de *P. lunatus* silvestre se han extinguido en el Valle Central de Costa Rica (Baudoin et al. 2004). Igualmente, varias poblaciones de *Phaseolus* ya no se encontraron en Nuevo León, México (Acosta-Díaz et al. 2015). Por otros usos del suelo en el último siglo, poblaciones de *P. augusti* han desaparecido por la expansión de la ciudad de Cochabamba en Bolivia, al igual que varias poblaciones de *P. polystachyus* en la Florida en EE. UU. (Parker et al. 2023). Varios autores han escrito que los silvestres son un germoplasma difícil de manejar *ex situ* (Singh & Williams 1984; Plucknett et al. 1987). Esto puede ser parcialmente cierto porque los polinizadores especializados de las poblaciones silvestres originales se quedaron en los ambientes originales. Pero si se establecen los silvestres en la estación ecológica adecuada y con recursivas prácticas de manejo agronómico, pueden producir grandes cantidades de semilla (p. ej. *P. lignosus*: 6,768 semillas: Debouck 2015; *P. tuerckheimii*: 4,191 semillas: Sabogal-Carvajal et al. 2021).

El establecimiento de los bancos de germoplasma de INIAP y CIAT

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), ente líder en la investigación agrícola en el Ecuador, ha aportado por más de 40 años a la conservación de la agrobiodiversidad de este país. A inicios de los años 1980 se crea la Unidad de Recursos Fitogenéticos en la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, para luego en los años 1990 dar paso a la creación oficial del Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos (DENAREF), como se le conoce hasta la actualidad (Castillo 1995; Monteros-Altamirano et al. 2018). Este banco de germoplasma ha crecido hasta alcanzar en la actualidad aproximadamente 28,500 accesiones de 290 géneros y más de 500 especies de plantas cultivadas y sus parientes silvestres (de origen andino e introducidas) que se conservan en condiciones *ex situ* en varias estaciones experimentales del INIAP en las regiones Costa, Sierra, Amazonía y últimamente en las Galápagos. Los recursos genéticos de *P. lunatus* forma parte de la agrobiodiversidad conservada en Santa Catalina.

La importancia de coleccionar y conservar *P. lunatus* en Ecuador se basa en la hipótesis mencionada arriba de que el área de domesticación para el acervo genético Andino de esta especie tuvo lugar en América del Sur, específicamente en los valles occidentales de altura media entre Ecuador y Perú (Andueza-Noh et al. 2013). El acervo genético Andino es representado por el cultigrupo '*big lima*' de la literatura (Mackie 1943; Baudet 1977), que se caracteriza por semillas elípticas, redondas, planas y grandes, cultivado entre los 1,800 y 2,800 msnm (Gutiérrez-Salgado et al. 1995; Fofana et al. 1997, 1999).

El banco de germoplasma del CIAT se establece en agosto de 1977 como Unidad de Recursos Genéticos, y como apoyo a los programas de mejoramiento del Centro (Lynam & Byerlee 2017; Debouck et al. 2021). El tamaño y la diversidad de las colecciones eran tales que tomaban demasiado tiempo y recursos a los fitomejoradores (fue frecuente en América Latina la situación donde las colecciones de recursos genéticos arrancaron como las colecciones de trabajo de los fitomejoradores). La creación del International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR) en 1974 resaltaba el carácter muy único del trabajo de los bancos de germoplasma (Frankel & Hawkes 1975), al mismo tiempo que el IBPGR asignaba mandatos específicos a los centros internacionales de investigación agrícola del CGIAR (Lyman 1984). El banco de germoplasma del CIAT creció para *P. lunatus* especialmente en la década de los 1980s gracias a copias de colecciones del USDA-Pullman, Embrapa-Brasilia e INIA del Perú (Debouck et al. 2021). También fueron significativas las exploraciones de germoplasma en la Península de Yucatán en 1979, en el suroccidente colombiano en 1985, en el noroccidente del Perú en 1985-89, y en la sierra ecuatoriana en 1989-90, aunque eran enfocadas en *P. vulgaris* (Parker et al. 2023).

Las colecciones de *Phaseolus lunatus* conservadas en INIAP y CIAT

La colección de *P. lunatus* del INIAP consta de 193 accesiones colectadas en todo el territorio ecuatoriano tal como se puede observar en la Figura 2.

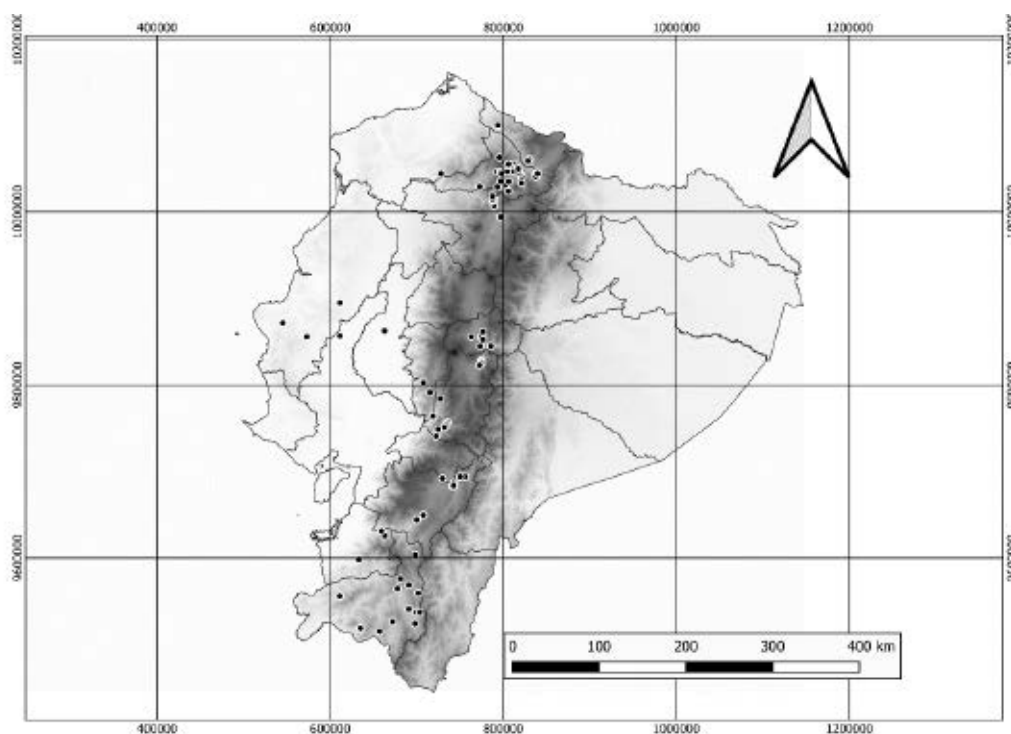


Figura 2. Mapa con georreferenciación de colectas de *P. lunatus* en Ecuador, conservados en el banco de germoplasma de INIAP (fuente: Á. Monteros y F. Sigcha, 2022).

Una colecta inicial de *P. lunatus* en Ecuador consistió en 133 accesiones entre los años 1989 y 1990; el resto de las accesiones fueron colectadas en años posteriores. Existen colectas de las provincias de la región Sierra: Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura, Loja, Pichincha y Tungurahua, y de la región Costa: El Oro, Los Ríos y Manabí. La Tabla 1 resume las colectas organizadas por provincias con los códigos del banco y los datos de altitud en cada provincia.

De las 193 accesiones de *P. lunatus*, la mayor parte fueron colectadas en las provincias de la Sierra ecuatoriana (183 colectas). De estas, el 37.1% (69 accesiones) corresponde a la provincia de Imbabura (norte de Ecuador) (Monteros-Altamirano et al. 2018), provincia en donde son utilizadas principalmente para el tradicional juego de las “tortas” (Peralta et al. 2019). En las últimas décadas esta práctica de uso ha desaparecido paulatinamente. La falta de consumo de *P. lunatus* en las provincias serranas es debido a la presencia del precursor del ácido cianhídrico en sus semillas, la cual obliga a una preparación adicional del alimento. Además, la cosecha tardía y el bajo precio comercial han hecho que el cultivo de esta especie sea poco atractivo para los agricultores (García 2008).

La colección ecuatoriana de *P. lunatus* aún no ha sido caracterizada agronómica ni morfológicamente. Solamente una parte de esta colección nacional ha sido estudiada molecularmente con ocho loci de microsatélites SSR (García 2008), principalmente accesiones de la provincia de Imbabura, en donde se identificó flujo genético entre materiales cultivados y silvestres.

Tabla 1. Provincia de colecta, código de banco, porcentaje de la colección por provincia y rangos altitudinales para las accesiones de la colección ecuatoriana de *P. lunatus* en INIAP, Ecuador.

Provincia	Código accesiones banco del INIAP	Porcentaje del total de accesiones	Altitud (msnm)
Azuay	ECU-2440, ECU-2441, ECU-2442, ECU-2443, ECU-2444, ECU-2445, ECU-2446, ECU-2447, ECU-2448, ECU-2449, ECU-2450, ECU-2451, ECU-2452, ECU-2453, ECU-2454, ECU-2455, ECU-2456, ECU-2457, ECU-2459, ECU-2460, ECU-2461, ECU-2462, ECU-2463, ECU-2464, ECU-2465, ECU-2622, ECU-2623, ECU-16451, ECU-16452	15.6	470-2260
Bolívar	ECU-2626, ECU-2627	1.1	870-1110
Cañar	ECU-2602	0.5	2590
Carchi	ECU-2423, ECU-2424, ECU-2425, ECU-2427, ECU-2428, ECU-2429, ECU-2430, ECU-2431, ECU-2432, ECU-12000, ECU-16928	5.9	1660-2450
Chimborazo	ECU-2410, ECU-2411, ECU-2412, ECU-2413, ECU-2414, ECU-2415, ECU-2439, ECU-2471, ECU-2472, ECU-2596, ECU-2597, ECU-2600, ECU-2624, ECU-16796, ECU-16797, ECU-16798, ECU-16799, ECU-16794	9.7	890-2410
Cotopaxi	ECU-16808	0.5	2300
El Oro	ECU-2620, ECU-2621	1.1	320-800
Imbabura	ECU-2362, ECU-2364, ECU-2365, ECU-2366, ECU-2367, ECU-2368, ECU-2369, ECU-2370, ECU-2371, ECU-2372, ECU-2373, ECU-2374, ECU-2375, ECU-2376, ECU-2377, ECU-2378, ECU-2379, ECU-2380, ECU-2381, ECU-2382, ECU-2419, ECU-2420, ECU-2421, ECU-2422, ECU-2433, ECU-2434, ECU-2435, ECU-2436, ECU-2437, ECU-2438, ECU-2628, ECU-2630, ECU-2631, ECU-2632, ECU-2633, ECU-2634, ECU-2635, ECU-2636, ECU-3602, ECU-3886, ECU-15564, ECU-15565, ECU-15566, ECU-16907, ECU-16908, ECU-16909, ECU-16910, ECU-16911, ECU-16912, ECU-16913, ECU-16914, ECU-16915, ECU-16916, ECU-16917, ECU-16918, ECU-16919, ECU-16927, ECU-16929, ECU-16930, ECU-16931, ECU-16932, ECU-16933, ECU-16934, ECU-16936, ECU-16940, ECU-16920, ECU-16921, ECU-16922, ECU-16923	37.1	1390-2550

Loja	ECU-2604, ECU-2606, ECU-2607, ECU-2608, ECU-2609, ECU-2610, ECU-2611, ECU-2612, ECU-2614, ECU-2615, ECU-2616, ECU-2619, ECU-3885	7.0	1110-2064
Los Ríos	ECU-20476, ECU-20477, ECU-20480	1.6	86
Manabí	ECU-20467, ECU-20468, ECU-20469, ECU-20490, ECU-20510	2.7	47-101
Pichincha	ECU-2383, ECU-2384, ECU-2385, ECU-2386, ECU-2387, ECU-2388, ECU-2389, ECU-2390, ECU-2391, ECU-2392, ECU-2393, ECU-2394, ECU-2395, ECU-2396, ECU-2397, ECU-2398, ECU-2399, ECU-2400, ECU-2401	10.2	1740-2210
Tungurahua	ECU-2403, ECU-2404, ECU-2405, ECU-2406, ECU-2407, ECU-2408, ECU-2409, ECU-2416, ECU-2417, ECU-2418, ECU-16804, ECU-16805, ECU-16806	7.0	1750-2450

Fuente: Monteros-Altamirano et al. (2018) y base de datos ECUCOL.

El hecho que solamente 10 accesiones de esta colección correspondan a la Costa ecuatoriana (provincias de El Oro, Los Ríos y Manabí) indicaría que es necesario coleccionar germoplasma en esta región, ya que este germoplasma puede tener interés por su adaptación y tolerancia a estreses bióticos y abióticos, y calidad de grano reconocida por los consumidores. En una primera prospección de agrobiodiversidad en las Islas Galápagos, se ha identificado en la isla Santa Cruz una accesión de haba pallar, que había sido traída desde el continente por agricultores migrantes (Monteros-Altamirano, comunicación personal). Además, en el banco de germoplasma de INIAP, existen 5 accesiones de *P. augusti* (acervo secundario) colectadas en la provincia de Loja.

Con relación al banco de germoplasma de CIAT, la Tabla 2 indica la composición de las colecciones conservadas en Palmira para *P. lunatus*.

Tabla 2. Composición de la colección de *P. lunatus* conservada en el CIAT.

Tipo de materiales	Número de accesiones
Formas silvestres	219
Formas tipo maleza	53
Formas cultivadas	3,029
total	3,301

La colección conservada en el CIAT incluye sobre todo variedades tradicionales de agricultor (2,469 accesiones), algunas variedades comerciales (41), materiales de mejoramiento (47) y otros (472). De la América tropical, cabe resaltar las variedades tradicionales de México (224), Colombia (354), Ecuador (133), Perú (331) y Brasil (612). Aunque con números bajos hay variedades tradicionales del acervo Andino que llegaron al Congo (G26193), la India

(G25299) y China (G25969), y que permitirán entender las migraciones poscolombinas. Igualmente, hay materiales del acervo Mesoamericano que llegaron después de 1493 a Ghana (G25249), Myanmar (G27500) y Filipinas (G25165) (CIAT 2022).

Las formas silvestres de *P. lunatus* tienen aún una representación baja y desigual en bancos de germoplasma, pues el rango de distribución conocido – el mayor de todas las especies conocidas del género *Phaseolus* – se extiende desde Sonora, Tamaulipas y Baja California en México hasta Formosa en Argentina y Paraguay, y desde las Islas Revillagigedo en el Pacífico mexicano hasta Trinidad y Tobago (Debouck 2021). La representatividad está mejor para algunas partes de México (57 accesiones), Costa Rica (45) y del Ecuador (21). Para poder estudiar la regresión al estado silvestre desde las variedades tradicionales, que es un fenómeno reportado en varias zonas tropicales (Purseglove 1968; Duke 1981), se tienen formas malezas (en inglés *weedy types*) de Ghana (G25246B), Nigeria (G26261B) y del Congo (Kivu; NI 164) (CIAT 2022).

Cabe mencionar que también se conservan algunos materiales de las especies de los acervos secundarios (e.g. *P. augusti*) y terciarios (otras especies de la sección *Paniculati* y los *Coriacei*) del frijol Lima (Porch et al. 2013; Debouck 2021), tales como *P. augusti* (30 accesiones), *P. lignosus* (1; tipo), *P. maculatus* (1), *P. marechalii* (5), *P. nodosus* (1; tipo), *P. novoleonensis* (1; tipo), *P. polystachyus* (2), *P. rotundatus* (2; tipo), y *P. salicifolius* (1). El hecho de conservar germoplasma de los tipos es muy útil en estudios de filogenia que sirven para orientar los programas de cruzamientos interespecíficos, cuando se necesita tener certeza taxonómica.

Perspectivas de uso de estos bancos de germoplasma

Un uso muy significativo de la colección de *P. lunatus* conservada en el CIAT ha sido la investigación orientada precisamente a entender la formación del propio cultivo (en aspectos tales como: ¿dónde ocurrió esta formación, cuando ocurrió?, ¿cuál ha sido la magnitud del efecto fundador que acompañó la domesticación?) (Piperno y Dillehay 2008; Chacón-Sánchez et al. 2012; Chacón-Sánchez & Martínez-Castillo 2017). Igualmente, la colección ha permitido el establecimiento del primer mapa genético de este cultivo, y las comparaciones múltiples entre el genoma del frijol Lima y del frijol común (García et al. 2021). Estas comparaciones permiten mucha ganancia en el momento de definir la selección asistida por marcadores, porque puede haber largas secuencias conservadas en ambos genomas.

Otro uso del germoplasma conservado en el CIAT fue la mejora de la calidad de la proteína del grano del frijol Lima. Considerando la importancia alimenticia del frijol Lima en los trópicos sobre todo por debajo de 1,200 msnm (Sauer 1950; National Research Council 1979), era importante corregir el bajo nivel de su proteína de reserva en granos en dos aminoácidos azufrados: la metionina y la cistina (Baldi & Salamini 1973). Una accesión de *P. marechalii* (*B. Schubert 623*, NI 402, G40406) tenía niveles más altos del aminoácido metil-cistina (Otoul 1976), y fue incluida en un programa de cruzamientos interespecíficos (Baudoin 1981). Esta investigación también permitió conocer mejor las compatibilidades en cruzamientos amplios y clasificar las especies que se pensaba afines por tener la inflorescencia en panícula dentro de los acervos secundario y terciario.

Se sabe desde tiempos atrás que los cruzamientos interespecíficos exitosos con *P. lunatus* han sido limitados a las especies cercanas de su sección, los *Paniculati* (19 especies), más no con la sección *Phaseoli* (7 especies) donde está el fríjol común (Debouck 1999, 2021). Pero ¿es el cruzamiento entre *P. vulgaris* y *P. lunatus* absolutamente necesario? De repente no, porque el fríjol Lima tiene el acervo más amplio, y produce bien en condiciones tropicales húmedas donde el fríjol común no prospera (Rachie 1973). Y el fríjol Lima tiene semillas que pueden entrar a los grupos de variedades preferidas por color de grano en alimentos procesados como los rojos pequeños (p.ej. G26353 del Congo), negros pequeños (p.ej. G27240 de Taiwán), blanquillos (p.ej. G26062 del Brasil) y hasta los tipos cannellini (p.ej. G27377 del Brasil), cuando se compara la colección de fríjol Lima con las clases comerciales de grano de *P. vulgaris* (Valladolid-Chiroque & Voysset-Voysset 2006).

A nivel de América, algunos países han sido pioneros en el desarrollo de programas de mejoramiento genético de *P. lunatus*. En Brasil, el Centro de Ciencias Agrícolas de la Universidad Federal de Piauí (UFPI) ha generado cultivares mejorados de hábito de crecimiento determinado, maduración uniforme, precocidad y resistencia a antracnosis, dirigidos para la agroindustria y pequeños productores (Ferreira et al. 2022). En Perú, han seleccionado una variedad criolla denominada “Pallar de Ica”, de grano blanco grande pertenecientes al cultigrupo ‘Big Lima’ (Espinosa 2022). En los Estados Unidos, el programa de mejoramiento de la Universidad de California-Davis ha desarrollado variedades de fríjol Lima de grano blanco de crecimiento determinado e indeterminado para los productores de California que siembran aproximadamente 8,100 hectáreas (Gibson et al. 2022).

En Ecuador, el mejoramiento genético del fríjol Lima o haba pallar ha sido muy escaso. En los años 1992 y 1993, la Estación Experimental Portoviejo del INIAP ubicada en la Costa ecuatoriana liberó las dos únicas variedades de haba pallar: INIAP PORTOVIEJO 490 “Invienera” (Mendoza y Linzán 1992) e INIAP 491 “Veranera” (Mendoza y Linzán 1993) de hábito de crecimiento indeterminado o trepador de grano blanco y grande que cultivaban asociadas con maíz. Actualmente, el haba pallar no está considerado como prioridad en los programas de investigación del INIAP, por lo tanto, no existen recursos económicos suficientes para desarrollar nuevas variedades y generación de tecnología de manejo para este cultivo. A pesar de esta situación, los agricultores de la provincia de Manabí (Costa) en particular siguen cultivando sus propios materiales de grano blanco y grande que se consume en grano verde y seco en la costa ecuatoriana (Peralta et al. 2019).

Aunque los programas de mejoramiento de *P. lunatus* son pocos (p. ej. universidades de California-Davis y de Delaware en EE. UU.) y trabajan para mercados especializados (p.ej. granos verdes para alimentos enlatados), las evaluaciones del germoplasma si bien limitadas con respecto al número de accesiones han dejado ver características de interés: tolerancia a salinidad (Bayuelo-Jiménez et al. 2002), resistencia a *Empoasca fabae* (Wolfenbarger y Sleesman 1961), a *Empoasca kraemeri* (Lyman & Cardona 1982) y a *Acanthoscelides obtectus* (Dobie et al. 1990), con miras a un mejoramiento más amplio de *P. lunatus*. Este mejoramiento gracias al mapeo comparativo con *P. vulgaris* (García et al. 2021), puede beneficiarse de marcadores comunes ligados a características de importancia económica, y así ganar mucho tiempo y ahorrar muchos recursos en los ciclos de mejora. Aparte del mejoramiento, asistido por marcadores está la posibilidad de edición de genes, ya en camino para la mejora de la soya (Xu et al. 2020). Pero, independientemente de la técnica de mejoramiento (Wang et al. 2017), la gran responsabilidad recae en los bancos de

germoplasma de tener las colecciones más representativas de la variación total que existe o existió en un cultivo.

Otra perspectiva de uso ha sido un mejor entendimiento sobre la genética de la biosíntesis de la linamarina y de la lotaustralina, donde sólo *P. lunatus* y sus especies afines tienen los genes de la cadena metabólica completa, en comparación a otras especies del género (Lai et al. 2020). Esta perspectiva puede ser de gran interés en la búsqueda de mecanismos de defensa natural de los cultivos contra los herbívoros (Ballhorn et al. 2009). A propósito, se ha mostrado que algunas variedades de *P. lunatus* pueden tener niveles altos de estos glucósidos cianogénicos en los folíolos, mientras los niveles están bajos en las semillas (Montero-Rojas et al. 2013).

Queda de manera permanente como uso de las colecciones *ex situ* la distribución de materiales a los agricultores (as) quienes en muchos casos proporcionaron las muestras originales como un caso lógico, ético y concreto de implementación de los “derechos de los agricultores” indicados en el Tratado Internacional de Recursos Fitogenéticos para Alimentación y Agricultura (art. 9, FAO 2002). Cabe resaltar la importancia de la capacidad de implementar continuamente este derecho, es decir, el banco de germoplasma tiene la capacidad de distribuir muestras de manera permanente.

Un uso menos convencional pero socialmente importante ha sido en las últimas décadas la utilización de semillas de *P. lunatus*, sobre todo del acervo Andino, en la elaboración de collares y otras obras de valor estético. Este uso hace recordar el uso de estas mismas semillas en juegos de la civilización Moche hace 1,600 años atrás (Vivante 1943). Algunos de estos juegos han permanecido hasta un pasado reciente en la Sierra ecuatoriana (Peralta-Idrovo et al. 2019). En la Figura 1 llama la atención que todas las variedades cultivadas allí representadas pierden su color con la cocción en agua, mientras que de todas esas zonas de origen existieron variedades con grano blanco (y a veces estas últimas predominan hoy; Martínez-Castillo et al. 2012). ¿Entonces por qué los agricultores conservaron por siglos granos de colores extraños?, sino porque había otro interés que alimenticio. Fue la selección ‘estética’ que se ejerció en la zona andina sobre *P. lunatus* y *P. vulgaris* (Debouck 1989), pero también en los ajíes y las papas (Hawkes 1983). Obviamente, los bancos de germoplasma sirven de memoria de las agri-culturas y así amplían su servicio a las sociedades humanas.

En este contexto, los bancos de germoplasma del INIAP y del CIAT pueden contribuir a programas de mejoramiento genético para desarrollar nuevas variedades de fréjol pallar o tortas. Estas pueden ayudar a mejorar la nutrición y a la seguridad alimentaria para pequeños agricultores con una cosecha escalonada todo el año e ingresos económicos por la venta en vaina tierna o granos secos. Además, es importante considerar que esta especie puede mejorar los suelos, mediante su incorporación como abono verde. Estas ventajas hacen que los pallares o tortas tengan potencial de expansión no sólo en nuevas regiones de Ecuador sino en otras regiones del mundo.

Agradecimientos

Un reconocimiento a los varios colectores de germoplasma de pallares ecuatorianos y al equipo del banco de germoplasma de INIAP por conservarlos por varias décadas. Igualmente, un especial agradecimiento a Yurany García-Rodríguez y Luis Guillermo Santos-Meléndez

(Alianza Bioersity-CIAT) por la colaboración brindada para la Figura 1. Además, los autores agradecen a los Editores por sus sugerencias para la mejora del texto y a los Revisores por sus acertados comentarios.

Referencias

- Acosta-Díaz, E., I. Hernández-Torres, M.D. Amador-Ramírez, J.S. Padilla-Ramírez, F. Zavala-García & A.D. Baez-González. 2015. Collection and characterization of wild species of *Phaseolus* (Fabaceae) in northeastern Mexico for *ex situ* conservation. *Plant Ecol. Evol.* 148 (1): 119-127.
- Albala, K. 2007. Beans – a history. Berg Publishers. Oxford, United Kingdom. 261p.
- Andueza-Noh, R.H., M.L. Serrano-Serrano, M.I. Chacón-Sánchez, I. Sánchez del Pino, L. Camacho-Pérez, J. Coello-Coello, J. Mijangos-Cortés, D.G. Debouck & J. Martínez-Castillo. 2013. Multiple domestications of the Mesoamerican gene pool of Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.): evidence from chloroplast DNA sequences. *Genet. Resources & Crop Evol.* 60 (3): 1069-1086.
- Baldi, G. & F. Salamini. 1973. Variability of essential amino acid content in seeds of 22 *Phaseolus* species. *Theor. Appl. Genet.* 43 (2): 75-78.
- Ballhorn, D.J., S. Kautz, M. Heil & A.D. Hegeman. 2009. Cyanogenesis of wild Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) is an efficient direct defence in nature. *PLoS ONE* 4 (5): 1-7 (e5450).
- Baudet, J.-C. 1977. Origine et classification des espèces cultivées du genre *Phaseolus*. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.* 110: 65-76.
- Baudoin, J.P. 1981. Observations sur quelques hybrides interspécifiques avec *Phaseolus lunatus* L. *Bull. Rech. Agron. Gembloux* 16 (4): 273-286.
- Baudoin, J.-P., J.P. Barthélemy & V. Ndungo. 1991. Variability of cyanide contents in the primary and secondary gene pools of the Lima bean, *Phaseolus lunatus* L. *FAO/IBPGR Plant Genet. Resour. Newsl.* 85: 5-9.
- Baudoin, J.P., O. Rocha, J. Degreef, A. Maquet & L. Guarino. 2004. Ecogeography, demography, diversity and conservation of *Phaseolus lunatus* L. in the central valley of Costa Rica. *Systematic and ecogeographic studies on crop gene pools.* 12. International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy. 84 p.
- Bayuelo-Jiménez, J., D.G. Debouck & J. Lynch. 2002. Salinity tolerance in *Phaseolus* species during early vegetative growth. *Crop Sci.* 42 (6): 2184-2192.
- Benshimol, A.L., R.I. de Stein, C.G. Márquez & W.G. Jaffé. 1985. El valor bioquímico y nutricional de las semillas del haba de Lima (*Phaseolus lunatus*) en comparación con las del fríjol común (*Phaseolus vulgaris*). *Archiv. Latinoam. Nutr.* 25 (1): 70-79.

- Cardich, A. 1985. The fluctuating upper limits of cultivation in the Central Andes and their impact on Peruvian prehistory. *Adv. World Archaeol.* 4: 293-333.
- Castillo, R. 1995. Plant Genetic Resources in the Andes: Impact, Conservation, and Management. *Crop Sci.* 35: 355-360
- Chacón-Sánchez, M.I. & J. Martínez-Castillo. 2017. Testing domestication scenarios of Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) in Mesoamerica: insights from genome-wide genetic markers. *Front. Plant Sci.* 8, 1551: 1-20.
- Chacón-Sánchez, M.I., J.R. Motta-Aldana, M.L. Serrano-Serrano & D.G. Debouck. 2012. Domestication of Lima beans: a new look at an old problem. *in*: “Biodiversity in agriculture: domestication, evolution, and sustainability”, P. Gepts, T.R. Famula, R.L. Bettinger, S.B. Brush, A.B. Damania, P.E. McGuire & C.O. Qualset (eds.). Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom. pp. 330-343.
- Charrier, A., M. Lourd & J. Pernès. 1984. La conservation des ressources génétiques. *in*: “Gestion des ressources génétiques des plantes”, J. Pernès (ed.). Tome 2: Manuel. Agence de Coopération Culturelle et Technique. Paris, France. pp. 191-233.
- CIAT. 2022. *Phaseolus* genebank at the International Center for Tropical Agriculture, Cali, Colombia: passport data of *Phaseolus* accessions. Disponible en: <https://ciat.cgiar.org/what-we-do/crop-conservation-and-use/>; acceso obtenido el: 2 November 2022.
- Colunga-GarcíaMarín, P. & D. Zizumbo-Villareal. 2004. Domestication of plants in Maya lowlands. *Econ. Bot.* 58: S101-S110.
- Corriveau, J.L. & A.W. Coleman. 1988. Rapid screening method to detect potential biparental inheritance of plastid DNA and results for over 200 angiosperm species. *Amer. J. Bot.* 75 (10): 1443-1458.
- Davidson, A. 2006. *The Oxford companion to food*. 2nd edition edited by Tom Jaine. Oxford University Press. Oxford, England. 907 p.
- Debouck, D.G. 1989. Early beans (*Phaseolus vulgaris* L. and *P. lunatus* L.) domesticated for their aesthetic value? *Annu. Rept Bean Improvement Coop. (USA)* 32: 62-63.
- Debouck, D.G. 1999. Diversity in *Phaseolus* species in relation to the common bean. *in*: “Common bean improvement in the twenty first century”, S.P. Singh (ed.). Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands. pp. 25-52.
- Debouck, D.G. 2015. Observations about *Phaseolus lignosus* (Leguminosae: Papilionoideae: Phaseoleae), a bean species from the Bermuda Islands. *J. Bot. Res. Inst. Texas* 9 (1): 107-119.
- Debouck, D.G. 2021. *Phaseolus* beans (Leguminosae, Phaseoleae): a checklist and notes on their taxonomy and ecology. *J. Bot. Res. Inst. Texas* 15 (1): 73-111.

- Debouck, D.G., R. Castillo T. & J.M. Tohme. 1989. Observations on little-known *Phaseolus* germplasm of Ecuador. FAO/IBPGR Plant Genet. Resources Newsl. 80: 15-21.
- Debouck, D.G., J.H. Liñan-Jara, A. Campana-Sierra & J.H. De la Cruz-Rojas. 1987. Observations on the domestication of *Phaseolus lunatus* L. FAO/IBPGR Plant Genetic Resources Newsl. 70: 26-32.
- Debouck, D.G., M. Santaella & L.G. Santos. 2021. History and impact of a bean (*Phaseolus* spp., Leguminosae, Phaseoleae) collection. Genetic Resources 2 (4): 21-43.
- Debouck, D.G. & J. Smartt. 1995. Beans, *Phaseolus* spp. (Leguminosae-Papilionoideae). *in*: “Evolution of crop plants”, J. Smartt & N.W. Simmonds (eds.). Second Edition. Longman Scientific & Technical. London, United Kingdom. pp. 287-294.
- Delgado-Salinas, A., R. Bibler & M. Lavin. 2006. Phylogeny of the genus *Phaseolus* (Leguminosae): a recent diversification in an ancient landscape. Syst. Bot. 31 (4): 779-791.
- Dobie, P., J. Dendy, C. Sherman, J. Padgham, A. Wood & A.M.R. Gatehouse. 1990. New sources of resistance to *Acanthoscelides obtectus* (Say) and *Zabrotes subfasciatus* Boheman (Coleoptera: Bruchidae) in mature seeds of five species of *Phaseolus*. J. Stored Prod. Res. 26 (4): 177-186.
- Dowling, T.E., C. Moritz, J.D. Palmer & L.H. Rieseberg. 1996. Nucleic acids III: analysis of fragments and restriction sites. *in*: “Molecular systematics”, D.M. Hillis, C. Moritz & B.K. Mable (eds.). 2nd edition. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Sunderland, Massachusetts, USA. pp. 249-320.
- Dudnik, N.S., I. Thormann & T. Hodgkin. 2001. The extent of use of plant genetic resources in research: a literature survey. Crop Sci. 41 (1): 6-10.
- Duke, J.A. 1981. *Phaseolus lunatus* L. *in*: “Handbook of legumes of world economic importance”, J.A. Duke (ed.). Plenum Press. New York, New York, USA. Pp. 191-195.
- Espinosa, L. 2022. Situación actual del pallar (*Phaseolus lunatus* L.) en el Perú: potencialidades y riesgos. Memorias del II Simposio Internacional sobre el frijol Lima (*Phaseolus lunatus* L.). Quito, Ecuador. pp. 12.
- Estrella, E. 1988. El pan de América: etnohistoria de los alimentos aborígenes en el Ecuador. Ediciones Abya-Yala. Quito, Ecuador. 390 p.
- Ferreira, R., A. Almeida & V. Brito. 2022. Advances in the genetic improvement of the Lima bean in Brazil. Memorias del II Simposio Internacional sobre el frijol Lima (*Phaseolus lunatus* L.). Quito, Ecuador. pp. 27.
- Fofana, B., J.P. Baudoin, X. Vekemans, D.G. Debouck & P. du Jardin. 1999. Molecular evidence for an Andean origin and a secondary gene pool for the Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) using chloroplast DNA. Theor. Appl. Genet. 98 (2): 202-212.

- Fofana, B., X. Vekemans, P. du Jardin & J.P. Baudoin. 1997. Genetic diversity in Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) as revealed by RAPD markers. *Euphytica* 95 (2): 157-165.
- Food and Agriculture Organization. 2002. The international treaty on plant genetic resources for food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 45 p.
- Fowler, C. 2016. Seeds on ice: Svalbard and the global seed vault. Prospects Press. Westport, Connecticut, USA. 161 p.
- Frankel, O.H. & J.G. Hawkes. 1975. Genetic resources: the past ten years and the next. *in*: "Crop genetic resources for today and tomorrow", O.H. Frankel & J.G. Hawkes (eds.). Cambridge University Press. Cambridge, England. pp. 1-11.
- García, K. 2008. Estudio de la diversidad genética de *Phaseolus lunatus* L. en zonas silvestres y cultivadas en la provincia de Imbabura-Ecuador mediante el uso de microsatélites. Tesis grado Ingeniería en Biotecnología. Escuela Superior Politécnica del Ecuador. Universidad de las Fuerzas Armadas. Quito, Ecuador. 99 p.
- García, T., J. Duitama, S. Smolenski-Zullo, J. Gil, A. Ariani, S. Dohle, A. Palkovic, P. Skeen, C.I. Bermudez-Santana, D.G. Debouck, J. Martínez-Castillo, P. Gepts & M.I. Chacón-Sánchez. 2021. Comprehensive genomic resources related to domestication and crop improvement traits in Lima bean. *Nature Communications* 12 (702): 1-17.
- Gibson, K., A. Palkovic, E. Bick, S. Zullo, S. Dohle & P. Gepts. 2022. Genotyping and phenotyping studies in support of a Lima bean breeding program. *Memorias del II Simposio Internacional sobre el frijol lima (Phaseolus lunatus L.)*. Quito, Ecuador. pp. 26.
- Gutiérrez-Salgado, A., P. Gepts & D.G. Debouck. 1995. Evidence for two gene pools of the Lima bean, *Phaseolus lunatus*, in the Americas. *Genet. Resources & Crop Evol.* 42 (1): 15-28.
- Hammer, K. & K. Khoshbakht. 2005. Towards a 'red list' for crop plant species. *Genet. Resources & Crop Evol.* 52 (3): 249-265.
- Hammer, K., H. Knüpfner, L. Xhuvelli & P. Perrino. 1996. Estimating erosion in landraces – two case studies. *Genet. Resources & Crop Evol.* 43 (4): 329-336.
- Hajjar, R. & T. Hodgkin. 2007. The use of wild relatives in crop improvement: a survey of developments over the last 20 years. *Euphytica* 156 (1-2): 1-13.
- Harlan, J.R. 1972. Genetics of disaster. *J. Environ. Quality* 1(3): 212-215.
- Harlan, J.R. 1975. Our vanishing genetic resources. *Science* 188: 618-621.
- Hawkes, J.G. 1983. The diversity of crop plants. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts, USA. 184 p.

- Heiser, C.B. 1965. Cultivated plants and cultural diffusion in nuclear America. *Amer. Anthropol.* 67 (4): 930-949.
- Kaplan, L. 1965. Archaeology and domestication in American *Phaseolus* (beans). *Econ. Bot.* 19 (4): 358-368.
- Kaplan, L., & T. Lynch. 1999. *Phaseolus* (Fabaceae) in archaeology: AMS radiocarbon dates and their significance for pre-Colombian agriculture. *Econ. Bot.* 53 (3): 261-272.
- Lai, D., A.B. Maimann, E. Macea, C.H. Ocampo, G. Cardona, M. Picmanová, B. Darbani, C.E. Olsen, D.G. Debouck, B. Raatz, B. Lindberg Mfler & F. Rook. 2020. Biosynthesis of cyanogenic glucosides in *Phaseolus lunatus* and the evolution of oxime-based defenses. *Plant Direct* 4 (8): 1-13.
- López-Noriega, I., M. Halewood, M. Abberton, A. Amri, I.I. Angarawai, N. Anglin, M. Blümmel, B. Bouman, H. Campos, D. Costich, D. Ellis, P.M. Gaur, L. Guarino, J. Hanson, V. Kommerell, L. Kumar, C. Lusty, M-N. Ndjioudjop, T. Payne, M. Peters, E. Popova, G. Prakash, R. Sackville-Hamilton, R. Tabo, H. Upadhyaya, M. Yazbek & P. Wenzl. 2019. CGIAR operations under the plant Treaty framework. *Crop Sci.* 59 (3): 818-832.
- Lyman, J. 1984. Progress and planning for germplasm conservation of major food crops. *FAO/IBPGR Plant Genet. Resources Newsl.* 60: 3-21.
- Lyman, J.M. & C. Cardona. 1982. Resistance in Lima beans to a leafhopper, *Empoasca kraemeri*. *J. Econ. Entomol.* 75 (2): 281-286.
- Lynam, J. & D. Byerlee. 2017. Forever pioneers - CIAT: 50 years contributing to a sustainable food future . . . and counting. CIAT Publication No. 444. International Center for Tropical Agriculture (CIAT). Cali, Colombia. 140 p.
- Mackie, W.W. 1943. Origin, dispersal, and variability of the Lima bean, *Phaseolus lunatus*. *Hilgardia* 15 (1): 1-24.
- Martínez-Castillo, J., L. Camacho-Pérez, J. Coello-Coello & R. Andueza-Noh. 2012. Wholesale replacement of Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) landraces over the last 30 years in northeastern Campeche, Mexico. *Genet. Resources & Crop Evol.* 59 (2): 191-204.
- Mendoza-Zambrano, H. y L. Linzán-Macias. 1992. INIAP Portoviejo 490: Una variedad de haba inverniera para el litoral ecuatoriano. INIAP, Estación Experimental Portoviejo, Programa de Leguminosas. Portoviejo, Ecuador. (Plegable no. 124). <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1196>.
- Mendoza-Zambrano, H. y L. Linzán-Macias. 1993. INIAP-Portoviejo 491: Una variedad de haba veranera para el litoral ecuatoriano. INIAP, Estación Experimental Portoviejo, Programa de Leguminosas. Portoviejo, Ecuador. (Plegable no. 132). <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1198>.

- Montero-Rojas, M., M. Ortiz, J.S. Beaver & D. Siritunga. 2013. Genetic, morphological and cyanogen content evaluation of a new collection of Caribbean Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) landraces. *Genet. Resources & Crop Evol.* 60 (8): 2241-2252.
- Monteros-Altamirano, A., M. Tacán, G. Peña, C. Tapia, N. Paredes y L. Lima. 2018. Guía para el manejo y conservación de recursos fitogenéticos en Ecuador. Protocolos. Publicación miscelánea N°. 432. INIAP-FAO. Estación Experimental Santa Catalina. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos, Ecuador. 104p. ISBN: 978-9942-22-262-6.
- Motta-Aldana, J.R., M.L. Serrano-Serrano, J. Hernández-Torres, G. Castillo-Villamizar, D.G. Debouck & M.I. Chacón-Sánchez. 2010. Multiple origins of Lima bean landraces in the Americas: evidence from chloroplast and nuclear DNA polymorphisms. *Crop Sci.* 50 (5): 1773-1787.
- National Research Council. 1979. Tropical legumes: resources for the future. National Academy of Sciences. Washington, D.C., USA. 332 p.
- Otoul, E. 1976. Spectres des acides aminés chez *Phaseolus lunatus* L., chez quelques espèces apparentées et chez l'amphidiploïde *P. lunatus* L. x *P. polystachyus* (L.) B.S.P. *Bull. Rech. Agron. Gembloux* 11 (1-2): 207-220.
- Parker, T.A, J. Acosta-Gallegos, J. Beaver, M. Brick, J.K. Brown, K. Cichy, D.G. Debouck, A. Delgado-Salinas, S. Dohle, E. Ernest, C. Estevez de Jensen, F. Gómez, B. Hellier, A.V. Karasev, J.D. Kelly, P. McClean, P. Miklas, J.R. Myers, J.M. Osorno, J.S. Pasche, M.A. Pastor-Corrales, T. Porch, J.R. Steadman, C. Urrea, L. Wallace, C.H. Diepenbrock & P. Gepts. 2023. Genetic resources and breeding priorities in *Phaseolus* beans: vulnerability, resilience, and future challenges. *Plant Breeding Reviews* 46: 289-417.
- Peralta-Idrovo, E., F. Peralta-Idrovo y H. Peralta-Idrovo. 2019. Lúdica y juegos con el fréjol en Ecuador, Perú y Bolivia. *Letra Sabia*, Quito, Ecuador. 213 p.
- Piperno, D.R. & T.D. Dillehay. 2008. Starch grains on human teeth reveal early broad crop diet in northern Peru. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 105 (50): 19622-19627.
- Plucknett, D.L., N.J.H. Smith, J.T. Williams & N.M. Anishetty. 1987. Gene banks and the world's food. Princeton University Press. Princeton, New Jersey, USA. 247 p.
- Porch, T.G., J.S. Beaver, D.G. Debouck, S. Jackson, J.D. Kelly & H. Dempewolf. 2013. Use of wild relatives and closely related species to adapt common bean to climate change. *Agronomy* 3: 433-461.
- Purseglove, J.W. 1968. Tropical crops – Dicotyledons 1. John Wiley & Sons, Inc. New York, New York, USA. 719 p.
- Rachie, K.O. 1973. Relative agronomic merits of various food legumes for the lowland tropics. *in*: "Potentials of field beans and other food legumes in Latin America", D. Wall (ed.). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. pp. 123-139.

- Sabogal-Carvajal, R., A. Mestizo, J. Ypiales, J.M. Gereda, M. Santaella, L.G. Santos & D.G. Debouck. 2021. Incremento exitoso de semillas de *Phaseolus tuerckheimii* Donnell-Smith. 13th Symposium of genetic resources of the Americas and the Caribbean (SIRGEAC). Bogotá, Colombia, 30 November – 3 December 2021. 1p. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10568/116909>.
- Sauer, C.O. 1950. Cultivated plants of South and Central America. *in*: “Handbook of South American Indians, Vol. 6. Physical anthropology, linguistic and cultural geography of South American Indians”, J.H. Steward (ed.). Smithsonian Institution. Washington, D.C., USA. pp. 487-543.
- Serrano-Serrano, M.L., J. Hernández-Torres, G. Castillo-Villamizar, D.G. Debouck & M.I. Chacón-Sánchez. 2010. Gene pools in wild Lima beans (*Phaseolus lunatus* L.) from the Americas: evidence for an Andean origin and past migrations. *Molec. Phylogen. Evol.* 54 (1): 76-87.
- Singh, R.B. & J.T. Williams. 1984. Maintenance and multiplication of plant genetic resources. *in*: “Crop genetic resources: conservation and evaluation”, J.H.W. Holden & J.T. Williams (eds.). George Allen & Unwin Publishers. London, United Kingdom. pp. 120-130.
- Toro-Chica, O., L. Lareo & D.G. Debouck. 1993. Observations on a noteworthy wild Lima bean, *Phaseolus lunatus* L., from Colombia. *Annu. Rept. Bean Improvement Coop. (USA)* 36: 53-54.
- Valladolid-Chiroque, A. y O. Voysest-Voysest. 2006. Clases comerciales de leguminosas de grano: catálogo para orientar la comercialización en los mercados nacionales e internacionales. Promenestras Tex. Chiclayo, Perú. 107 p.
- Vivante, A. 1943. Un antiguo juego peruano. *Rev. Geogr. Amer.* 125: 27-33.
- Wang, C., S. Hu, C. Gardner & T. Lübberstedt. 2017. Emerging avenues for utilization of exotic germplasm. *Trends Plant Sci.* 22 (7): 624-637.
- Wolfenbarger, D. & J.P. Slesman. 1961. Resistance to the potato leafhopper in Lima bean lines, interspecific *Phaseolus* crosses, *Phaseolus* spp., the cowpea, and the bonavist bean. *J. Econ. Entomol.* 54 (6): 1077-1079.
- Xu, H., L. Zhang, K. Zhang & Y. Ran. 2020. Progresses, challenges, and prospects of genome editing in soybean (*Glycine max*). *Front. Plant Sci.* 11 (571138): 1-19.



CAPÍTULO III

Fotografía: Eduardo Peralta Idrovo



Usos alternativos del fréjol torta (*Phaseolus lunatus* L.) en Ecuador: la lúdica, los juegos y el aprendizaje.

Eduardo Peralta Idrovo¹, Francisco Peralta Idrovo²
y Hernán Peralta Idrovo³

¹Investigador independiente, exINIAP, Quito, Ecuador; peraltaedu55@gmail.com

²Docente, Facultad de Comunicación, Universidad Central, Quito, Ecuador;
lfperalta@uce.edu.ec

³Programa de Maestría en Educación, Universidad Indoamérica, Quito, Ecuador;
hernan.peralta@uasb.edu.ec

Resumen

Los criterios prevalentes de selección para la domesticación de las plantas han sido el comestible, el medicinal y del vestido; pero la historia con los fréjoles (*Phaseolus* sp.) en la región andina fue más allá, al usarlos también en actividades lúdicas, que integran los juegos y aprendizaje. En Ecuador, las diferentes especies de fréjol se constituyeron en un elemento de juego rural, ciudadano, escolar, juvenil, adulto y familiar, tanto en las poblaciones indígenas, afroecuatorianas y mestizas; lo cual fue favorecido por la alta variabilidad morfológica de estas especies. Los objetivos de esta investigación fueron: 1) Recopilar la lúdica y los juegos tradicionales vinculados con las diferentes especies de fréjol en la región andina; 2) Profundizar en el conocimiento de las tortas (*P. lunatus*); y 3) Analizar la problemática de la conservación de *Phaseolus* spp. en Ecuador. Se realizaron encuestas en Ecuador, Perú y Bolivia. En Ecuador se identificaron 40 juegos diferentes, ocho en Perú y seis en Bolivia. En Ecuador, el mayor arraigo y tradición por los juegos con *Phaseolus* se observó en la provincia de Imbabura, región en donde aún se usa las tortas (*P. lunatus*). El aprendizaje de la aritmética básica, mediante el uso del fréjol, fue mencionado en los tres países, sin embargo, desaparecen a partir de la década de 1990, probablemente reemplazados por: i) juguetes artesanales, industriales, electrónicos y ii) por los cambios en el sistema educativo, con el uso del material multibase 10. Esta situación trae consigo un gran riesgo de erosión genética en *Phaseolus*, por lo que es necesario implementar estrategias de conservación, en particular en la provincia de Imbabura, en donde aún se practican estos juegos; así como promover otros usos alternativos de estas especies.

Palabras clave: fréjol perenne, hábito indeterminado, semillas grandes bicolors, juegos tradicionales.

Abstract

The prevailing selection criteria for domestication of plants have been around edible, medicinal, and clothing characteristics; nevertheless, the story with beans (*Phaseolus* spp.) in the Andean region went further, by also using them in recreational activities

that integrate games and learning. In Ecuador, the different species of beans became an important element within the fun time activities of rural, city, school, juvenile, adult, and family groups pertaining the indigenous, afro-ecuadorian and mestizo populations, which was favored by the high morphological variability of these species. The objectives of this research were: 1) Collect the ludic and traditional games related to the different species of beans in the Andean region; 2) Deepen the knowledge of the tortas (*P. lunatus*). with special emphasis on the province of Imbabura, Ecuador; and 3) Analyze the conservation problems of *Phaseolus* spp. in Ecuador. Surveys were carried out in Ecuador, Peru and Bolivia. Surveys were carried out in Ecuador, Peru, and Bolivia. In Ecuador, 40 different games were identified, eight in Peru and six in Bolivia. In Ecuador, the deepest tradition for the games with *Phaseolus* was observed in the province of Imbabura, a region where they are still practice by using mainly the tortas (*P. lunatus*). Learning basic arithmetic using beans was mentioned in all three countries. The learning of basic arithmetic, through the use of beans, was mentioned in the three countries, however, they disappear from the 1990s, probably replaced by: i) handmade, industrial, electronic toys and ii) by changes in the educational system, with the use of multi-based material 10. This situation involves brings with it a great risk of genetic erosion of *Phaseolus*, which implies to implement conservation strategies, particularly in the province of Imbabura, where these games are still practiced; as well as promote other alternative uses of these species.

Keywords: perennial bean, indeterminate habit, large bicolor seeds, traditional games.

Introducción

En Ecuador se cultivan y consumen cuatro de las cinco especies domesticadas de fréjol (*Phaseolus* sp.): *Phaseolus vulgaris* L. (fréjol, poroto), *Phaseolus lunatus* L. (tortas, pallares), *Phaseolus coccineus* L. y *Phaseolus dumosus* Mac. (estas dos últimas especies conocidas como popayán) (Peralta, et al. 2019). El fréjol es el más cultivado en la región Sierra, en menor grado en la Costa y muy poco en la Amazonía y las islas Galápagos. Le sigue en importancia las tortas, las cuales son semi cultivadas y poco consumidas en la región serrana de Ecuador, pero muy apreciadas en provincias de la región costeña como Manabí en donde las conocen como haba manaba, haba pallar o habichuela (Mendoza y Linzán 1992, 1993), todas de tipo indeterminado. En tercer orden de importancia están los popayanes, los cuales son conservados y consumidos en algunas poblaciones de la serranía ecuatoriana como Imbabura (Ramirez y Williams 2003). A diferencia del fréjol y las tortas, los popayanes no son especies nativas, sino que fueron introducidas desde Mesoamérica (FAO, 1992); esto podría explicar, en parte, su menor importancia con respecto a las dos primeras.

Debouck, en Peralta et al. 2019, menciona que en los Andes “las evidencias genéticas del proceso de domesticación del fréjol y de la torta arrancó hace 8.000 años antes del presente, en un contexto sin cerámica y sin metalurgia en sus dos primeros milenios y sin maíz durante el primer milenio”. Además, el mismo autor (2019) menciona que la cultura Moche en la costa norte del Perú (100-800 años d. C.) dejó su mundo pintado en vasijas de cerámica, haciendo mucha referencia al pallar, a tal punto que algunos estudiosos pensaron que se trataba de su modo de escritura; al respecto, Hocquenghem (1984) señala que los pallares en la iconografía moche forman parte de las escenas de carreras, de combates y de juegos.

En el caso de Ecuador, hasta la fecha no existe evidencia arqueológica del fréjol pallar, pero hay certidumbre de que el fréjol común fue parte de la alimentación de los antiguos habitantes del Reino de Quito, pues vestigios de sus semillas datadas en 895 antes del

presente fueron encontradas en 2006 en el Complejo Arqueológico Rumipamba, en el centro norte de la ciudad capital (Erazo 2013).

Al respecto de lo señalado por Hocquenghem (1984) de que los pallares en la iconografía moche forman parte de las escenas de juegos, Martínez-Castillo et al. (2022) mencionan que, al margen de los criterios principales de selección *per se* (como el comestible, medicinal, vestido, estimulante y bebidas), existen plantas donde el juego una actividad banal para un sector de la sociedad ha sido parte de la domesticación; y cita como ejemplo a los frijoles (*Phaseolus* sp.). Estos autores continúan y señalan que los frijoles, fréjoles o porotos, representan la legumbre de grano comestible más importante en la alimentación humana a nivel mundial; sin embargo, “a lo largo de la historia para algunas culturas nativas de América, al parecer estos cumplieron un rol más que alimentario”.

Martínez-Castillo et al. (2022) señalan que en el México prehispánico se practicó un juego llamado “patolli”, término que significa frijol, el cual era jugado entre el vulgo y también por los gobernantes y que en algunos países andinos existen evidencias recientes del uso de diferentes especies de fréjol como parte de un gran número de juegos, lo cual podría implicar que dicha actividad tuvo un papel importante en su domesticación, al menos en la selección de semillas de las especies usadas en estos juegos.

Debouck (1995), en la conferencia ofrecida en la V Reunión de Leguminosas de la Zona Andina (RELEZA V), organizada por el INIAP y el CIAT en Ibarra, Imbabura, Ecuador, cuyo título fue “Cuando los antiguos ecuatorianos estaban ocupados jugando con las tortas: apuntes sobre la domesticación del fréjol en el Ecuador”, en su exposición resaltó lo siguiente: “*Los antiguos pobladores ecuatorianos estuvieron ocupados domesticando otra leguminosa en vez del fréjol común: la torta (Phaseolus lunatus L.), pues estaban divirtiéndose, jugando con ésta y practicando la selección*”. Debouck, en el año 2019, en el prólogo del libro “Lúdica y juegos con el fréjol en Ecuador, Perú y Bolivia”, mencionó: “*A todo curioso sobre el origen de los alimentos le va a interesar este libro por una paradoja: el uso de plantas alimenticias para fines no alimenticios, y donde es menos esperado: la lúdica*”.

Lo que se desconoce hasta la fecha es desde cuándo los pobladores de los Andes de Ecuador, Perú, Bolivia, el noreste de Argentina y en Colombia jugaron con las semillas de las diferentes especies de *Phaseolus* cultivadas y consumidas en estos territorios. Incluso, es bastante probable que también hayan jugado con fréjoles los pueblos presentes en la parte de la Costa y la Amazonía ecuatorianas. Independientemente de este desconocimiento, en Ecuador (por lo menos entre los años de 1900 y 1980), el fréjol se constituyó en un elemento de juego rural, ciudadano, escolar, juvenil, adulto, familiar, en las poblaciones indígenas, afroecuatorianas y mestizas; así como también parece haber sucedido en otros países andinos (Peralta et al. 2019).

La gran variabilidad genética de *Phaseolus*, marcada por la riqueza morfológica de sus semillas, llevó a los pobladores andinos a jugar con ellos; esta variabilidad fue y sigue siendo un aspecto clave para su uso en la agricultura, en la alimentación, en los juegos y en el aprendizaje, en todos los países atravesados por la dorsal montañosa de los Andes.

Al respecto, las especies domesticadas de *Phaseolus* son (entre las plantas cultivadas a nivel mundial) las que presentan más variación de colores en los tegumentos o cubiertas de sus semillas, a lo que se suma el tamaño, la forma y el brillo de estas (Debouck 2019).

Cárdenas (1989), enfatiza en estas características, pues refiriéndose a *P. lunatus* en Bolivia, señala que “*Los pallares en nuestros valles son aplastados (palatus), hasta de 2 cm de longitud por uno de ancho, blancos puros o con manchas negras o pardas, y rojo lilacinos*”.

con uno de los bordes con estrías blancas y aún del todo negros; se los come tiernos en ensaladas y también usan los niños en sus juegos, siendo un palatu equivalente a dos chuis”.

Las colecciones ecuatorianas conservadas en el banco de germoplasma del Ecuador en custodia del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria (INIAP) respaldan esta aseveración, pues allí se disponen de 2465 accesiones de fréjol común, 193 de tortas, 176 de *coccineus*, 7 de *polyanthus* y 292 de otras especies de leguminosas (Monteros-Altamirano et al. 2018). Así, en Ecuador, dependiendo de la variabilidad, se jugó en unas provincias más que en otras con las diferentes especies de fréjol: el juego en la provincia de Imbabura se mantiene con el uso de las tortas (Wiñay Kausay, 2018), mientras que en el sur de Ecuador se jugó más con el fréjol común (Peralta et al. 2019).

Para el desarrollo de este capítulo, los autores fueron motivados por agricultoras lideresas, cultivadoras de fréjol en el norte de Ecuador (Carchi e Imbabura 2016) para compilar los juegos con el fréjol al verlas jugar; idea que se fortaleció al recordar que también los autores jugamos con fréjoles entre amigos en la edad escolar y a la vez sirvieron para aprender las cuatro operaciones aritméticas. La presente investigación tuvo como objetivos principales: 1) Recopilar la lúdica y los juegos tradicionales vinculados con las diferentes especies de fréjol en la región andina; 2) Profundizar en el conocimiento de las tortas (*P. lunatus*); y 3) Analizar la problemática de la conservación de *Phaseolus* spp. en Ecuador.

Materiales y métodos

La recopilación de la información incluyó dos partes:

1) Una parte se recopiló entre el 2016 y 2019. Para esto, se estructuró una encuesta conteniendo nombres, edad, década en la que jugaron; localidad, parroquia, cantón, provincia, departamento, país; material genético y elementos con los que jugaron; relaciones de trueque o venta; número y nombres de los juegos practicados y la descripción de cada juego. Se estableció una muestra mínima de tres personas por provincia, departamento o país. Se entrevistaron a 85 personas en Ecuador, ocho en Perú y nueve en Bolivia, entre ellos amigos, exalumnos, familiares, agricultores, comerciantes y público en general, de manera personal, por teléfono y por medios electrónicos.

2) La segunda parte fue obtenida a través de una encuesta digital realizada en el año 2022, con respuestas desde los pueblos de Ibarra y Cotacachi de la provincia de Imbabura.

Resultados y Discusión

Los juegos en los Andes

En Ecuador se identificaron 40 juegos diferentes, ocho en Perú y seis en Bolivia. En Ecuador, los juegos más mencionados fueron siete: bomba, tres en raya, perinola y trompos, hoyo, pica, pares o nones y quiriminduña ¿cuántos serán? (Figura 1). El aprendizaje de la aritmética básica usando el fréjol fue mencionado en los tres países (Figura 2).

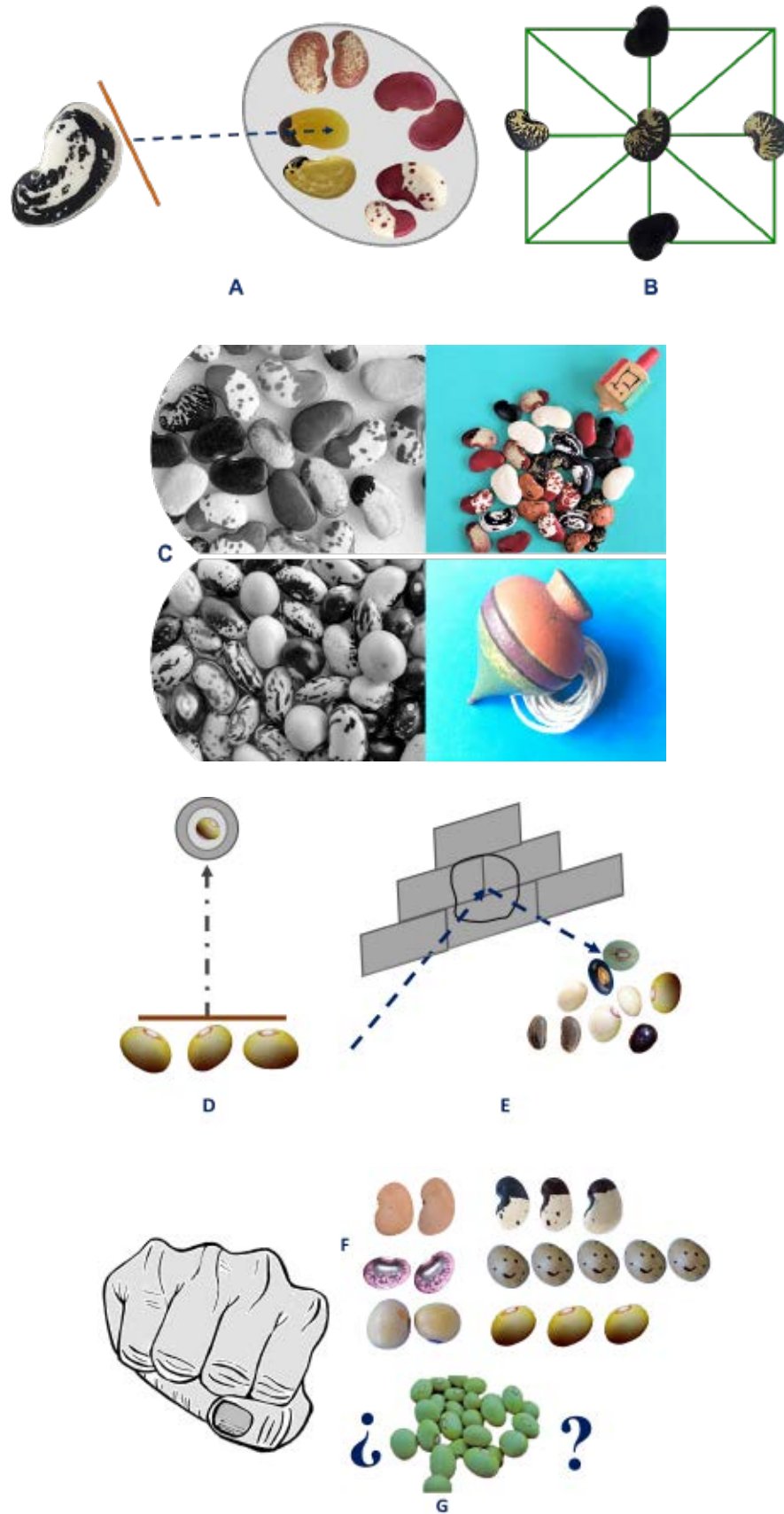


Figura 1. Siete juegos con fréjol más practicados en Ecuador: **A.** Bomba; **B.** Tres en raya; **C.** Perinola y trompo; **D.** Hoyo; **E.** Pica; **F.** Pares o nones; **G.** Quiriminduña. (Fotografía: E. Peralta).

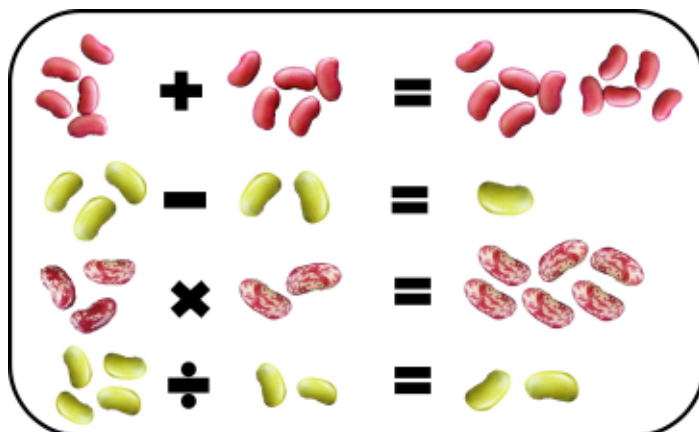


Figura 2. Las cuatro operaciones básicas, practicadas usando fréjoles en todas las provincias de la Sierra de Ecuador. (Fotografía: E. Peralta).

La diversidad genética de las especies de *Phaseolus* fue un factor decisivo en la inventiva y creación de los juegos con estos; donde el tamaño, la forma y la coloración contribuyeron a desarrollar diferentes formas de jugar, divertirse y entretenerse o calcular. Las Figuras 1 y 2 dan ejemplo de esta diversidad encontrada en los Andes. Un punto interesante por resaltar es que, para dar mayor trascendencia a los juegos practicados con fréjol, en algunos lugares de Ecuador se magnificó el valor de algunas semillas por su poca disponibilidad, a la vez que se establecieron formas y valores de trueque o intercambio (Figura 3).

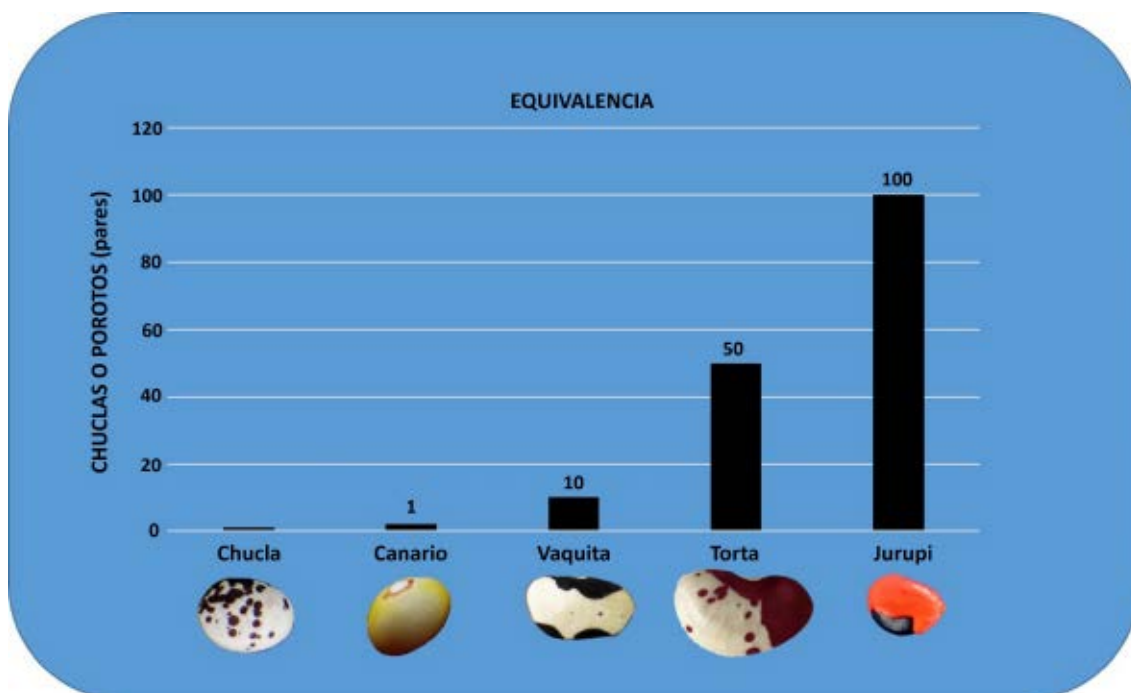


Figura 3. Una “chucla” o cualquier fréjol, equivalía a dos fréjoles amarillos “canario”; una vaquita a 10 pares de chuclas; una torta a 50 pares y un jurupi equivalía a 100 pares de chuclas. (Fotografía: E. Peralta).

De la investigación realizada por Peralta et al. (2019), se concluye que los juegos y aprendizaje de las cuatro operaciones aritméticas básicas usando los fréjoles, datan entre los años 1900 a 1920, por los testimonios recogidos a personas con una edad entre 90 a 92 años, pues ellos aprendieron los juegos de sus padres. A pesar de su gran importancia durante

mucho tiempo, los juegos desaparecen entre las décadas de 1980 y 1990 en casi todos los pueblos andinos, con excepción de la provincia de Imbabura; esto permite concluir que los juegos tienen una historia de por lo menos 100 años, con base en algunos testimonios. Estos mismos autores señalan que es probable que estos juegos fueron reemplazados por: i) juguetes artesanales, industriales, electrónicos y ii) por los cambios en el sistema educativo, con el uso del material multibase 10.

Las tortas en Imbabura

Imbabura es una provincia del Ecuador ubicada al norte de la región sierra o interandina, con territorios en el flanco de la cordillera occidental. Cuenta con una superficie de 4.611 km² y una población aproximada de 480.000 habitantes; distribuida en seis cantones: Ibarra, la capital, ubicada a 2.240 m s.n.m.; Cotacachi (2.360 m); Antonio Ante/Atuntaqui (2.240 m); Otavalo (2.460 m); Pimampiro (2.165 m) y Urcuquí (2.270 m). En la provincia se han identificado cuatro zonas agroecológicas: a) zona altoandina con cultivos de tubérculos, raíces andinas y cereales; b) zona media de clima templado (12 a 18 °C), donde predominan los cultivos de fréjol arbustivo, fréjol voluble o trepador, maíz suave, duro, frutales y hortalizas; c) la zona del valle cálido, con cultivos de fréjol arbustivo, frutales y hortalizas y d) la zona de estribación de cordillera con cultivos de plátano, yuca, maíz duro, fréjol arbustivo, caña de azúcar, café y ganadería (Gobierno Provincial de Imbabura GPI 2021; Calle 2016).

Los resultados de la encuesta implementada en el año 2022, en comunidades del cantón Ibarra y Cotacachi, permitió rescatar parte del conocimiento del cultivo y manejo de las tortas, el cual se resume a continuación:

- El cultivo de las tortas es una tradición transmitida de padres y abuelos; se cultivan o conservan las tortas desde hace 10 o 67 años, las cuales son sembradas en los linderos, quebradas o junto a los árboles usando una pala y poniendo 3 semillas por hoyo o sitio.
- Se conocen 15 variedades nativas, los entrevistados disponen entre cinco y 15 de tipo tortas.
- A las tortas, también se les identifica como pallares o vaquitas. A las variedades de semillas más grandes las conocen como katzas, tauka tauka wailla, raku tortas (nombres kichwas).
- Se consumen en grano tierno, para lo cual –como algunas son muy amargas–, antes de consumirlas observan si las aves silvestres pican las vainas tiernas.
- Una vez maduras las vainas realizan la cosecha y las semillas son destinadas a los juegos, a los que llaman juego de tortas, bomba, triquiñuelas, banquito, voluntario y perilla.
- Los juegos son muy tradicionales, practicados generalmente en el mes de mayo y juega la familia completa, tanto en sus casas como en las comunidades. El juego con las tortas sirve para desarrollar la creatividad y la psicomotricidad en los niños y la recreación entre los adultos.
- Las semillas secas son afectadas por el gorgojo (*Acanthoscelides obtectus* Say), por lo que son conservadas en fundas de tela o recipientes secos.
- Hay personas que no intercambian, pero hay otras que si lo hacen en la feria del Muyu Raimi en Cotacachi que se celebra cada año en el mes de agosto (Figura 4).

En Imbabura aún se conserva una alta diversidad de *Phaseolus* en las chakras, particularmente de las tortas (Figura 5). Al respecto, en el Banco Nacional de Germoplasma del INIAP, de las 193 accesiones de tortas conservadas, 69 provienen de Imbabura y 5 de Manabí.



Figura 4. El Muyu Raymi o Feria de las Semillas se celebra en agosto de cada año en Cotacachi, Imbabura, liderada por la UNORCAC y el INIAP; es el momento para observar, adquirir o intercambiar, entre otras, semillas de tortas (Fotografía: E. Peralta, 2019, 2022).



Figura 5. Diversidad de tamaños, colores y formas observadas en las tortas cultivadas en Imbabura. (Fotografía: E. Peralta, 2022).

Ramirez y Williams (2003), en referencia a la agrobiodiversidad de Cotacachi, mencionan que “las tortas o pallares, son porotos especiales cultivados por sus semillas grandes y aplanadas de colores y dibujos vistosos que se usan como piezas para juegos típicos”.

La diversidad genética de *Phaseolus* jugó un papel muy importante en el uso de estas especies en los juegos y el aprendizaje; esta no surgió por azar, sino que ha sido producto del manejo y selección de los productores (Figura 5, 6), quienes generaron su propio conocimiento alrededor de esta diversidad. En el caso de Imbabura y provincias cercanas, los pueblos Kichwas, dependiendo de los colores de las semillas y su parecido con los animales, les asignan diferentes nombres (Figura 7). Por ejemplo, una semilla de colores negro con amarillo y manchas blancas, se la conoce con el nombre quichua de huiracchuro o “wiruk churu”, nombres con los que se identifica también a un pájaro silvestre andino (*Pheucticus chrysogaster*); la torta de dos colores es conocida como “murungu” (blanco y negro, blanco y café); referente a un caballo y a una torta grande de color negro se la conoce con el nombre de “yana wakra”, es decir un toro adulto de este color.



Figura 6. Cultivo de tortas en Imbabura: **A.** Guardiana de semillas en Imantag, Cotacachi; **B.** Flores y vainas verdes; **C.** Vainas secas; **D.** Semillas maduras de la misma planta (Fotografía: E. Peralta).

1	Avanu		11	Puka wakra	
2	Chapu		12	Sinchado turu	
3	Huiracchuro		13	Suku conejo	
4	Katza		14	Suku vaca	
5	Kustillas		15	Ukucha	
6	Lichi vaca		16	Yana chipi	
7	Murungu		17	Yana wakra	
8	Misi paya		18	Quillu chumpi	
9	Pintado turu		19	Wiruk chura	
10	Puka chipi		20	Yurak	

Figura 7. Nombres kichwas y semillas de tortas de Imbabura y otras provincias, en donde se relacionan los colores de las semillas con los colores de los animales. (Fotografía: E. Peralta, 2022).

Peralta et al. (2019), mediante entrevistas realizadas en Imbabura, identificaron 13 juegos diferentes practicados con los fréjoles comunes, popayanes y principalmente con las tortas. Los nombres de los juegos son los siguientes: el triquis, tres en raya o triqui-traca; la bomba o chunkana; el chulo; la ranfla; el banco; las cachas; el ennoque; los pares o nones; la perinola; el sapo; el viento o hueso; el churu o caracol y la pica y junto a estos el aprendizaje de las operaciones aritméticas. Los juegos con las tortas en los pueblos de Imbabura tanto citadinos como rurales, son practicados en la casa, el parque, la calle, la escuela, la cancha o en el campo. Juegan en los días de carnaval; en los meses de marzo y abril y con énfasis el 3 de mayo, el día de la cruz cristiana para la población mestiza católica y el día de la Chakana

o Cruz del Sur, símbolo sagrado de los pueblos andinos originales. Entre otros datos de interés relacionados está que son las mujeres las guardianas o cuidadoras de las semillas o tortas, quienes conservan celosamente las mismas hasta la próxima temporada de juegos. También, las personas de edad avanzada convocan a una reunión a sus hijos y nietos para repartir una porción de tortas a cada uno, como herencia, recomendando cuidar de ellas y seguir jugando. A continuación, describimos los tres juegos que más frecuentemente se practican hoy en día en Imbabura.

1. Triquis, tres en raya o triqui-traca.

Este juego consiste en trazar una figura sobre madera, cartón, papel o en el piso, usando marcadores, madera, carbón vegetal o piedras; con dos líneas horizontales cruzadas por dos verticales del mismo tamaño, que dan lugar a nueve celdas o casillas. Otra figura semejante consiste en tres líneas verticales cruzadas por tres horizontales y dos líneas oblicuas desde sus extremos, formando un cuadrado y dando lugar a nueve puntos de encuentro de estas. Los dos jugadores – hombres y/o mujeres – una vez que acordaron la apuesta en pares de tortas y quién inicia el juego; el primero coloca una torta en el punto central de encuentro de las líneas, enseguida el segundo jugador hace lo mismo en puntos laterales; el contrincante juega y coloca una torta del mismo color o tamaño en el mismo sentido o línea, el otro jugador se interpone con su torta para bloquearlo colocando a esta en el intermedio; hasta que uno de ellos con astucia, sagacidad, ligereza y viveza mental logra colocar sus tres tortas en línea y gana el juego (Figura 8).



Figura 8. Dos maneras de jugar el tres en línea o triqui traca. (Fotografía: E. Peralta, 2022).

2. La bomba o chunkana

Para este juego se inicia trazando un círculo en el piso o suelo, para lo cual usan una tiza, carbón o madera para rayar. El diámetro puede variar entre 50 cm a 1 m. Juegan entre dos o más jugadores (hombres, mujeres, adultos, jóvenes o niños) quienes acuerdan la apuesta, es decir cuántos pares de tortas se colocarán por cada uno dentro del círculo, como también la distancia desde donde se lanzará la semilla más grande o “katzá”, que puede ser muy cerca al círculo o hasta dos metros de distancia. El primer jugador que lanza trata con su semilla de golpear a las tortas que están dentro del círculo para sacarlas fuera de este, si lo logra gana esta o estas tortas y sigue lanzando mientras siga sacando, de otra manera cede el turno al siguiente y así sucesivamente hasta sacar todas las tortas del círculo (Figura 9).

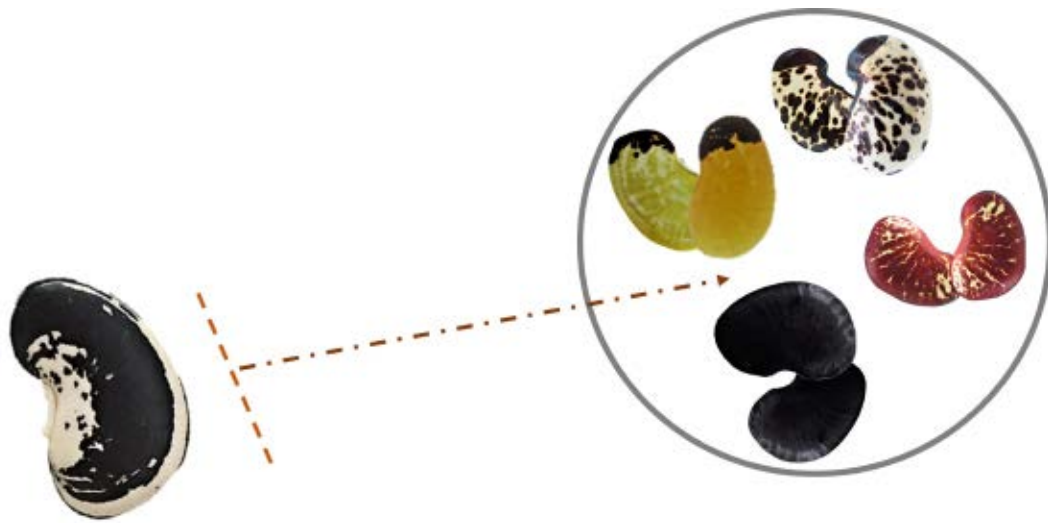


Figura 9. Ilustración del juego de la bomba o chunkana. (Fotografía: E. Peralta, 2022).

3. La perinola y las tortas, *kaspi piruru*

En este juego pueden participar más de dos jugadores, tanto hombres como mujeres, jóvenes y niños. Para esto hay que disponer de una perinola de cuatro o seis lados, que son generalmente elaboradas en madera, y cada uno con su bolsa de tortas de todos los colores y tamaños. En la perinola de cuatro lados, cada lado viene marcado con una letra mayúscula: P=poner, T=todo, S=sacar, D=dejar; a diferencia de la perinola de seis lados que tiene grabado lo siguiente: T=tukuy=todo, SH=shuyay=espera, LL=lluckchi=saque, TCH=tukuylla churaychick=pongan todos, CH=churay=ponga y S=saki=deja. La perinola de cuatro lados es de uso frecuente en la población mestiza, mientras que la de seis lados es en la población indígena. Una vez puestos de acuerdo, quién juega primero y el número de pares de tortas a apostar, el jugador tomando la perinola por su cabeza entre los dedos pulgar e índice, hace bailar o girar a la misma sobre el piso o la mesa de juego y dependiendo del lado que se detenga, el jugador ejecuta la orden marcada en ella. Juegan alternadamente y gana quien más veces logra que la perinola marque T=tukuy=todo (Figura 10).



Figura 10. Perinola de cuatro lados y variabilidad de tortas para las apuestas, siempre por pares. (Fotografía: E. Peralta, 2022).

Algunas razones del por qué persisten los juegos tradicionales con fréjoles en Imbabura y no en otras regiones de Ecuador pueden ser las siguientes:

- a) Los juegos con las tortas están arraigados a la cultura y tradiciones de los pueblos de Imbabura.
- b) Con el sincretismo cultural entre lo religioso católico y la cosmovisión andina, el juego de las tortas coincidentalmente lo han relacionado con la Santa Vela Cruz, que es el 3 de mayo. De esta manera, para cerrar la época del juego de tortas, en la casa donde se velaba la Cruz de Cristo se instalaba el juego de las tortas para entretenimiento de los acompañantes y que no se duerman, mientras el dueño de casa atendía con comida y bebida (Wiñay Kausay 2018).
- c) Los juegos se mantienen en la población, tanto mestiza como indígena, constituyendo un legado cultural de padres a hijos, generación tras generación (Figura 11).
- d) Se observa una conciencia generalizada en la población de esta provincia sobre la importancia de conservar la diversidad genética de sus cultivos, principalmente del fréjol y el maíz; lo que se perdió en las demás provincias del país.
- e) El INIAP, la Asociación de Educadores Ambientalistas de Cotacachi-ASEAC y la Unión de Organizaciones Campesinas de Cotacachi-UNORCAC, desde el año 2003 han implementado actividades de educación en agrobiodiversidad como parte del aprendizaje escolar a nivel rural con el uso de la diversidad local, entre ellas las tortas como medio de enseñanza y rescate de los juegos (Sáenz, P. et al. 2009).



Figura 11. Jóvenes, adultos y niños participando del aprendizaje y los juegos tradicionales con fréjol torta en Otavalo, Imbabura (Fotografía: Sairi Cáceres, 2019, 2020).

Conservación de las especies de *Phaseolus* en Ecuador

Las diferentes especies de *Phaseolus* no están libres de una gamma de plagas y enfermedades. En el caso particular de las semillas, un insecto plaga observado en las tortas de Imbabura es el gorgojo (*Acanthoscelides obtectus* Say) (CIAT 1988), el cual puede causar un daño total a las simientes destinadas a la siembra, a los juegos y a otros fines (Figura 12).



Figura 12. Daños en granos de fréjol torta causados por el gorgojo (*A. obtectus* Say), especie presente en zonas templadas como Imbabura. (Fotografía: E. Peralta, 2022).

De otra parte, observaciones directas realizadas por el autor principal en las dos últimas décadas, confirman la sustitución del fréjol común (*P. vulgaris*) de hábito trepador o voluble (en áreas que se asocian con el maíz en la Sierra), por el fréjol popayán (*P. coccineus*); una de las razones está relacionada con la resistencia de esta segunda especie a las enfermedades como resultado de las lluvias frecuentes. En 2019, una situación similar se observó en localidades de las provincias del Azuay y Cañar. Así, el fréjol popayán está pasando a ser parte de los sistemas de producción como una alternativa al fréjol común, ya que su cultivo permite una cosecha más segura. Esta situación debe ser confirmada por los especialistas en el manejo de la agrobiodiversidad y así generar estrategias de conservación de las variedades nativas de fréjol antes de que estas terminen por desaparecer.

En el caso de las tortas, hasta hace ocho décadas estas estuvieron presentes en todos los territorios de la Sierra ecuatoriana; sin embargo, hoy en día difícilmente se les localiza en Ecuador excepto, como ya se señaló, en la provincia de Imbabura (Peralta et al. 2019, 2022). Esto sugiere la existencia de un grave problema de erosión genética en esta especie, por lo que su conservación *in situ* implica un gran reto para las organizaciones campesinas de Imbabura, como la UNORCAC o la Asociación de Jóvenes Kichwas de Imbabura (AJKI). Al respecto del uso de *Phaseolus* en los juegos tradicionales de los Andes, y particularmente con las tortas en Imbabura, Martínez-Castillo, et al (2022), señalan que "... si entendemos que, como proceso evolutivo, la domesticación de plantas implica un inicio (la selección de germoplasma silvestre...) y también un fin (la extinción de variedades...), esto nos permite reconocer la gran necesidad de llevar a cabo esfuerzos de colecta y conservación no solo de las especies de frijol de la región Andina... independientemente de los fines para las cuales fueron domesticadas". Sin duda, la academia debe de jugar un rol importante y apoyar para generar estrategias de conservación y evitar la erosión genética de esta invaluable riqueza biocultural que incluye no solo la diversidad genética de *P. lunatus* usada en la alimentación, sino también en los juegos tradicionales.

Uso alternativo de las tortas

Además del uso de las tortas y otras especies de *Phaseolus* en los juegos tradicionales de los Andes, existen otros usos potenciales que deben ser explorados. Un profesor del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, en Costa Rica, en 1995, al referirse a la conservación de los recursos fitogenéticos señaló que: “*A mayor uso, mayor conservación*”. Tomando en cuenta esto, el autor principal ha venido trabajando en la búsqueda de usos alternativos de las semillas de tortas; en el año 2022, al disponer de un buen número de las variedades de tortas que se cultivan en Imbabura, con semillas de tamaño mediano a grande y de colores diferentes, está promoviendo un emprendimiento de “joyería artesanal”. Con las técnicas de bisutería y el uso de la resina sintética busca generar otra alternativa de uso y así propender a una mayor conservación de la especie (Figura 13), que muy bien podrían ser adoptadas por artesanos de los pueblos de Imbabura para generar fuentes de trabajo e ingresos y a la vez conservar la especie.



Figura 13. Productos de bisutería, utilizando las tortas como elemento principal del adorno; elaborado por Roxana Terceros, Quito, 2022. (Fotografía: E. Peralta).

Conclusiones

Las semillas de las cuatro especies de *Phaseolus* en los Andes han sido usadas en la agricultura, la alimentación, la lúdica, los juegos y el aprendizaje de las cuatro operaciones básicas practicadas en escuelas y hogares. El reemplazo del uso de las tortas como elemento de juego y lúdica se limita en la década de los 80's y 90's siendo sustituidas por otros elementos para jugar producidos en serie y de diferentes materiales industriales.

Esta situación no solo representa un gran riesgo de erosión genética, sino también una erosión cultural y social, cuando la lúdica y el juego son parte importante del desarrollo del ser humano (como individuo y como grupo social).

Las tradiciones locales como el festejo de la cruz cristiana y de la chacana o cruz del sur, practicado tanto en poblaciones mestizas como indígenas, ha permitido mantener la diversidad en territorio, así como las costumbres ligadas a la semilla, aspectos que son visibilizados en la provincia de Imbabura, por lo que debería ser considerado como parte del patrimonio cultural del Ecuador y de la humanidad, además de fortalecer la conservación *in situ*.

En algunas comunidades de Imbabura el fréjol torta es cosechado en estado tierno para ser usado como parte de la alimentación y en estado seco para semilla y los juegos tradicionales.

Recordemos algunas frases relacionadas con la lúdica y el juego: “El juego infantil, con sus tradiciones y sus reglas, constituye un auténtico espejo social. Huamán J. 2017”; “El juego es vital, condiciona un desarrollo armonioso del cuerpo, de la inteligencia y la afectividad. Vicuña L. 2017”; “A través de los juegos y de su historia se lee no solo el presente de las sociedades sino el pasado mismo de los pueblos”; “Una parte importante del capital cultural de cada grupo étnico reside en su patrimonio lúdico, enriquecido por las generaciones sucesivas, pero amenazado también a veces de corrupción y extinción. Ríos L. 2017”.

Recomendaciones

Es importante realizar investigaciones de tipo agronómico, genético, nutricional, gastronómico y plantear proyectos y programas para promocionar el uso de la especie por su adaptación al cambio climático, la importancia en la alimentación y el uso social. A la vez, planificar actividades que permitan la caracterización de las accesiones del Banco de Germoplasma y la conservación de aquellas variedades que corran más riesgo de desaparecer frente el ataque de insectos plaga como el gorgojo.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Jaime Martínez e Iván Reinoso por su revisión y sugerencias preliminares en la redacción del texto, como también a los Revisores.

Referencias

- Arroyave, J. 1987. Maíz-Haba, una asociación para el valle del río Portoviejo. Boletín divulgativo N°. 196. Estación Experimental Portoviejo. INIAP. Portoviejo, Ecuador. 5 p.
- Calle, D. 2016. Identificación y caracterización de los sistemas de comercialización primarios de la producción agropecuaria de agricultura familiar campesina en la provincia de Imbabura. Trabajo de Grado previo a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma. Carrera de Ingeniería Agronómica. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. pp. 23, 24.
- Cárdenas, M. 1989. Manual de plantas económicas de Bolivia. 2ª edición. Enciclopedia Boliviana. La Paz, Bolivia. pp. 108.
- CENTRO INTERNACIONAL de AGRICULTURA TROPICAL. 1988. Principales insectos que atacan el grano de frijol almacenado y su control; guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audio tutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: Aart van Schoonhoven; César Cardona; Jorge García. Producción: Héctor F. Ospina, Carlos A. Valencia, Cali, Colombia. 45 p. Tercera edición.
- Debouck, D. 2019. Prólogo. En: Lúdica y juegos con fréjol en Ecuador, Perú y Bolivia. Quito, Ecuador. 216 p.
- Debouck, D. 1995. Cuando los antiguos ecuatorianos estaban ocupados jugando con las tortas: apuntes sobre la domesticación del fréjol en Ecuador. Unidad de Recursos Genéticos. CIAT, Cali, Colombia. Resúmenes de la Quinta Reunión de Leguminosas de Grano de la Zona Andina, RELEZA V. INIAP, PROFRIZA, COTESU, CIAT. Ibarra, Ecuador. pp. 35-36.
- Erazo, R. 2013. Fechas calibradas de maíz y fréjol, periodo de integración, yacimiento arqueológico Rumipamba, Quito. Revista No 5. Evidencia Ancestral. La otra historia. Quito, Ecuador. pp. 33-42.
- Gobierno Provincial de Imbabura-GPI. 2021. Diagnóstico y Propuestas de Estrategias Sostenibles para mejorar las Unidades Productivas Agropecuarias Familiares Campesinas de Imbabura. Ibarra, Ecuador. pp. 15-20.
- Hocquenghem, A-M. 1984. El hombre y el pallar en la iconografía Moche. En: Antropológica del Departamento de Ciencias Sociales. Vol. 2. N°. 2. Separata. Pontificia Universidad Católica del Perú. pp. 405.
- Martínez-Castillo, J., Peralta, E., Peralta, F., Peralta, H., León, M. 2022. El papel del juego en la domesticación de las plantas. Herbario CICY. 14. Centro de Investigación Científica de Yucatán. A.C. Mérida, México. pp. 168-173.
- Mendoza, H. y Linzán, L. 1993. INIAP Portoviejo 491, una variedad de haba veranera para el litoral ecuatoriano. Plegable No. 132. Estación Experimental Portoviejo. INIAP. Portoviejo, Ecuador.

- Mendoza, H. y Linzán, L. 1992. INIAP Portoviejo 490, una variedad de haba invienera para el litoral ecuatoriano. Plegable No. 124. Estación Experimental Portoviejo. INIAP. Portoviejo, Ecuador.
- Monteros-Altamirano, A., Tacán, M., Peña, G., Tapia, C., Paredes, N., Lima, L. 2018. Guía para el manejo de los recursos fitogenéticos en Ecuador. Protocolos. Publicación miscelánea No 432. INIAP. Estación Experimental Santa Catalina. Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos. Mejía, Ecuador. pp. 83.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO. 1992. CULTIVOS MARGINADOS otra perspectiva de 1492. Producción y protección vegetal N°. 26. Editado por J. Hernández y J. León. Publicado en colaboración con el Jardín Botánico de Córdoba, España. Roma, Italia. pp. 46, 48, 57.
- Peralta, E., Peralta, F., Peralta, H. 2022. Uso social del fréjol torta: lúdica y juego en Suramérica. En: Memorias del II Simposio Internacional sobre el Fréjol Lima (*Phaseolus lunatus* L.): Retos y Perspectivas ante Escenarios de Cambio Climático. Instituto de Etnociencias de la Universidad Central del Ecuador y Centro de Investigación Científica de Yucatán. A. C. México. Quito, Ecuador. pp. 16-17.
- Peralta, E., Peralta, F., Peralta, H. 2019. Lúdica y juegos con el fréjol en Ecuador, Perú y Bolivia. Quito, Ecuador. 216 p.
- Ramírez, M., Williams, D. 2003. Guía Agro-culinaria de Cotacachi, Ecuador y sus alrededores. IPGRI-Américas. Cali, Colombia. pp. 30, 31.
- Sáenz, P., Nicklin, C., Williams, D. 2009. Guía para Profesores/as Rurales sobre el tema de Agrobiodiversidad. Sembrando semillas de reflexión y esperanza. Asociación de Educadores Ambientales de Cotacachi-ASEAC, UNORCA, INIAP. Quito, Ecuador. 86 p.
- Wiñay Kawsay. 2018. Ñawpa pukllaykuna. Juegos tradicionales. Revista intercultural. Edición especial. Otavalo, Ecuador. 24 p.
- <https://issuu.com/jhanetnelyhuamaniperez/docs/literatura>
- <https://1library.co/document/z1d155vz-taller-verbales-desarrollo-expresion-ninos-laurita-vicuna-huanuco.html>
- <https://es.studenta.com/content/116768039/rios-laura-2017-ludopedagogia-escolar-planetaria>
- https://issuu.com/eduardoperaltai/docs/2_201_c3_9adica_20y_20juegos_20fr_c3_89jol_20u_2/



CAPÍTULO IV

Fotografía: Eduardo Peralta Idrovo



Fréjol torta o pallar (*Phaseolus lunatus* L.) en Ecuador: calidad nutricional y potenciales beneficios para la salud humana.

Elena Villacrés¹, María Belén Quelal², Javier Álvarez³ y Eduardo Peralta⁴

^{1,2,3} Investigadores del Departamento de Nutrición y Calidad, E. E. Santa Catalina, INIAP, Mejía, Ecuador; elena.villacres@iniap.gob.ec; maria.quelal@iniap.gob.ec; javier.alvarez@iniap.gob.ec

⁴ Investigador independiente, exINIAP, Quito, Ecuador; peraltaedu55@gmail.com

Resumen

Phaseolus lunatus L. es una leguminosa que crece en ambientes tropicales, tanto en el trópico húmedo como en el seco. En Ecuador, las variedades tipo “pallar” de color blanco, en estado tierno o maduro, son utilizadas en la alimentación humana; sin embargo, las variedades con granos de otros colores no han sido lo suficientemente caracterizadas, ni utilizadas. En este contexto, se realizó la caracterización química de 15 variedades de *P. lunatus* (9 conocidas como fréjol torta y 6 conocidas como pallares, haba manaba o habichuela), con el fin de fomentar su uso y consumo como componente de una alimentación saludable. En la composición proximal se determinó que los componentes mayoritarios de esta leguminosa son los carbohidratos totales, mismos que variaron entre 57,05 a 66,53 g/100 g bs. En orden de concentración sigue la proteína total, cuyo mayor contenido lo presentó IM-008 Rosa Jaspeado, con 29,55 g/100 bs. En general, se determinó que los granos son ricos en fibra dietética insoluble, que alcanzó hasta 21,28 g/100 g bs en el pallar MA.04 de hoja puntada. Los minerales calcio y magnesio se presentaron en mayor concentración en las variedades tipo pallar, mientras que el hierro sobresalió en la variedad tipo torta IM-010 negro, con 7,84 mg/100g. Contrastando con este perfil nutricional se determinaron numerosos anti nutrientes, con predominio de los tiocianatos en la variedad tipo torta IM-010, con 48,48 mg/100 g y el ácido fítico en la variedad tipo torta IM-009 negro-dorado, con 9,48 mg/g; estos valores sugieren la necesidad de procesar los granos antes de su consumo para eliminar o disminuir gran parte de los anti nutrientes naturalmente presentes en los granos de esta especie.

Palabras clave: proteína, carbohidratos, anti nutrientes, ácido fítico, tiocianatos.

Abstract

Phaseolus lunatus L. is a legume that grows in tropical environments, both in the humid and dry tropics. In Ecuador, the white “pallar” type varieties, in a tender or ripe state, are used for human consumption; however, the varieties with grains of other colors have not been sufficiently characterized or used. In this topic, the chemical characterization

of 15 varieties of *P. lunatus* (9 known as torta beans and 6 as pallares, manaba or string beans) was carried out, in order to promote their use and consumption as component of a healthy diet. Proximal composition showed that the main components of this legume are total carbohydrates, which varied between 57.05 to 66.53 g/100 g bs. In order of concentration follows the total protein, whose highest content presented IM-008 heather pink color, with 29.55 g/100 bs. In general, it was determined that the grains are rich in insoluble dietary fiber, which reached up to 21.28 g/100 g bs in MA.04 pallar bean with pointed leaf. The minerals calcium and magnesium presented higher concentration in the pallar-type varieties, while iron predominated in the IM-010 black torta-type variety, with 7.84 mg/100g. Contrasting with this nutritional profile, numerous antinutrients were determined, with a predominance of thiocyanates in the torta-type variety IM-010, with 48.48 mg/100 g, and phytic acid in the torta-type variety IM-009 black-gold, with 9.48 mg/g. These values suggest the need to apply processes to the grains before consumption in order to eliminate or reduce the antinutrients naturally present in this species.

Key words: protein, carbohydrates, anti-nutrients, phytic acid, thiocyanates.

Introducción

Las leguminosas son una familia botánica que se caracteriza por su fruto en forma de legumbre, donde se alojan las semillas; se diferencian de las oleaginosas por su bajo contenido en grasa. En alimentación humana y animal se utilizan hasta 150 especies de leguminosas de las cuales, las más relevantes para el consumo humano, son los frejoles (*Phaseolus* spp.), las lentejas, las arvejas, los garbanzos y las habas. Algunas leguminosas se consumen en verde aprovechándose el grano tierno y la vaina (habas y frejoles tiernos); otras se secan, se desprenden de la vaina y los granos se consumen una vez rehidratados y cocidos (Duranti, 2006). En el caso particular del fréjol, en Ecuador se cultivan y consumen cuatro de sus cinco especies domesticadas: *Phaseolus vulgaris* L. (fréjol común), *Phaseolus lunatus* L. (tortas), *Phaseolus coccineus* L. y *Phaseolus dumosus* Mac. (popayán). A nivel mundial, *P. vulgaris* es la especie más consumida de fréjol, siguiendo en orden de importancia *P. lunatus*.

Phaseolus lunatus es una especie herbácea anual o perenne que se cultiva desde el norte de México hasta el Sur de Chile, en áreas cálidas y templadas. En Ecuador es conocida con diferentes nombres (dependiendo de la variedad considerada): fréjol torta, haba pallar, haba de Lima y fréjol mantequilla. Su cultivo tiene un potencial agronómico en condiciones tropicales de sequía o exceso de humedad con rendimientos que superan los 2580 kg/ha (Chel-Guerrero et al. 2002). Esta especie, al igual que otras leguminosas, es una fuente esencial de proteínas y aminoácidos de origen vegetal para la población, por lo que es recomendado su consumo como parte de una dieta saludable para combatir la obesidad, prevenir y ayudar a controlar enfermedades como la diabetes, las afecciones coronarias y el cáncer (Anderson et al. 2002). La importancia de esta especie radica en varios aspectos: 1) desde el punto de vista económico, su cultivo representa una fuente de ocupación e ingreso; 2) es un cultivo tradicional ya que, al igual que otros cultivos como el maíz y la papa, ha acompañado al poblador ecuatoriano a partir del momento en que nació la agricultura, por lo que se puede considerar como un factor de identificación cultural; 3) es una fuente importante de nutrientes como las proteínas, vitaminas, fibra, carbohidratos y compuestos

beneficiosos con efecto protector en el desarrollo de enfermedades como algunos tipos de cáncer, hipercolesterolemia, diabetes y osteoporosis (Pérez-Hidalgo et al. 1997).

En Ecuador, las variedades de *P. lunatus* conocidas como “habas pallar”, cuyos granos son de color blanco, en estado tierno con una humedad del 60% o maduro con una humedad del 14%, presentan bajo contenido de anti nutrientes y son utilizadas en la alimentación humana en las provincias de Manabí, Los Ríos y otras del litoral ecuatoriano; los pallares de tamaño mediano o grande tienen potencial para ser comercializados a nivel de la sierra, presentan un gran potencial agroindustrial y en países como Estados Unidos el grano tierno se comercializa como producto enlatado. Por otro lado, el grano seco de las variedades de otros colores (monocolor o bicolor) es amargo, debido a la presencia de saponinas, alcaloides, tiocianatos y otros anti nutrientes. En la provincia de Imbabura, las semillas secas son utilizadas no solo en la alimentación sino también en los juegos tradicionales (Peralta et al. 2022) y podrían ser usadas para la extracción de proteínas de cuya hidrólisis resultan péptidos para uso cosmetológico (Gallegos et al. 2013) y para la elaboración de insecticidas (Blanco-Labra y Aguirre-Mancilla 2002).

El calentamiento atmosférico está alterando la duración de la estación de crecimiento, afectando con ello las épocas de floración y cosecha de los cultivos. Las variaciones de las temperaturas y de las estaciones de crecimiento también podrían afectar la proliferación y propagación de algunas especies, como insectos, malas hierbas invasoras, o de enfermedades, todo lo cual podría afectar a su vez a las cosechas. Parte de estas posibles pérdidas se podrían compensar con prácticas agrarias como la rotación de cultivos para adaptarlas a la disponibilidad de agua, ajustar las épocas de siembra a las pautas de temperatura y precipitación y utilizar variedades de cultivos más adecuadas a las nuevas condiciones como *P. lunatus*, que es una especie más resistente al calor y a la sequía. Igualmente, debido al cambio climático y la competencia por recursos escasos, es necesario transformar todo el sistema alimentario, aumentando la eficiencia en el aprovechamiento de los recursos, reduciendo constantemente los impactos ambientales, incluidas las emisiones de gases de efecto invernadero, reduciendo los residuos alimentarios y el consumo de alimentos intensivos en la explotación de recursos como la carne y facilitando el acceso a alimentos de valor nutricional como *P. lunatus*. Esta especie es una importante fuente de diversidad genética que no ha sido lo suficientemente estudiada en Ecuador desde el punto de vista nutricional y funcional. Bajo este contexto el presente trabajo se realizó con el fin de determinar los compuestos nutricionales, anti nutricionales, funcionales y capacidad antioxidante, con potencial para fomentar una alimentación saludable.

Materiales y Métodos

Materiales

Las semillas de varios colores de fréjol torta o pallar (*P. lunatus*) utilizadas en esta investigación provienen de una colección realizada en la provincia de Imbabura con fines de lúdica y juegos (Peralta 2021); las de grano de color blanco mediano y pequeño fueron colectados en mercados de la provincia de Manabí (Zambrano 2022) y la de color blanco y tamaño grande (proveniente del Perú) se adquirió en un mercado de Rumiñahui en Pichincha (Peralta 2019). Los fenotipos de estas semillas se presentan en el Anexo 1.

Métodos

Composición proximal: Para los análisis se aplicaron las siguientes metodologías estandarizadas de la *Association of Official Analytical Chemistry* (AOAC): humedad (925.09), proteína (Nitrógeno total 6.25) método (955.39), grasa (920.39), fibra dietética (991.43) y cenizas (942.05). El contenido de minerales fue determinado por espectrofotometría de absorción atómica en un espectrofotómetro AA-7000 (Shimadzu, Kyoto, Japón) siguiendo el método de la AOAC 985.35.

Fenoles totales: La determinación de polifenoles totales se realizó aplicando el ensayo colorimétrico de Folin-Ciocalteu, el cual se reduce produciéndose una coloración azul con una amplia absorción de luz a una longitud de onda de 765 nm, la intensidad de absorción de la luz es proporcional a la concentración de fenoles (Waterhouse 2002).

Capacidad antioxidante: La determinación de la capacidad antioxidante se realizó con base al radical estable denominado 2,2'-azino-bis (3-3tilbenzotiazolin 6-ácido sulfónico), más conocido como radical ABTS, el cual se reduce por la presencia de compuestos antioxidantes, en comparación con un antioxidante estándar denominado Trolox. El persulfato de potasio propicia la aparición del compuesto coloreado (verde azulado) ABTS+, el cual presenta un máximo de absorbancia de 734 nm (Pellegrini 1999).

Fibra dietética total: El contenido de fibra dietética total fue determinado en las muestras deshidratadas y desengrasadas. Las muestras fueron sometidas a ebullición cocidas a 100 °C con α -amilasa, para gelatinizar, hidrolizar y despolimerizar el almidón. Luego se incubaron a 60 °C con proteasas (para solubilizar y despolimerizar la proteína), luego se añadió amilogucosidasa (para hidrolizar fragmentos de almidón a glucosa), se añadió 4 volúmenes de etanol para precipitar la fibra soluble y eliminar la proteína despolimerizada. El residuo fue filtrado, lavado con etanol al 78 %, luego con etanol al 95 y acetona (AOAC 991.43, AOAC 985.29).

Anti nutrientes

Nitratos: Se utilizó el método de ácido salicílico de Cataldo et al (1975) con modificaciones (INIAP, 2014). Previamente se molió la muestra y se tamizó a través de una malla N.º 40 con un diámetro de poro de 0,422 mm. Se pesó 2,5 g de muestra en un erlenmeyer y se añadió 10 mL de solución extractora (K_2SO_4 , 0.34M). Seguidamente se agitó por 10 min, se centrifugó en una centrifugadora *International Centrifuge*, por 10 min a 350 rpm. A continuación, se filtró utilizando un papel filtro Whatman #1. Luego en un vaso de precipitación de 50 mL se mezclaron 0.5 mL del filtrado con 1 mL de ácido salicílico al 5%. Después se dejó reposar 5 min y se añadió 10 mL de NaOH 4N, mezclando vigorosamente. Finalmente se dejó enfriar a temperatura ambiente y se realizaron las lecturas en un Espectrofotómetro UV- Visible (Thermo Fisher Scientific 201 Evolution, Madison, WI USA) a una longitud de onda de 410 nm, y con software Insight.

Tiocianatos: Los tiocianatos provienen de la hidrólisis de los glucosinolatos. Se realizó la determinación espectrofotométrica como tiocianato férrico (III), bajo las siguientes condiciones: un kit con solución neutra, conteniendo ácido clorhídrico a una concentración del 10-25%, longitud de onda 470 nm, tiempo de reacción 0 min, temperatura 20-25°C.

Taninos: El contenido de taninos fue medido por el método AOAC 952.03 (1964) con modificaciones. Previamente se molió la muestra y se tamizó a través de una malla N° 40 con un diámetro de poro de 0,422 mm. Se pesó 1 g de muestra y se extrajo la grasa durante 8 horas con hexano grado técnico. Luego se colocó en ebullición el residuo durante 1 hora con 100 mL de agua destilada. Después se dejó enfriar, se filtró y se aforó a 100 mL. Se tomó una alícuota de 5 mL del filtrado en balones de 100 mL, se añadió 2 mL de reactivo Folin-Denis, 5 mL de solución de carbonato de sodio saturado y se aforó a 100 mL con agua destilada. Se dejó reposar por 30 minutos para que ocurra la reacción y se realizaron las lecturas en un Espectrofotómetro UV- Visible (Thermo Fisher Scientific 201 Evolution, Madison, WI USA) a una longitud de onda de 680 nm.

Alcaloides: La concentración de alcaloides se determinó aplicando el método de Von Baer (1979) con modificaciones (Villacrés et al. 2020a). Previamente se molió la muestra y se tamizó a través de una malla N.º 40 con un diámetro de poro de 0,422 mm. Se pesó 0,2 g de muestra en un tubo cónico de centrifuga, a continuación, se agregaron 0,6 g de óxido de aluminio y se añadió 0,2 mL de KOH al 15%, se mezcló bien hasta tener una pasta homogénea. Seguidamente se agregaron 6 mL de cloroformo y se centrifugó por 10 minutos a 3.500 rpm, luego se recibió la fase clorofórmica en vasos de precipitación de 50 mL, provistos de embudos con algodón en la base del cono. Se repitió las extracciones por 10 veces más, se recogieron los lavados y se evaporaron con calor suave a 40°C sin llegar a sequedad dejando en la etapa final 1 mL. Se agregó 5 mL de H₂SO₄ 0.01 N y dos gotas de rojo de metilo, finalmente se tituló el exceso de ácido con NaOH 0.01N.

Actividad Ureasa: La actividad ureasa se determinó aplicando el método AACC 22-90, (2000). Previamente se molió la muestra y se tamizó a través de una malla N.º 40 con un diámetro de poro de 0,422 mm. Se pesó 0,2 g de muestra en un tubo de ensayo, luego se añadió 10 mL de solución de urea y se mezcló el conjunto. A continuación, se preparó el blanco, para lo cual se pesó 0,2 g de muestra en un tubo de ensayo, seguidamente se añadió 10 mL de una solución buffer fosfato 0.05 M. Luego se colocaron los dos tubos (blanco y muestra) en un baño maría Sybron a 30 °C, se agitó cada 5 min durante el periodo de digestión. Los tubos se retiraron los tubos del baño al cabo de 30 minutos. Se determinó el pH de los sobrenadantes, a los 5 min de haber retirado los tubos del baño maría.

Ácido Fítico: El ácido Fítico fue medido por el método Megazyme (2007). Se pesó 1 g de muestra en un erlenmeyer de 50 mL y se añadió 20 mL de ácido clorhídrico 0.66 M, se cubrió el recipiente con papel aluminio y se dejó en agitación toda la noche. Después se trasvasó 1 mL de la solución a un tubo de centrifuga y se centrifugó 10 min a 3500 rpm. A continuación, se transfirió 0,5 mL de sobrenadante del extracto resultante a un nuevo tubo de centrifuga y se neutralizó con 0.5 mL de NaOH 0.75 M. Para la determinación de fósforo libre, se colocó en un tubo de centrifuga 0.62 mL de agua destilada, 0.20 mL de la solución 1 y 0.05 mL del extracto de la muestra neutralizada. Después se mezcló en un vortex Genie 2 y se incubó durante 10 min a 40 °C en baño maría Sybron. A continuación, se añadió en el mismo tubo 0.02 mL de agua destilada y 0.20 mL de solución 2 y se mezcló en un vortex Genie 2, se incubó durante 15 min a 40 °C en un baño maría Sybron. Luego se añadió 0.30 mL de ácido tricloroacético y se centrifugó durante 10 min a 3.500 rpm. El sobrenadante se empleó en la determinación colorimétrica. Para la determinación de fósforo total, se colocó en un tubo de centrifuga 0.60 mL de agua destilada, 0.20 mL de solución 1, 0.05 mL del extracto de la muestra neutralizada y 0.02 mL de suspensión 2. Después se mezcló todo en

un vortex y se incubó durante 10 min a 40 °C en baño maría. A continuación, se añadieron en el mismo tubo 0.20 mL de solución 2 y 0.02 mL de suspensión 4; se mezcló en un vortex y se incubó durante 15 min a 40 °C en baño maría. Luego se añadió 0.30 mL de ácido tricloroacético y se centrifugó durante 10 min a 350 rpm. El sobrenadante se empleó en la determinación colorimétrica del fósforo, se pipeteó 1 mL de sobrenadante en un tubo de centrifuga y se añadió 0.5 mL de reactivo de color o solución AB. A continuación, se mezcló en un vortex y se incubó durante 1 hora a 40 °C en baño maría. Posteriormente se dejó reposar por 30 minutos y se leyó en el espectrofotómetro Thermo Scientific 201 Evolution, a una longitud de onda de 655 nm.

Inhibidores de Tripsina: Los inhibidores de tripsina fueron medidos por el método de Kakade (1984) y Hamerstrand et al (1981) con modificaciones (INIAP, 2014). Se pesó 1 g de muestra desengrasada en un erlenmeyer de 50 mL y se adicionó 50 mL de NaOH 0,01N (se ajustó el pH a 9.0), se cubrió el recipiente con papel aluminio y se agitó la mezcla por 3 horas. A continuación, se pipetearon en una serie de tubos de 10 mL las siguientes soluciones: a) estándar de tripsina: 2 mL de la solución de tripsina, 2 mL agua destilada; b) blanco de muestra: 2 mL del extracto de muestra; c) muestra: 2 mL del extracto de muestra, 2 mL solución estándar de tripsina. Luego los tubos se colocaron en un baño maría Sybron y se incubaron durante 10 min a 37 °C. Seguidamente se añadieron 5 mL de solución de BAPA (previamente calentada a 37 °C), y se incubó a 37°C por 10 min. Terminada la incubación se añadió 1 mL de ácido acético 30% v/v y se mezcló en un vortex Genie 2. Adicionalmente se agregaron 2 mL de estándar de tripsina al blanco de muestra (b). Se filtraron y posteriormente la absorbancia de cada solución se determinó a 410 nm frente a un blanco, en un espectrofotómetro Thermo Scientific 201 Evolution.

Resultados y Discusión

Humedad: El mayor contenido se observó en las variedades de Torta IM-004 blanco-negríta con 26,53% y el menor contenido correspondió a pallar MA 01-02 blanca de Manabí con 4,33 % (Tabla 1). Para esta última variedad este valor de humedad le permitiría tener una mayor estabilidad y durabilidad en el almacenamiento; no obstante, por esta característica sería el grano más duro entre los demás materiales evaluados. El contenido de humedad en un alimento es un índice de estabilidad del producto. Por otra parte, el control de la humedad es un factor decisivo en muchos procesos industriales tales como la escarificación y molienda de granos, el mezclado de productos sólidos finos, en la elaboración de pan, texturización y expandido de *P. lunatus*.

Grasa: En general las leguminosas presentan un bajo contenido de grasa. Los valores encontrados en los fenotipos en estudio oscilaron de 0,60 a 1,35 g/100 g ms (Tabla 1). Estos valores son similares al frejol lima tostado a 204 °C por 20 min (1,98 g/100 g ms) pero son menores a otras leguminosas como la lenteja que presenta 2 g/100 g ms (Almeida Costa y col., 2006) y habas secas (2,10 g/100 g ms). Las grasas son una parte importante de la dieta, pero algunos tipos son más saludables que otros. Escoger con mayor frecuencia grasas saludables ayuda a disminuir el riesgo de sufrir un ataque cardíaco, accidente cerebrovascular y otros problemas de salud mayores.

Proteínas: Los altos niveles de proteína observados en las variedades Torta IM-008 rosa-jaspeado (29,55 %), Torta IM-005 blanco-negro grande (27,18%) y Torta IM-010 negro

(26,69%) (Tabla 1), se acercan a los contenidos medios (22%) normalmente encontrados en distintas leguminosas (Belitz y Grosh 1997), lo que muestra su potencial como fuente alimenticia. La variabilidad en los contenidos de proteína de *P. lunatus* podría atribuirse a diversos factores tales como la variedad, aplicación de fertilizante, localización del cultivo y tipo de tratamiento al que se somete el grano (Akpapunam y Sefa-Dedeh 1997; Jood et al. 1998; Chel-Guerrero et al. 2002; Iqbal et al. 2006; y Herken et al. 2007). El porcentaje medio de proteína en las leguminosas se sitúa entre el 20-25%, encontrándose valores de hasta un 40% en el caso del lupino (Villacrés et al. 2021). Según Rubio y col., (2004), la mayoría de estos nutrientes se encuentran en forma de proteínas de almacenamiento, principalmente globulinas. Sin embargo, una pequeña parte de las sustancias nitrogenadas presentes en los granos de leguminosas no son de naturaleza proteica (bases púricas y pirimídicas, creatinas y creatinina, urea, amoníaco, etc.) y pueden dar un alto valor de nitrógeno total, sin embargo no todo este nitrógeno es proteico (Kochhar et al. 1988), excepto en el caso del lupino (*Lupinus mutabilis* Sweet) en el cual la mayoría de las proteínas (92 %) se encuentra en forma de proteínas de almacenamiento (Villacrés et al. 2020^a).

Estudios recientes atribuyen a las proteínas de leguminosas propiedades nutraceuticas por sus efectos beneficiosos en la salud, principalmente su papel protector frente a determinadas enfermedades (Duranti, 2006). Existen algunos estudios que relacionan fracciones específicas de proteínas con la reducción del colesterol en sangre y los niveles de triglicéridos (Fukui et al. 2002). Además, las proteínas de leguminosas se han visto asociadas a la reducción del riesgo cardiovascular (Anderson y Major 2002), a un efecto anticarcinogénico como consecuencia de la presencia de lectinas e inhibidores de proteasa en distintas legumbres (Clemente et al. 2004), a la prevención de obesidad y diabetes debido a la acción del inhibidor de α -amilasa (Suzuki et al. 2003; Muri et al. 2004; Oneda et al. 2004) y a una capacidad de transporte de minerales que mejoran su absorción, en lupino, por la presencia de α -conglutina (Duranti et al. 2001). Por todo lo expuesto, las proteínas de las leguminosas como *P. lunatus*, habas, habichuelas tienen un papel muy destacado en la industria alimentaria tanto en alimentos procesados como en la elaboración de nuevos productos texturizados destinados al consumo humano.

Actualmente la aplicación de distintas tecnologías ha permitido la obtención de productos con una elevada cantidad de proteína vegetal. Los concentrados y aislados proteicos más extendidos son los de soja (Henn y Netto 1998; Friedman y Brandon 2001), sin embargo, el contenido de proteína de *P. lunatus* (Tabla 1), muestra que esta especie puede utilizarse como materia prima para la obtención de los productos mencionados. Los concentrados proteicos provenientes de leguminosas se emplean en la industria alimentaria ya que ofrecen ventajas económicas, nutricionales y funcionales, manteniendo las cualidades sensoriales deseables y necesarias para la aceptación por el consumidor. Las aplicaciones más importantes son como mejoradores en la industria cárnica (sustitutos o complementos de la proteína animal), en fórmulas infantiles (Fernández-Quintela et al. 1993; Vioque et al. 2001) y también para mejorar la textura de los productos de panadería y pastas o en el procesado de quesos (El-Sayed 1997).

Calidad nutricional de las proteínas de leguminosas y *P. lunatus*

La digestibilidad y el valor biológico de las proteínas de leguminosas en general es algo inferior a las proteínas de origen animal (Belitz y Grosh 1997) debido a los siguientes factores: (1)

deficiencia de aminoácidos azufrados (principalmente metionina), (2) naturaleza compacta de las proteínas de reserva mayoritarias, (3) presencia de anti nutrientes como inhibidores enzimáticos (inhibidores de tripsina y quimotripsina), lectinas y ácido fítico, como se muestra en la Tabla 3 (4) impedimento estérico de los azúcares que están presentes en la mayoría de las proteínas de reserva (glicoproteínas), (5) presencia de compuestos fenólicos, que establecen uniones con las proteínas (enzimas digestivas incluidas) afectando al grado de proteólisis, (6) presencia de minerales, mediadores entre las interacciones de fitatos y proteínas, formando complejos proteína-fitato-mineral resistentes a la proteólisis, (7) interacciones proteína-proteína, como ocurre con las proteínas solubles en agua (fracción de albúminas) que interaccionan con las proteínas de reserva, provocando un descenso de la velocidad de proteólisis, (8) baja digestibilidad de las proteínas solubles en agua y finalmente (9) descenso de la actividad proteolítica por interferencias físicas como consecuencia de la presencia de fibra alimentaria (Aguilera 2009).

La mayor parte de los inhibidores son termolábiles, por lo que su capacidad inhibitoria se reduce significativamente con los procesos térmicos culinarios. El tratamiento térmico tiene un doble efecto sobre *P. lunatus*. Por una parte, disminuye y elimina la actividad de algunos factores anti fisiológicos, mientras que, por otro lado, aumenta la disponibilidad de aminoácidos azufrados presentes en altas concentraciones en los inhibidores de tripsina. Las alergias relacionadas con el consumo de *P. lunatus* son poco comunes en humanos, debido a la baja capacidad alergénica de las proteínas de almacenamiento (Lallés y Peltre 1996). Respecto a la deficiencia de aminoácidos azufrados, hay que considerar que *P. lunatus* se consumen habitualmente con arroz (ración diaria: 30 g de haba pallar con 100 g de arroz) (9), lo que supone una complementación de ambas proteínas, originando una proteína de alto valor nutricional.

Tabla 1. Composición proximal de fréjol torta *Phaseolus lunatus* (g/100 g muestra seca).

Código	Descripción	Humedad	Grasa	Proteína	Cenizas	Fibra cruda	Carbohidratos totales
1	Pallar PE. 001 blanco-grande "Ica"	17,85	0,96	21,39	4,13	7,21	66,31
2	Torta IM. 002 rojo-blanco	20,22	0,96	19,38	4,01	7,12	68,53
3	Torta IM. 003 rojo	13,93	0,64	25,74	4,63	7,57	61,41
4	Torta IM. 004 blanco-negríta	26,53	0,6	26,4	3,64	9,68	59,68
5	Torta IM. 005 blanco-negro grande	11,74	0,92	27,18	5,19	7,77	58,93
6	Torta IM. 006 crema- negro	13,33	0,76	26,52	5,06	7,92	59,74
7	Torta IM. 007 negro-blanco	13,94	0,85	25,07	5,05	7,84	61,2
8	Torta IM. 008 rosa-jaspeado	14,8	0,67	29,55	4,51	8,22	57,05
9	Torta IM. 009 negro-dorado	39,3	0,84	22,17	4,1	11,2	61,7
10	Torta IM. 010 negro	17,35	0,94	26,69	4,45	8,31	59,6
11	Pallar MA. 01-02 blanco de Manabí	4,33	0,77	23,77	6,5	7,24	61,71
12	Pallar MA. 03 haba de Crucita	18,58	1,35	24,42	4,66	8,33	61,24
13	Pallar MA. 04 habichuela hoja puntada	15,82	0,76	22,23	4,03	6,91	66,07
14	Pallar MA. 05 habichuela de hoja ancha	14,71	0,64	23,26	4,15	6,97	64,97
15	Pallar MA. 06 habichuela de jardín	24,81	1,05	23,45	4,22	8,99	62,3

Cenizas: Los valores presentados en la Tabla 1, dan una idea aproximada de la riqueza en minerales de *P. lunatus*, con valores que fluctuaron entre 3,64 a 5,19 g/100 g ms. Las cenizas (o materia inorgánica) es el residuo que se obtiene al incinerar la materia seca para destruir la materia orgánica y cuantificar la cantidad de materia inorgánica de la muestra.

Carbohidratos totales: El análisis proximal muestra que los carbohidratos son los componentes mayoritarios de *P. lunatus*, con valores que variaron entre 57,05-68,53 g/100 g ms, en relación inversa al contenido de proteína (Tabla 1), resultado que se evidencia en el fenotipo IM.002 rojo-blanco que presenta el mayor contenido de carbohidratos (68,53 g/100 g ms) y el menor contenido de proteína (18,38 g/100 g ms). Los carbohidratos no son solamente una fuente energética, sino que desempeñan otras funciones. Esto está conduciendo hacia nuevas aproximaciones dietéticas, no sólo para una mejor nutrición, sino también para un mejor estado de salud. En los últimos años se ha aumentado el nivel de comprensión de la influencia de los carbohidratos en el rendimiento físico, por su capacidad de almacenamiento de glucógeno (FAO, 1999), proceso en el que participa principalmente el almidón, que representa el 51-67% en los fréjoles y habas, 25-50% en arvejas, 40-57% en lentejas (Salunkhe y Kadam 1989), 12 % en lupino nativo, entre 20-25 % en soya y maní (Villacrés et al. 2020^b).

Además del papel que desarrolla el almidón en la contribución energética, este compuesto es el mayor responsable de la textura y las propiedades organolépticas que presentan muchos alimentos, influyendo en la capacidad de gelificación, el comportamiento de fluidos y envoltorios. En el campo de la agroquímica y las industrias farmacéuticas el Almidón de las leguminosas tiene una interesante aplicación como agentes de encapsulación o de cubierta para la elaboración de tabletas (Duranti 2006). Los efectos beneficiosos asociados con el consumo de leguminosas están relacionados con la lenta digestión del almidón y el alto contenido de polisacáridos no amiláceos y almidón resistente (Jenkins y col., 1981; Hughes, 1991; Eastwood y Morris 1992; Truswell 1992; Schneeman 1994). Las leguminosas como *P. lunatus*, habichuelas o habas se consideran excelentes fuentes de almidón de digestión y asimilación lenta, beneficiosa para la salud al incrementar poco la glucemia postprandial si se compara con el almidón de digestión rápida. Las leguminosas son una de las principales fuentes de almidón resistente AR1, ya que la gruesa pared celular que tienen hace que el almidón sea inaccesible al ataque enzimático.

Fibra alimentaria y Pared Celular: En general, las leguminosas son ricas en fibra dietética. *P. lunatus* presentó un contenido promedio de 24,02 g/100 g para la fibra dietética total, de este valor 20,38 g/100 g ms correspondió a fibra insoluble y 4,02 g/100 g ms a fibra soluble (Tabla 2). La fibra alimentaria es una mezcla compleja de carbohidratos que están asociados a otros componentes distintos de éstos (proteínas, ceras, saponinas o fitoesteroles) (CAC, 2006), comprende un conjunto de sustancias que no se digieren ni se absorben en el intestino delgado humano como lignina y sustancias relacionadas (Gray, 2006). Los componentes principales de la fibra alimentaria proceden de las paredes celulares y comprenden la celulosa, las hemicelulosas y las pectinas, que consisten en una serie de polisacáridos, a menudo asociados o sustituidos con proteínas y compuestos fenólicos en algunas células. La pared celular es una estructura sumamente organizada, formada por una red tridimensional de microfibrillas de celulosa embebida en una matriz constituida por polisacáridos (hemicelulosas y pectinas), proteínas y fenoles en una solución ligeramente ácida (Azcon-Bieto y Tálón 2008). Para el aprovechamiento en la alimentación o la agroindustria es necesario considerar que la pared celular de las diferentes leguminosas

revela una estructura rica en pectinas, que contiene principalmente el azúcar arabinosa. Shiga et al. (2003) realizaron un estudio de los cotiledones de las arvejas y observaron que la pared celular está compuesta en gran medida de sustancias pécticas y hemicelulosa, mientras que su tegumento se componía fundamentalmente de celulosa.

El alto contenido de fibra dietética en *P. lunatus* lo hace recomendable en dietas de adelgazamiento y en el control de la *diabetes mellitus* tipo 2 (Gray 2006). Los efectos beneficiosos de la fibra han sido atribuidos al papel modificador que ejerce sobre algunas actividades fisiológicas del intestino humano que a su vez influyen en la actividad metabólica del cuerpo. En el estómago y el intestino delgado las propiedades físicas de la fibra alimentaria juegan un papel importante, ya que puede influir en el grado de viscosidad del contenido del estómago, que a su vez puede afectar a la velocidad con que los nutrientes salen del estómago hacia el intestino delgado. La presencia de polisacáridos viscosos puede afectar notablemente al grado de contacto de los alimentos con los sustratos de enzimas que los digieren en el intestino delgado, que a su vez influye en la tasa de digestión de los carbohidratos, y probablemente de las proteínas y las grasas (Gurr y Asp 1996). Los efectos beneficiosos atribuibles a un consumo adecuado de fibra es el aumento del bolo fecal, mejorando las funciones del intestino grueso, la disminución de los niveles plasmáticos de colesterol, así como de la respuesta glicémica (Almeida et al. 2006).

Minerales: *P. lunatus* es una buena fuente de calcio y magnesio por sus contenidos elevados de estos minerales. En el fenotipo MA.03 haba de crucita, el contenido de calcio alcanzó 150,7 mg/100 g ms (Tabla 2), valor que puede ayudar a cubrir el 15 % del requerimiento diario recomendado (RDR) de este mineral, para un adulto normal de 19-50 años. Aunque un adulto normal puede ampliamente duplicar la porción diaria de consumo de *P. lunatus*, con lo que se incrementaría el aporte al RDR. El calcio es un constituyente importante de los huesos y los dientes y también desempeña un papel esencial como segundo mensajero en las vías de señalización celular. Las concentraciones de calcio circulante están estrechamente controladas por la hormona paratiroidea (PTH) y la vitamina D **a expensas del esqueleto cuando las ingestas de calcio son inadecuadas** (Sandberg 2002). En *P. lunatus* se registró un contenido promedio de magnesio de 173,63 mg/100 g ms, valor que alcanzaría a cubrir el 43% del RDR. El magnesio es importante para muchas funciones fisiológicas del organismo, entre las más importantes se menciona su papel regulador de la función muscular, el sistema nervioso, los niveles de azúcar en la sangre, la presión sanguínea. Además, ayuda a sintetizar proteína, masa ósea y ADN (Iqbasl et al. 2006). En cuanto al hierro, el organismo humano utiliza este mineral para producir la hemoglobina, una proteína de los glóbulos rojos que transporta el oxígeno de los pulmones a distintas partes del cuerpo, además de la mioglobina, una proteína que suministra oxígeno a los músculos (Sandberg 2002). Para estas importantes funciones del organismo, el contenido promedio de hierro de *P. lunatus* (5,64 mg/100 g ms), alcanzaría para cubrir el 31 % del RDR. En general los contenidos minerales de las leguminosas son altos, pero es necesario estudiar la biodisponibilidad, debido a que, algunos minerales están enlazados a los fitatos, compuestos que constituyen el principal inhibidor de la absorción de hierro y cinc. *P. lunatus* presenta además contenidos importantes de polifenoles que inhiben la absorción de hierro (Tabla 2). La deficiencia nutricional de algunos minerales alcanza su máxima prevalencia en poblaciones con dietas a base de cereales y legumbres, pero la situación mejora sensiblemente con la adición de proteína animal o por eliminación de los fitatos y degradación de los polifenoles (Sandberg 2002).

Compuestos funcionales: Los alimentos funcionales son aquellos que contienen niveles altos de nutrientes y/o compuestos biológicamente activos que ofrecen beneficios para la salud en una o más funciones del organismo, más allá de la nutrición básica, de forma que resulta relevante ya sea para mejorar el estado de salud y bienestar o para reducir el riesgo de enfermedades. En las leguminosas y, específicamente en *P. lunatus*, los principales compuestos funcionales son los compuestos fenólicos, cuyo contenido se muestra en la Tabla 2.

Compuestos fenólicos: En *P. lunatus*, estos compuestos variaron de 1,76 a 3,28 mg EAg/g BS dependiendo del fenotipo de grano (Tabla 2), el mayor contenido correspondió al grano tipo torta “IM.006 crema-negro”; estos valores son menores a los reportados para lupino amargo (11,27 mg EAg/g BS) y podrían aumentar mediante la aplicación de procesos como la fermentación o la germinación (Villacrés et al. 2020^b), procesos de aplicación creciente en Ecuador, como estrategias para mejorar el valor nutricional, las características organolépticas, diversificar y aumentar el consumo de las leguminosas como *P. lunatus*. Los compuestos fenólicos tienen importancia como compuestos bioactivos por sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, anti mutagénicas, anticancerígenas, antibacterianas, etc., y por su capacidad para modificar las funciones de algunas enzimas celulares clave. Los fenólicos comprenden un gran grupo de compuestos, de los cuales los flavonoides son los más extendidos en la naturaleza y dentro de ellos, los flavonoles son los que poseen mayor actividad antioxidante (Dueñas et al. 2002). Los taninos condensados o proantocianidinas también pertenecen a este grupo. Estos fenólicos, eran considerados anti-nutrientes debido a su facilidad para combinarse con proteínas, produciendo un aprovechamiento deficiente de dichos nutrientes (Liener 1994; Bartolomé et al. 2000).

Tabla 2. Otros compuestos nutricionales y funcionales en fenotipos de fréjol torta *Phaseolus lunatus* (g/100 g de muestra seca).

Código	Descripción	Fibra dietética (g/100 g BS)			Minerales (mg/100 g BS)			Capacidad antioxidante	Fenoles Totales
		Total	Insoluble	Soluble	Calcio	Magnesio	Hierro	ABTS (uMET/g BS)	mg EAg/g BS
1	Pallar PE. 001	24,13	19,88	4,25	16,1	144,0	4,48	15,58	2,99
2	Torta IM. 002	24,21	20,05	4,16	14,2	162,2	4,61	14,60	2,48
3	Torta IM. 003	24,22	20,57	3,65	15,5	161,0	5,36	15,91	2,81
4	Torta IM. 004	23,77	19,58	4,19	14,2	152,3	4,51	15,00	2,71
5	Torta IM. 005	24,38	20,49	3,89	12,5	158,9	4,61	14,67	2,81
6	Torta IM. 006	24,65	20,26	4,39	15,76	160,43	4,45	14,24	3,28
7	Torta IM. 007	24,11	19,91	4,20	16,45	154,41	4,62	14,85	2,86
8	Torta IM. 008	24,64	20,78	3,86	14,29	163,90	4,37	16,00	2,53
9	Torta IM. 009	24,80	20,86	3,94	15,63	160,23	6,76	14,65	1,85
10	Torta IM. 010	24,72	20,28	4,44	14,00	159,39	7,84	14,33	1,85
11	Pallar MA. 01-02	24,27	20,40	3,87	148,3	210,0	6,84	14,20	1,89
12	Pallar MA. 03	24,35	20,56	3,79	150,7	203,4	6,14	14,53	1,94
13	Pallar MA. 04	24,74	21,28	3,46	129,2	202,3	6,52	14,37	2,02
14	Pallar MA. 05	24,60	20,96	3,62	122,9	205,1	7,46	14,29	1,76
15	Pallar MA. 06	24,44	19,92	4,53	139,6	207,0	6,11	14,48	2,37

Capacidad antioxidante: En la Tabla 2 se observa que el valor promedio para este parámetro en *P. lunatus* fue 14,78 uMTroloxEq/g BS, resultado similar al reportado para *P. vulgaris* (12,89 uMTrolox Eq/g) (Xu et al. 2007); actualmente se reconocen a las leguminosas como fuentes de antioxidantes naturales (Dueñas et al. 2002). Diversos autores han estudiado la actividad antioxidante en extractos de legumbres sometidas a diferentes procesos tecnológicos, encontrando actividades antioxidantes mayores que las esperadas en leguminosas debido, posiblemente, a la fracción mayoritaria de compuestos fenólicos que presentan estos vegetales (Xu et al. 2007). Los fenólicos se incluyen en la categoría de captadores de radicales libres, aunque también pueden ejercer su acción antioxidante a través de otros mecanismos, como quelantes de iones metálicos que catalizan reacciones de oxidación (Ursini et al. 1999). El efecto protector de estos compuestos está basado en su acción preventiva o retardante de la formación de radicales libres. Estudios epidemiológicos muestran una correlación entre el consumo de alimentos ricos en compuestos fenólicos y un riesgo reducido de enfermedades cardiovasculares y de ciertos tipos de cáncer, mediante la protección de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) frente a la oxidación y la reducción de la agregación plaquetaria (Shrikhande 2000).

Compuestos no nutritivos: Además de los componentes mayoritarios como proteínas, carbohidratos y fibra, las leguminosas como *P. lunatus* contienen numerosos compuestos bioactivos que están presentes en pequeñas cantidades, pero que pueden tener efectos metabólicos y fisiológicos de interés. Algunos de estos componentes (fitatos, galactooligosacáridos, inhibidores de proteasas, lectinas, saponinas, etc.) se clasifican como factores anti nutricionales, pero en numerosos estudios se ha reconsiderado el impacto beneficioso que pueden tener en la salud, por lo que actualmente se los considera compuestos bioactivos (Tabla 3). Algunos de ellos pueden tener un papel en la prevención de enfermedades como trastornos cardiovasculares, diabetes y cáncer (Champ 2002; Durante 2006).

El contenido de nitratos varió con el fenotipo de grano y fue más alto en Torta IM. 005 blanco-negro grande, el fenotipo Torta IM. 009 negro-dorado y IM. 010 negro, con un promedio de 30 mg/100 g bs. Los valores de estos fenotipos fueron más bajos que aquellos reportados para otros vegetales como espinaca (48.5 mg/100 g) y hojas de lechuga fresca (55.5 mg/100 g), donde los nitratos están concentrados en las vacuolas, hojas y órganos de transporte, pero en menor concentración en flores, tubérculos y semillas. En general el contenido de nitratos de las leguminosas (Tabla 3) fueron más bajos que los niveles máximos permitidos para el consumo en lechuga y espinaca (1125 mg/100 g), citados en la normativa de algunos países europeos (Siomos y Dogras 2000).

Los tiocianatos son compuestos biológicamente activos provenientes de la hidrólisis de los glucosinolatos, éstos comparten las estructuras del núcleo que contiene residuos -D-glucopiranosas unidas a través de un átomo de azufre (S) a un éster de sulfato de -N -hidroxiimino y se distinguen entre sí por un grupo de variables R derivado de varios aminoácidos. Desde el punto de vista de la nutrición humana, los tiocianatos han sido estudiados en detalle y se considera que son los principales responsables de la acción anticancerígena (Conaway et al. 2000; Zhang et al. 2006). Estos compuestos pueden inducir la formación de enzimas de desintoxicación de fase II que protegen contra los agentes carcinógenos. Uno de los más importantes inductores de este tipo de enzimas de fase II es el isotiocianato de bencilo (Nilsson et al. 2006), comúnmente conocido como glucotropaeolin.

En los materiales experimentales el contenido de glucotropaeolin varió desde 8,88 (torta IM. 006 crema- negro) hasta 48,48 mg/100 g (torta IM. 010 Negro); estos valores son menores a los reportados para las siguientes crucíferas: brócoli (61,1 mg/ 100 g bs), col de bruselas (247 mg/100 g bs), col (108,9 mg/100 g bs), coliflor (62 mg/100 g bs) y nabo (56 mg/100 g bs). Varios autores mencionan que el aumento de la ingesta diaria de verduras crucíferas está asociado con un menor riesgo de ciertos tipos de cáncer (Wu et al. 2004), debido al contenido de sulforafano, isotiocianato derivado de glucorafano con amplias propiedades anticancerígenas (Zhang et al. 1994). Por otra parte, investigaciones recientes han demostrado que el método de cocción de los alimentos afecta considerablemente el contenido de glucosinolatos. Los procesos térmicos afectan la estabilidad y disponibilidad de los glucosinolatos, por ello es necesario seleccionar el proceso apropiado para preservar su bioactividad. Según estudios, los glucosinolatos presentes en las crucíferas se pierden en el proceso de cocción a través de la lixiviación en el agua de cocción (McNaughton y Marks 2003) al hervir el brócoli, la col de bruselas, coliflor y la col durante 40 minutos, o al vapor. La cocción de las mencionadas crucíferas durante 10 minutos dio lugar a la degradación térmica significativa de indol glucosinolato (Slominiski y Campbell 1989), pero es poco probable que la degradación térmica sea una de las principales causas de la disminución de glucosinolatos presentes en las leguminosas y crucíferas cuando se cocinan durante menos de 10 min (Rosa et al. 1997).

El contenido de alcaloides totales de las leguminosas contempladas en este estudio varió con el genotipo de grano, con valores que fluctuaron entre 0,87 a 1,86 % para Torta IM. 004 blanco-negrita, Torta IM. 005 blanco-negro grande y Pallar MA. 06 habichuela de jardín, respectivamente. La variabilidad de estos anti nutrientes en las diferentes especies está asociada con la cantidad de nitrógeno presente en el grano, la intensidad de la luz solar y la temperatura de las zonas de cultivo (Carvajal-Larenas et al. 2016). El contenido de alcaloides encontrado en la habichuela (1,86%) es similar al reportado para las siguientes especies de lupinus: *L. albus*, *L. campestris* y *L. angustifolius* (Jiménez-Martínez et al. 2001), lo cual exige procesos de remojo y cocción, previo al consumo de estos granos. Considerado esto, el nivel de alcaloides puede disminuir hasta 0.07% base húmeda, nivel considerado seguro para el consumo humano. Al respecto, las autoridades de salud de Ucrania, Francia, Australia y Nueva Zelanda han fijado un nivel de tolerancia de 0,2 g/kg base seca, para harinas de lupino y productos derivados (Magalhães et al. 2017).

Las saponinas presentaron una mayor variabilidad que los alcaloides totales, en un rango de 0,46 a 2,50 g/100 g bs (Tabla 3). Los genotipos que presentaron mayor concentración de estos compuestos fueron: torta IM. 005 blanco-negro grande (2,50 %), torta IM. 003 rojo (2,38 %) y torta IM. 007 negro-blanco (2,34 %). Las saponinas al igual que los alcaloides deben eliminarse previo al consumo de los granos, debido a su relación con el sabor amargo y su efecto hemolítico en el ser humano (Akapunam et al. 1997).

Actividad ureasa, inhibidores de tripsina y ácido fítico: La concentración de estos compuestos en *P. lunatus* se cita en la Tabla 3, están relacionados con proteínas termolábiles que alteran la digestión de las proteínas e inhiben la actividad de las enzimas digestivas que intervienen en la hidrólisis proteica (Egounlety y Aworh 2003). La inactivación de la ureasa es un indicador confiable de la efectividad del procesamiento térmico aplicado y por tanto del grado de inhibición de la actividad de la tripsina (Yalcin y Basman 2015). Pruebas de comparación múltiple mostraron que hay un significativo efecto del genotipo sobre la actividad ureasa, este anti nutriente se detectó en mayor grado en la Torta PE. 001 blanco-

grande Ica con un diferencial de pH de 0,11, seguida por Torta IM. 003 rojo, Torta IM. 004 blanco-negrita y Torta IM. 006 crema-negro con 0,06. La cocción de los granos en olla abierta provoca una disminución sustancial de la actividad ureasa. En los granos de soya que fueron cocidos, tostados o extruidos la actividad ureasa se redujo en un 98 % (Yalcin y Basman 2015).

Las variedades Torta IM. 005 blanco-negro grande, Pallar MA. 05 habichuela hoja ancha y Pallar MA. 03 haba de Crucita presentaron el mayor valor en los inhibidores de tripsina (1,35 mg/ g bs), nivel similar al reportado para las siguientes especies de lupinus; *L. exaltatus* (1.37 TIU/mg) y *L. reflexus* (2.05 TIU/mg) (Ruiz-López et al. 2000). Una reducción del 71,71 % fue reportada para los granos térmicamente procesados. Una mayor reducción (97,42%) de los inhibidores de tripsina fue reportada para la soya cocida y fermentada. En este caso, la cocción produjo una reducción del 86.09%.

Tabla 3. Compuestos no nutritivos en fenotipos de fréjol torta *Phaseolus lunatus* L.

Código	Descripción	Nitratos (mg/100 g bs)	Tiocianatos (mg/100 g bs)	Alcaloides totales (g/100 g bs)	Saponina total (g/100 g bs)	Actividad Ureasa (DpH)	Inhibidores de tripsina (mg/g bs)	Acido fítico (mg/g bs)
1	Pallar PE. 001	10,00	28,56	1,12	2,4	0,11	1,19	7,36
2	Torta IM. 002	10,00	18,00	1,05	2,2	0,04	1,16	6,41
3	Torta IM. 003	10,00	10,44	0,99	2,38	0,06	1,27	7,50
4	Torta IM. 004	10,00	12,60	0,87	1,04	0,06	1,29	7,69
5	Torta IM. 005	30,00	25,80	0,87	2,5	0,04	1,27	9,01
6	Torta IM. 006	10,00	8,88	1,00	2,05	0,06	1,35	9,11
7	Torta IM. 007	10,00	48,00	1,12	2,34	0,05	1,32	8,89
8	Torta IM. 008	10,00	37,08	1,24	2,09	0,04	1,24	8,33
9	Torta IM. 009	30,00	34,44	0,99	2,26	0,06	1,28	9,48
10	Torta IM. 010	30,00	48,48	1,18	1,82	0,06	1,26	7,79
11	Pallar MA. 01-02	10,00	10,08	0,99	0,70	0,05	1,27	7,76
12	Pallar MA. 03	10,00	11,40	1,18	0,60	0,04	1,35	6,50
13	Pallar MA. 04	10,00	23,40	0,93	1,59	0,05	1,22	6,87
14	Pallar MA. 05	10,00	18,00	1,12	0,93	0,03	1,35	7,04
15	Pallar MA. 06	10,00	21,96	1,86	0,46	0,05	1,23	7,21

El ácido fítico es considerado como un anti nutriente debido a su capacidad para enlazar minerales, proteínas y almidones, disminuyendo su biodisponibilidad. Sin embargo, estudios “in vivo” han demostrado que este compuesto presenta efecto preventivo y propiedades terapéuticas (Mohan et al. 2016). El contenido de este anti nutriente varió con el genotipo de grano, con valores entre 6,41 a 9,48 mg/g bs. En promedio, el grupo de *P. lunatus* presentó un mayor contenido de ácido fítico (8,21 mg/g bs), con relación a las habichuelas (7,03 mg/g bs) y habas (7,13 mg/g bs). Estos valores son similares a los reportados para otros genotipos de fréjol (7,0 mg/g bs) y lenteja (6,0 mg/g bs) y menores a los citados para avena (17,7 mg/g) (Ruiz-López et al. 2000). Varios autores reportan que el ácido fítico de los granos crudos se reduce sustancialmente por procesos de remojo y procesamiento hidrotérmico (Vijayakumari et al. 2007). En tres variedades de lupino se determinó una reducción de 49,76 % después de aplicar procesos de desamargado y fermentación.

Conclusiones

La adopción de nuevas especies agrícolas como *P. lunatus*, por parte de los productores en sus fincas, podría propiciar su ajuste ante los cambios del clima y les ayudaría a estar preparados para sus efectos negativos. La disponibilidad de variedades resistentes y tolerantes es una manera de lidiar con los cambios en el área de plagas y enfermedades, y para soportar los eventos extremos como variaciones súbitas de temperatura. Los resultados mostrados en este capítulo indican que *P. lunatus* es una especie estratégica para fomentar una dieta más sana, debido al aporte de carbohidratos complejos y propiedades antioxidantes. El contenido de proteína en esta especie reviste importancia en regiones donde la carne y los lácteos no son muy accesibles, ya sea física o económicamente. También resalta el bajo contenido de grasa y el considerable contenido de fibra, que podría ayudar a reducir el colesterol y controlar el azúcar en sangre. Por todas estas cualidades, las organizaciones sanitarias recomiendan su consumo para hacer frente a las enfermedades no transmisibles, como la diabetes, las enfermedades cardíacas y la obesidad. El aumento del consumo per cápita de leguminosas como *P. lunatus* también favorecería a un planeta más saludable, considerando que los vegetales suelen usar menos energía, terrenos, agua y generan menos gases con efecto invernadero en comparación con los alimentos de origen animal.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Jaime Martínez, por su revisión y sugerencias para la mejora del texto y a los Revisores.

Referencias

- AACC. 2000. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists (10th ed.). The Association St. Paul, MN, USA: AACC/Eagan press.
- Akpapunam, M.A., Sefa-Dedeh, S. 1997. Some physicochemical properties and antinutritional factors of raw, cooked and germinated Jack bean (*Canavalia ensiformis*). Food Chem., 59 (I), 121-125.
- Anderson, J.W.; Major, A.W. 2002. Pulses and lipaemia, short- and longterm effect: potential in the prevention of cardiovascular disease. Br J Nutr., 88, 263-271.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemistry). 1995,2000, 2005. Official Methods of Analysis.
- Aguilera, Y., Dueñas, M.; Estrella, I., Hernández, T.; Benítez, V., Esteban, R.M., Martín-Cabrejas, M.A. 2010. Evaluation of phenolic profile and antioxidant properties of Pardina lentil as affected by industrial dehydration. J. Agric. Food Chem., 58, 10101-10108.
- Aguilera, Y.G. 2009. Harinas de leguminosas deshidratadas: caracterización nutricional y valoración de sus propiedades tecno-funcionales. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Ciencias, Departamento de Química Agrícola. 274 p.

- Almeida Costa, G.E., Queiroz-Monici, K.S., Machado Reis, S.M.P., Oliveira, A.C. 2006. Chemical composition, dietary fibre and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea, and lentil legumes. *Food Chem.*, 94, 327–330.
- Azcón-Bieto, J., Talón, M. 2008. *Fundamentos de fisiología vegetal*. 2a Ed. Publicacions i Edicions. Universitat de Barcelona.
- Bartolomé, B., Estrella, I., Hernández, M.T. 2000. Interaction of low molecular weight phenolics with proteins (BSA). *J. Food Sci.*, 65, 617-621.
- Belitz, H.D., Grosh, W. 1997. *Química de los alimentos*. 2ª Ed. Editorial Acribia.
- Champ, M.M.J. 2002. Non-nutrient bioactive substance of pulses. *Br. J. Nutr.*, 88, 307-319.
- Chel-Guerrero, L., Red-Flores, V.P., Betancur-Ancona, D., Vila-Ortiz, G.D. 2002. Functional properties of flours and protein isolates from *Phaseolus lunatus* and *Cannavalia ensiformis* seeds. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 584-591.
- CAC, Codex Alimentarius Commission. 2006. Report of the 27th Session of the Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses, Bonn, Germany 21-25 November 2005. ALINORM 06/29/26, 2006.
- Carvajal-Larenas, F. E., Linnemann, A. R., Nout, M. J. R., Koziol, M., & van Boekel, M. A. J. S. 2016. *Lupinus mutabilis*: Composition, Uses, Toxicology, and Debittering. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(9), 1454-1487. <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.772089>.
- Clemente, A., MacKenzie, D.A., Jonson, I.T., Domoney, C. 2004. Investigation of legume seed protease inhibitors as potential anticarcinogenic proteins. In *Proceedings of the fourth international workshop on antinutritional factors in legume seeds and oilseeds*; Muzquiz, M., Hill, G. D., Cuadrado, C., Pedrosa, M. M., Burbano, C., Eds.; EAA Publications, Wageningen, 137–141.
- Conaway, C.C., Getahun, S.M., Liebes, L.L., Pusateri, D.J., Topham, D.K.W., Botero-Omary, M., Chung, F.L., 2000. Disposition of glucosinolates and sulforaphane in humans after ingestion of steamed and fresh broccoli. *Nutr. Cancer* 38, 168–178.
- Dueñas, M., Hernández, T., Estrella, I. 2002. Phenolic composition of the cotyledon and the seed coat of two varieties of lentils (*Lens culinaris*). *Eur. Food Res. Technol.*, 215, 478-483.
- Duranti, M. 2006. Grain legume proteins and nutraceutical properties. *Fitoterapia*. 77, 67-82.
- Duranti, M.; Scarafoni, A.; Di Cataldo, A.; Sessa, F. 2001. Interaction of metal ions with lupin seed conglutin γ *Phytochemistry*, 56, 529-533.
- El-Sayed, M.M. 1997. Use of plant protein isolates in processed cheese. *Nahrung*, 41, 91-95.

- Eastwood, M.A., Morris, E.R. 1992. Physical properties of dietary fiber that influence physiological function: A model for polymers along the gastrointestinal tract. *Am. J. Clin. Nutr.*, 55, 436-442.
- Egounlety, M., & Aworh, O. C. 2003. Effect of soaking, dehulling, cooking and fermentation 412 with *Rhizopus oligosporus* on the oligosaccharides, trypsin inhibitor, phytic acid and tannins of soybean (*Glycine max* Merr.), cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) and groundbean (*Macrotyloma geocarpa* Ha). *Journal of Food Engineering*, 56(2), 249-254. 415. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00262-5](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00262-5).
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1999. El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo. Inseguridad alimentaria: la población se ve obligada a convivir con el hambre, y teme morir de inanición. In: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/x3114s/x3114s00.pdf>
- Fernández-Quintela, A., Larralde, J., Macarulla, M.T., Marcos, R.; Martínez, J.A. 1993. Leguminosas y concentrados de proteína: nuevas perspectivas y aplicaciones. *Alimentaria.*, 1, 59-63.
- Friedman, M., Brandon, D.L. 2001. Nutritional and health benefits of soy proteins. *J. Agric. Food Chem.*, 49, 1069-1086.
- Fukui, K., Tachibana, N., Wanezaki, S., Tzuzaki, S., Takamatsu, K., Yamamoto, T., Hashimoto, Y., Shimoda, T. 2002. Isoflavone-Free Soy Protein Prepared by Column Chromatography Reduces Plasma Cholesterol in Rats. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 5717-5721.
- Gray, J. 2006. Dietary fibre. Definition, analysis, physiology and health. ILSI Europe Concise Monograph Series. Brussels: ILSI.
- Gurr, M.I., Asp, N.-G. 1996. Dietary fibre. International Life Sciences Institute. ILSI Europe.
- Henn, R.L., Netto, F.M. 1998. Biochemical characterization and enzymatic hydrolysis of different commercial soybean protein isolates. *J. Agric. Food Chem.*, 46, 3009-3015.
- Hughes, J.S. 1991. Potential contribution of dry bean dietary fiber to health. *Food Technol.*, 9, 122-126.
- Iqbal, A., Khalil, I., Ateeq, N., Khan, M.S. 2006. Nutritional quality of important food legumes. *Food Chemistry* 97,331–335.
- Jiménez-Martínez, C., Hernández-Sánchez, H., Álvarez-Manilla, G., Robledo-Quintos, N., Martínez-Herrera, J., & Dávila-Ortiz, G. 2001. Effect of aqueous and alkaline thermal treatments on chemical composition and oligosaccharide, alkaloid and tannin contents of *Lupinus campestris* seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(4), 421-428.
- Jenkins, D.J.A., Wolever, T.M.S., Taylor, R., Baker, H.M., Fielder, H., Baldwin, J.M., Bowling,











- A.C., Newman, H.C., Jenkins, A.L., Goff, D.V. 1981. Glycemic index of foods: A physiological basis for carbohydrate exchange. *Am. J. Clin. Nutr.*, 34, 362-366.
- Jood, S., Bishnoi, S., Sharma, A. 1998. Chemical analysis and physico-chemical properties of chickpea and lentil cultivars. *Food Nahrung*, 42, 71-74.
- Keck, A., Finley, J., 2004. Cruciferous vegetables: cancer protective mechanisms of glucosinolate hydrolysis products and selenium. *Integr. Cancer Ther.* 3 (1), 5-12.
- Kim, S.-J., Jin, S., Ishii, G., 2004. Isolation and structural elucidation of 4-(β -D-glucopyranosyl)butyl glucosinolate from leaves of rocket salad (*Eruca sativa* L.). *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 68, 2444-2450.
- Kochhar, N., Walker, A.F., Pike, D.J. 1988. Effect of variety on protein content, amino acid composition and trypsin inhibitor activity of cowpeas. *Food Chem.*, 29, 65-78.
- Lallés, J.P., Peltre, E. 1996. Biochemical features of grain legume allergens in humans and animals. *Nutr. Rev.*, 54, 101-107.
- Liener, I. E. 1994. Implications of antinutritional components in soybean foods. *C. R. Food Sci. Nutr.*, 34, 31-67.
- Magalhães, S. C., Fernandes, F., Cabrita, A. R., Fonseca, A. J., Valentão, P., & Andrade, P. B. (2017). Alkaloids in the valorization of European *Lupinus* spp. seeds crop. *Industrial Crops and Products*, 95, 286-295.
- McNaughton, S.A., Marks, G.C., 2003. Development of a food composition database for the estimation of dietary intakes of glucosinolates, the biologically active constituents of vegetables. *Br. J. Nutr.* 90, 687-697.
- Mithen, R., Bennett, R., Marquez, J., 2010. Glucosinolate biochemical diversity and innovation in the Brassicales. *Phytochemistry* 71, 2074-2086.
- Mohan, V. R., Tresina, P. S., & Daffodil, E. D. 2016. Antinutritional Factors in Legume Seeds: Characteristics and Determination. In B. Caballero, P. M. Finglas, & F. Toldrá (Eds.), *Encyclopedia of Food and Health* (pp. 211-220). Oxford: Academic Press.
- Muri, M. A., Luffs, J. B., Lo-Sometz, H. 2004. Patent 2004/CN1498659.
- Nilsson, J., Olsson, K., Engqvist, G., Ekvall, J., Olsson, M., Nyman, M., et al. 2006. Variation in the content of glucosinolates, hydroxycinnamic acids, carotenoids, total antioxidant capacity, and low-molecular-weight carbohydrates in Brassica vegetables. *Journal of the Sciences of Food and Agriculture*, 86, 528-538.
- Peralta Idrovo, E., Peralta Idrovo, F., & Peralta Idrovo, H. 2022. Uso social del fréjol torta: lúdica y juego en Sur América. *Siembra*, 9. N°. 3. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central. Quito. Ecuador.
- Pérez-Hidalgo, M.A.; Guerra-Hernández, E.; García-Villanova, B. 1997. Dietary fiber in

- three raw legumes and processing effect on chickpeas by enzymatic-gravimetric method. *J. Food Comp. Anal.*, 10, 66-72.
- Rosa, E.A.S., Heaney, R.K., Fenwick, G.R., Portas, C.A.M., 1997. Glucosinolates in crop plants. *Hortic. Rev.* 19, 99–215.
- Rubio, L.A.; Rodriguez, J., Fernández, C., Crespo, J.F. 2004. Storage proteins: physiological and antigenic effects. EAAP publication n°. 110: Toledo, Spain. 159-175.
- Ruiz-López, M. A., García-López, P. M., Castañeda-Vazquez, H., Zamora, N. 497 J. F., la Mora, P. G.-D., Pineda, J. B., Muzquiz, M. 2000. Chemical Composition and Antinutrient Content of three *Lupinus* Species from Jalisco, Mexico. *Journal of Food Composition Analysis*, 13(3), 193-199.
- Sarmento TR, 2012. Impacto del procesamiento sobre la pared celular y las propiedades hipoglucémicas y tecnofuncionales de leguminosas.
- Salunkhe, D.K., Kadam, S.S. 1989. CRC Handbook of world food legumes: nutritional chemistry processing technology and utilization. CRC Press, INC Boca Ratón: Florida, I, 5-25.
- Sandberg, A.S. 2002. Bioavailability of minerals in legumes. *Br J Nutr.*, 88 (3), 281-285.
- Shiga, T.M., Lajolo, F.M., Filisetti, T.M.C.C. 2003. Cell Wall polysaccharides of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) *Cienc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 23 (2): 141-148.
- Shrikhande, A.J. 2000. Wine by products with health benefits. *Food Res. Int.*, 33, 469-474.
- Slominski, B.A., Campbell, L.D., 1989. Formation of indole glucosinolate breakdown products in autolyzed, steamed and cooked brassica vegetables. *J. Agric. Food Chem.* 37, 1297–130.
- Schneeman, B.O. 1994. Carbohydrates: Significance for energy balance and gastrointestinal function. *J. Nutr.*, 124, 1747-1753.
- Siomos, A. S., & Dogras, C. C. 2000. Nitrates in vegetables produced in Greece. *Journal of Vegetable Crop Production*, 5(2), 3-13.
- Suzuki, H.; Sakane, I., Hosoyama, H., Sugimoto, A., Nagata, K., Tsunoda, T. 2003. Patent: 2003/JP2003095941.
- Villacrés, E., Álvarez, J., & Rosell, C. M. 2020a. Effects of two debittering processes on the 517-alkaloid content and quality characteristics of lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100,2166-2175. <https://doi.org/10.1006/jfca.1999.0887>.
- Ursini, F., Tubaro, F., Rong, J., Sevanian, A. 1999. Optimization of nutrition: polyphenols and vascular protection. *Nutr. Rev.*, 57, 241-249.






- Vijayakumari K., Pugalenti M., & Vadivel V. 2007. Effect of soaking and hydrothermal processing methods on the levels of antinutrients and in vitro protein digestibility of *Bauhinia purpurea* L. seeds. *Food Chemistry*, 103, 968-975.
- Villacrés, E., Quelal, M. B., Jácome, X., Cueva, G., & Rosell, C. M. 2020b. Effect of debittering and solid-state fermentation processes on the nutritional content of lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet). *International Journal of Food Science & Technology*, 52(6), 2589-2598.
- Vioque, J.; Sánchez-Vioque, R.; Pedroche, J.; Yust, M.M.; Millán, F. 2001. Obtención y aplicaciones de concentrados y aislados proteicos. *Grasas y aceites.*, 52, 127-131.
- Von Baer, D., Reimerdes, E. H., & Feldheim, W. (1979). Methoden zur Bestimmung der Chinolizidinalkaloide in *Lupinus mutabilis*. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 169(1), 27-31. <https://doi.org/10.1007/BF01353410>
- Waterhouse, A. L. 200. Determination of total phenolics. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*.
- Xu, B.J., Yuan, S.H., Chang, S.K.C. 2007. Comparative analyses of phenolic composition, antioxidant capacity, and color of cool season legumes and other selected food legumes. *J. Food Sci.*, 72, 167-177.
- Yalcin, S., & Basman, A. 2015. Effects of infrared treatment on urease, trypsin inhibitor and lipoxygenase activities of soybean samples. *Food Chemistry*, 169, 203-210.
- Zhang Y., Talalay P., 1994. Anticarcinogenic activities of organic isothiocyanates: chemistry and mechanisms, *Cancer Res.* 54 1976S– 1981S.
- Zhang, Z., Ober, J.A., Kliebenstein, D.J., 2006. The gene controlling the quantitative trait locus epithiospecifier modifier1 alters glucosinolate hydrolysis and insect resistance in *Arabidopsis*. *Plant Cell* 18, 1524–1536.
- Zhang, Z., Ober, J.A., Kliebenstein, D.J., 2006. The gene controlling the quantitative trait locus epithiospecifier modifier1 alters glucosinolate hydrolysis and insect resistance in *Arabidopsis*. *Plant Cell* 18, 1524–1536.

Anexo

Anexo 1. Fenotipos de variedades torta o haba pallar utilizadas en el análisis químico, nutricional y funcional. Laboratorio de Nutrición y Calidad. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Mejía, 2023.

Código	Descripción	Fenotipo
1	Pallar PE. 001 blanco grande "Ica".	
2	Torta IM. 002 rojo-blanco.	
3	Torta IM. 003 rojo.	
4	Torta IM. 004 blanco-negro.	
5	Torta IM. 005 blanco-negro grande.	
6	Torta IM. 006 crema-negro.	
7	Torta IM. 007 negro-blanco.	
8	Torta IM. 008 rosa-jaspeado.	
9	Torta IM. 009 negro-dorado.	
10	Torta IM. 010 negro.	

Continuación Anexo 1.

Código	Descripción	Fenotipo
11	Pallar MA. 01-02 blanco de Manabí.	
12	Pallar MA. 03 blanco de Crucita.	
13	Pallar MA. 04 habichuela de hoja puntada.	
14	Pallar MA. 05 habichuela de hoja ancha..	
15	Pallar MA. 06 habichuela de jardín.	

Elaboración: E. Peralta, 2023.

CAPÍTULO V

Fotografía: Rubén Alcivar Murillo



Fotografía: INIAP, E.E. Portoviejo

Cultivo, mercado y consumo del haba pallar (*Phaseolus lunatus* L.) en la provincia de Manabí.

Eddie Zambrano Zambrano¹ y Eduardo Peralta Idrovo²

¹ Investigador, responsable del Programa de Maíz, E.E. Portoviejo, INIAP, Ecuador; eddie.zambrano@iniap.gob.ec

² Investigador independiente, exINIAP, Quito, Ecuador; peraltaedu55@gmail.com

Resumen

Documentos históricos sobre los *Phaseolus* en los territorios del actual Ecuador indican la presencia del cultivo de haba pallar o habichuela (*Phaseolus lunatus* L.) y el uso de sus semillas en la alimentación en la provincia de Manabí desde muchos siglos atrás. Información estadística nacional (1975) evidencia su presencia como cultivo y el INIAP (1987 y 1992) publicó información de las variedades mejoradas de haba pallar y su manejo en asociación con maíz. Con estos antecedentes, se realizó un diagnóstico del cultivo de *P. lunatus* en Manabí para determinar su situación actual e identificar la tecnología local de manejo, producción, mercado y consumo. Se elaboró una encuesta en formato electrónico con 70 preguntas relacionadas con los factores socioeconómicos, agronómicos, de uso y ecológicos. Se realizaron 35 encuestas a 33 agricultores hombres y dos mujeres de siete cantones. Entre los resultados más relevantes se encontró que: la costumbre de cultivar la heredaron de sus abuelos, y cultivan pallar por más de 50 años, usando diferentes arreglos de siembra y en rotación de cultivos, en época de invierno y de verano. Siembran en surcos o en hoyos, con tutores o asociado con maíz. Se identificaron cuatro variedades de haba pallar y cinco de habichuela. Durante el cultivo realizan una serie de prácticas agrícolas; la cosecha la realizan entre los tres y cuatro meses después de la siembra. La mayoría produce para el consumo familiar y el mercado; la vaina verde se oferta a los intermediarios en unidades como sacos o pacas, y a los consumidores en “mazos”. Los precios son variables y están en función de la época de cosecha. Son consumidas en el almuerzo, hasta cuatro veces por semana; conocen por lo menos diez formas de preparar como alimento. Es un cultivo de temporal, importante en los sistemas de producción de agricultura familiar campesina y un gran potencial para la costa ecuatoriana.

Palabras clave: sistemas de producción, manejo agronómico, épocas, semilla, precios, consumo.

Abstract

Historical documents about the *Phaseolus* in the present-day ecuadorian territories indicate the presence of pallar bean cultivation or kidney beans (*Phaseolus lunatus* L.), and the use of its seeds in food within the Manabí province since many centuries ago. National statistical information (1975) evidences its presence as a crop and INIAP (1987 and 1992) published

information on improved pallar bean varieties and their management in association with corn. With this background, a diagnosis of the cultivation of *P. lunatus* in Manabí was made to determine its current situation and identify the local technology of management, production, market and consumption. An electronic survey was prepared with 70 questions related to socioeconomic, agronomic, use and ecological factors. 35 surveys were carried out on 33 male and two female farmers from seven counties. Among the most relevant results, it was found that they cultivate pallar for more than 50 years, using different planting arrangements and crop rotations, as in winter as in summer seasons; they sow in furrows or in holes, with stakes or associated with corn crop. Four varieties of pallar bean and five of kidney beans were identified. They inherited the habit of cultivation from their grandparents. For cultivation they carry out a wide series of agronomic practices. The harvest is done three to four months after sowing; most produced for family consumption and for marketing; the green pod is offered to intermediaries in units such as sacks or bales and to consumers in “decks”. The sale prices are variable and are based on the time of harvest. Beans are eaten at lunch, up to four times a week. They know at least ten ways to prepare it as a food. It is a rainfed crop, especially important in peasant family farming production systems of the coast region.

Keywords: production systems, agronomic management, times, seed, prices, consumption.

Introducción

En la provincia de Manabí, Ecuador, el fréjol torta (*Phaseolus lunatus* L.) es conocido con los nombres de haba pallar, haba manaba y habichuela.

Por información histórica del pallar en Ecuador particularmente en esta provincia. Estrella (1998), en su libro “Pan de América, etnohistoria de los alimentos aborígenes en el Ecuador”, señala que, a esta especie de fréjol, se le denomina en idioma quichua como Pallar (Velasco, 1977, I:157) y que otros nombres vulgares son: torta, pallar, frijol de Lima, fréjol manteca y fréjol payar.

Los fréjoles conocidos en Manabí como haba manaba y habichuela, son de grano blanco; las primeras de tamaño mediano, las segundas de tamaño pequeño; las dos cultivadas y usadas en la alimentación humana de esta provincia. Estrella (1998), continua y señala que “*Ph. lunatus* es una planta herbácea, anual, bienal o perenne, que tiene algunas variedades trepadoras y enanas, con semillas grandes o pequeñas. Esta leguminosa se produce principalmente en zonas tropicales y subtropicales. Nuestros nativos prefieren la variedad perenne, de semillas grandes, que se produce principalmente en áreas calientes de la Costa, el Oriente y los valles serranos”.

Estrella (1998) resalta la historia de *P. lunatus* en los territorios que hoy son parte del Ecuador, al indicar que el cronista Fernández de Oviedo (1959, V: 13) reporta que los conquistadores encontraron en Atacames unas “habas de comer”, las cuales pueden corresponder a pallares, ya que las habas propiamente dichas (*Vicia faba* L.) fueron introducidas posteriormente. Respecto a Manabí y Portoviejo, indica que Cieza (1962: 150) refiere la existencia de «muchas legumbres y habas», y que a comienzos del siglo XVI se comían unas habas que se diferenciaban poco de las de España, pero que «eran de mucho sustento» (Anónimo 1907). Al parecer esta fue una región tradicional para la producción, ya que en el siglo

XVIII Montúfar y Frasso (1890) hablan de que los sembríos de pallares «son los que más se ejercitan».

Para la región Sierra, Estrella (1998) menciona a la Relación de Paute de 1582, al decir que los indios comían «frisoles grandes y pequeños», los grandes pueden ser pallares. Para la región amazónica, señala que “en Zamora en el año de 1573, se cuenta que los nativos comían frisoles a manera de habas”. Para el siglo XVIII se citan a los pallares como cultivos frecuentes en las naciones de Sima, Simigayes, Andoas y Canelos en la región oriental (Echeverría, 1895). Pazos (2018), resalta que en la *Historia del Reino de Quito en la América Meridional* (*Historia Natural* del padre Juan de Velasco 1789/1987), se menciona a dos tipos de fréjol: “[...] *mata hambres*, blancos, grandes, muy chatos y *pallares*, mucho mayores, anchos y chatos [...]” (pág. 157).

Manabí es la provincia costeña de Ecuador que presenta una mayor superficie cultivada y por ende un mayor consumo de esta especie a la época. Además, al estar compartiendo Manabí un ambiente similar con las provincias colindantes es altamente probable que en éstas también se cultiven y consuman las habas pallares y las habichuelas. Por lo tanto, amerita realizar una investigación para confirmar esta hipótesis, lo cual permitiría evidenciar que la especie *P. lunatus* y sus variedades son importantes en los sistemas de producción, en la alimentación y nutrición de poblaciones rurales y urbanas de la región costa.

Recabando antecedentes estadísticos históricos relacionados con *P. lunatus*, se encontró que en la publicación “Estimación de la superficie cosechada y de la producción agrícola del Ecuador, realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), año 1975, en la columna correspondiente al cultivo de haba (*Vicia faba* L.) equivocadamente se incluyen los datos de haba manaba (*P. lunatus*). Tómese en cuenta que el haba *V. faba* L. se cultiva exclusivamente en las provincias de la Sierra, en tanto que el haba manaba *P. lunatus* L. proviene de la provincia de Manabí. De esta confusión de especies, amerita rescatar los valores que fueron asignados a estas provincias de la Costa y la Amazonia (Napo) en aquel año, pues sirven para sostener que el cultivo de *P. lunatus* fue importante en el sistema de producción o tiene potencial para aquello y, al publicar información relacionada con *P. lunatus* en el país, se facilita la identificación correcta de las dos especies.

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, entregó dos variedades mejoradas de haba pallar en la Estación experimental de Portoviejo: INIAP Portoviejo 491 (1993) e INIAP Portoviejo 490 (1992) y las recomendaciones técnicas para el manejo asociado con maíz (Mendoza y Linzán 1992-1993 y Arroyave 1987).

A la época, se conoce que en la provincia de Manabí se cultiva y consume *P. lunatus*, no así en la provincia del Napo, de la que no se dispone de ninguna información relacionada. Manabí es una de las 24 provincias del país (Figura 1-A), situada en la región Costa, es la cuarta provincia más grande del Ecuador (19.427 km²). Manabí limita al norte con Esmeraldas, al este con la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y Los Ríos, al sur con Santa Elena, al este y sur con Guayas, y al oeste con el océano Pacífico. La población de la provincia es alrededor de un millón y medio de personas (proyección Obras Públicas, 2020). La provincia de Manabí está constituida por 22 cantones (Figura 1-B). El clima es considerado como subtropical seco a subtropical húmedo y extremadamente húmedo, influenciado por dos corrientes marinas. El invierno o época de lluvias inicia en diciembre y concluye en mayo, es caluroso, afectado por la corriente del Niño y el verano o época seca que va de junio a diciembre, menos caluroso, por influencia de la corriente de Humboldt. La temperatura media es de 24 °C y la altitud varía de cero metros hasta los 600 m s.n.m.

Las respuestas provienen de los territorios de siete cantones: Portoviejo, Santa Ana, Tosagua, 24 de mayo, Chone, Pedernales y Sucre. La altitud de estas localidades se encuentra en el rango de 20 a 210 m, aproximadamente. El 54,3% respondió que la tierra en la que cultiva es propia, el 37,1% es arrendado y el 8,6 % de otra condición (préstamo, cuidado, etc.), (Figura 2).

Los encuestados respondieron que para hacer sus cultivos donde son parte del sistema de producción el haba y la habichuela, el 65,7 % contrata mano de obra; el 25,7% no contrata y el 8,6% intercambia la mano de obra. El 65,7% señaló que además de la agricultura trabajan en otras actividades, el 34,3% informó que solo practica la agricultura. A la pregunta de cuál de las actividades le genera mayores ingresos, hubo innumerables respuestas; sin embargo, el 25,7% respondió que es la agricultura, donde resaltan la producción de maíz, complementadas con actividades ganaderas, de cultivo de guanábana y otros cultivos.

2. Factores agroeconómicos y de uso

Dependiendo de la edad y la oportunidad de los agricultores encuestados, la práctica de siembra de haba manaba data de hace por lo menos 50 años, hasta agricultores con pocos años de siembra, mientras que para habichuela mencionaron por lo menos 30 años. El 48,6% cultiva esta especie en monocultivo; el 25,7% en espaldera; el 17,1% usan tutores y el 8,6% en asociación con maíz (Figura 3).

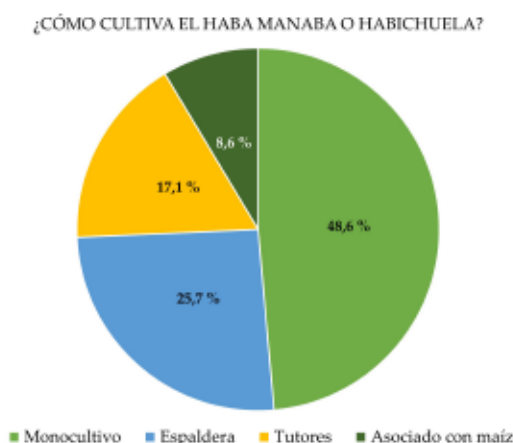


Figura 3. Sistemas de cultivo de haba y habichuela en Manabí, 2022.

En cuanto a las rotaciones del cultivo, el 25,7% de agricultores antes de estas leguminosas sembraron maní y el resto lo hicieron con maíz, cilantro, fréjol, pimienta o mantienen el suelo en descanso, y el 22,6% respondió que sembrarán maíz, plátano, yuca, maní, maracuyá y otros cultivos o dejarán el suelo en descanso. Respecto de la época de siembra, el 63,3% indicó que siembran haba manaba entre los meses de diciembre a abril y el 36,7% habichuela en este mismo periodo (época de invierno); es decir, en enero empieza el invierno y con las primeras lluvias, realizan las primeras siembras. En áreas del valle del río Portoviejo, que son más húmedas, las siembran lo hacen en los meses de marzo y abril. En la época de verano (junio a septiembre), el 28,3% siembra haba manaba y el 44% habichuela. Las primeras siembras realizan con la humedad remanente del invierno, es decir en el mes de mayo. Otros lo hacen en el mes de octubre con agua de riego por gravedad o por goteo, donde está disponible.

Sobre la preparación del suelo para la siembra, el 31,7% informó que para la siembra de estas leguminosas practican la labranza mínima en surcos y el 28,6% abriendo hoyos. El 20% realizan una labor de arado y el 19,7% practican labores de arado, rastrado y surcado

(Figura 4). En las labores agrícolas, el 71,4% usa herramientas manuales y el 28,6% emplean maquinaria agrícola.

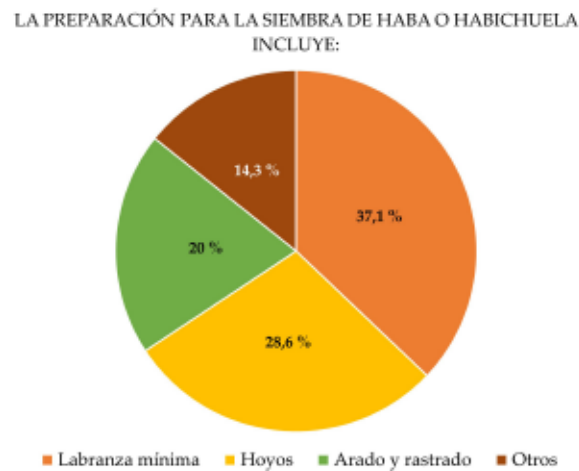


Figura 4. Prácticas de preparación de suelos y siembra en Manabí, 2022.

La generalidad de los agricultores señaló que preparan los suelos con una anticipación entre 15 y 60 días para la siembra de haba manaba y habichuela. 62,9% siembran en sitios u hoyos y el 37,1% en surcos. Los surcos pueden variar entre 1, 1,5, 2 y 3 m de distancia entre sí. El 56,3% lo hace a una distancia de 2 m. La distancia entre sitios u hoyos puede variar entre 0,5 a 3 m de distancia, donde el 21,0% lo hacen a 1 m de distancia, el 19,9% entre 2 a 2,5 m y el resto se distribuye en distancias más cortas o amplias. Todos los agricultores siembran 2 semillas por sitio u hoyo y 77,1% de productores usa semilla propia; el 17,1 % usa semilla seleccionada y el 5,8 % usa semilla mejorada.

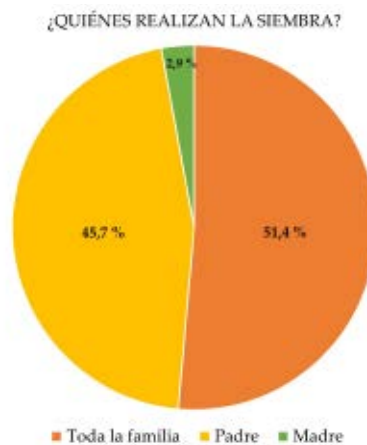


Figura 5. Participación de la familia en la labor de siembra de esta leguminosa en Manabí, 2022.

Para 51,4% de encuestados, la siembra realiza todos los miembros de la familia; 45,7% el padre y sólo el 2,9% la realiza la madre (Figura 5).

Con relación a las variedades de haba manaba conocen las siguientes: blanca veranera INIAP 491, invienera, morada y criolla; mientras que de habichuela conocen a correlona, de jardín, blanca, morada, oreja de burro y troquera. Sobre la historia del cultivo, la respuesta fue que es un cultivo ancestral, con más de 100 años de uso, cultivado desde los abuelos y

los padres; indicaron que 77,1% aprendieron a cultivar de los padres, 17,1% de los abuelos y 5,8% entre hermanos y vecinos (Figura 6).

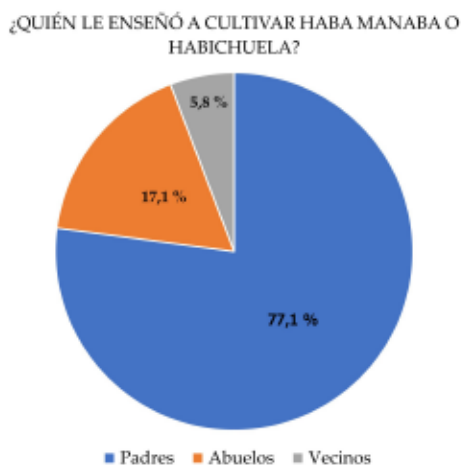


Figura 6. Fuentes de conocimiento sobre el cultivo en Manabí, 2022.

En la Figura 12 (Anexo 2), se presentan fotografías de semillas de tres variedades de haba pallar o haba manaba y tres de habichuela (semillas pequeñas a muy pequeñas o de jardín), muestreadas en julio de 2022 en uno de los mercados de Portoviejo.

Un alto porcentaje de agricultores (97,1%) saben que, desde tiempos de los abuelos, se sembraban estas leguminosas en estos territorios; que es un cultivo ancestral. Respecto del origen de las semillas, el 66% no sabe; 26% dice que es propia del lugar y, 8% que se heredó de generación en generación.

Sobre las labores de cultivo, 71,4% de agricultores realiza deshierba, 25,7 % realizan deshierba y aporque y 2,9% sólo el aporque. Para el control de malezas o malas hierbas 40% usa herramientas manuales, 34,3% aplica herbicida, 5,7 % hace uso de las dos prácticas y el 2,8% no usa ninguna (Figura 7).



Figura 7. Formas de combate de malas hierbas o malezas en Manabí, 2022.

El 94,3% usa abonos y fertilizantes, 5,7% no los utiliza; los primeros emplean abonos completos como el triple 15; 8-20-20; urea; materia orgánica y abonos foliares. Respecto del uso del riego indicaron que es muy variable, que, dependiendo de la disponibilidad, unos indican que realizan entre 4 y 15 riegos y otros entre 2 y 4 riegos por mes.

Sobre la presencia de insectos-plaga, el 97,1% realiza control de insectos, el 2,9% no lo hace. Las plagas más mencionadas fueron: lorito verde o empoasca, negrita, mosca blanca, pulgones, hormigas y gusanos. Usan insecticidas como la Cipermetrina y otros; informaron que éstas atacan en las diferentes etapas de las fases de crecimiento y desarrollo de la planta y que el follaje es la parte más afectada. Sobre las enfermedades, el 80% realiza control y el 20% no lo hace; mencionan a la roya, ceniza y quemazón como las principales y usan productos con base en azufre para el control.

El haba manaba y la habichuela cosechan en tierno entre 2 y 3 meses, mientras que en seco lo hacen a los 4 meses; en los dos estados la cosecha es manual. El 34,3% respondió que producen sólo para la alimentación familiar, el 28,6% para la alimentación familiar y para vender en el mercado; el 25,7% producen sólo para el mercado y, 11,4% para la familia, el mercado y las amistades.

Sobre la cosecha, las respuestas fueron diversas; así, los que producen para el mercado indicaron que en cada ciclo cosechan entre 8 y 60 pacas; otros cosechan por sacos y otros entre 10 y 500 mazos. Un entrevistado informó que una paca contiene 60 libras de vainas o 2.700 vainas verdes y en octubre 2022 se vendió entre \$ 15 y 18 dólares la paca. Una libra tiene 45 vainas y un mazo o atado entre 20 y 24 vainas.

Algunos productores venden entre 300 y 10.000 mazos por ciclo, otros en sacos de 50 libras y otros entre 8 y 300 pacas. Los precios por mazo que le pagan al productor pueden variar entre 0,20 y 0,50 dólares, dependiendo de la época. Mencionaron que un saco de 50 libras vende en \$ 15,00 o varía entre 12 dólares en invierno y 40 dólares en verano; otros señalaron que una paca puede vender entre 15 a 25 dólares, en función de la época.

El 48,6% selecciona las vainas para el mercado por el tamaño; el 28,6% por el peso; el 14,3% por el tamaño y el color; el 5,7% por el color y el 2,8% por el tamaño y el peso; el 51,4% mencionó que cada mazo tiene 20 unidades; el 20% señaló que van de 10 a 15; el 8,6% hasta 25 unidades y 20% desconoce.

Respecto de los precios al consumidor, en agosto de 2022, los 223 g de habichuela en grano tierno presentó un precio de \$ 1 dólar, al ser así, el valor de 1 kg equivaldría a \$ 4,48 dólares (Figura 17, Anexo 4). En otro sitio, los 207 g de haba manaba costaba \$ 1 dólar, por lo que el precio de 1 kg equivaldría a \$ 4,83 dólares, es decir 35 centavos más (ofertado en tiendas ubicadas entre Portoviejo y Chone). En uno de los supermercados de Portoviejo el precio de 300 g de haba manaba fue de \$ 1,68 dólares, con un equivalente de \$ 5,60 el kilogramo en grano tierno.

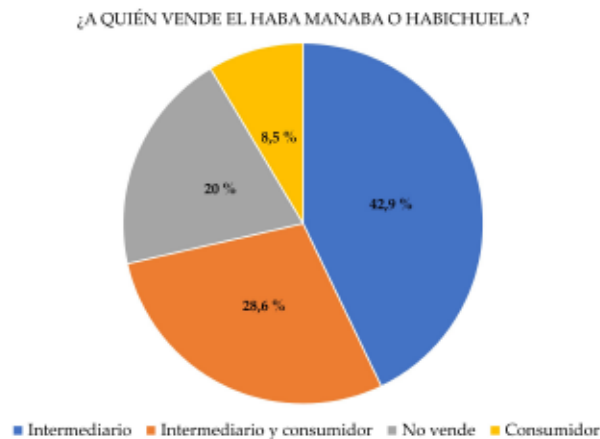


Figura 8. Formas de comercialización del haba manaba o habichuelas en tierno en Manabí, 2022.

El 42,9% vende la producción al intermediario; el 28,6% al intermediario y consumidor; el 20% no vende y el 8,5% lo hace directamente al consumidor (Figura 8).

Respecto al consumo, el 100% señaló que lo consumen en el almuerzo; un 40% en el almuerzo y la merienda y apenas una persona (2,9%) indicó que consume también en el desayuno; el 85,7% consume haba o habichuela por igual; el 11,4% solo haba manaba y el 2,9% solamente habichuela; el 82,9% de los entrevistados señaló que consume de 2 a 3 veces por semana, el 5,7% hasta 4 veces y el 11,4% consume todos los días de la semana. Sobre los platos que preparan, lo hacen entre 2 y 10 platos diferentes y los nombres más mencionados fueron: caldos o sopas con queso o con costilla de chanco; menestra, ensalada; frita o refrita y en estofado y sobre el gusto o preferencia, la mayoría respondió que les gusta por el buen sabor, porque es nutritiva, un buen alimento y porque es fácil de preparar.

En relación con el uso del grano seco de haba o habichuela, el 80% de los encuestados informó que los usa como semilla propia y para el consumo familiar como alimento y el 20% para vender en el mercado; mencionaron que preparan hasta siete platos, donde sobresalen el arroz moro con cuero de chanco, la menestra, el viche y los caldos.

Sobre la preferencia de consumo, el 51,4% señaló que consumen en estado tierno o seco; el 45,7% en grano tierno y el 2,9% en grano seco (Figura 9).

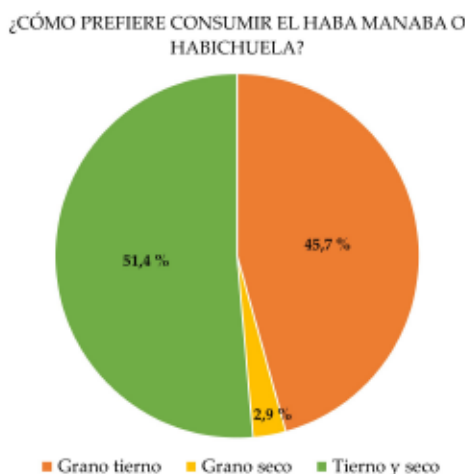


Figura 9. Preferencias de consumo de haba o habichuela en el área rural de Manabí, 2022.

En cuanto a la labor de trilla y almacenamiento, las vainas secas son trilladas manualmente; 77,1% de los agricultores almacena en costales, 20% en tanques de plástico y 2,9% en tanques metálicos.

Sobre la presencia de plagas de almacén, el 88,6% mencionó la presencia de gorgojo o polilla y 11,4% no sabe el nombre o no tuvo problema con plagas de almacén. Para el control o combate los agricultores indicaron que almacenan en frascos herméticos; guardan en la nevera, usan agroquímicos como el Gastoxin® y productos naturales como arena, ceniza o en mezclas con ajo y laurel y finalmente los que venden el grano seco lo hacen por libras, a \$ 2 dólares la libra en promedio.

3. Factores ecológicos

Cuando se preguntó ¿cómo afecta el exceso de lluvia o la sequía al cultivo de haba o habichuela?, indicaron que incrementa la presencia de enfermedades como pudrición de raíz, muerte de las plantas, el daño de hojas y tallos produce la caída de las flores, el daño en las vainas, el crecimiento exagerado y la pérdida de la cosecha. Respecto a la sequía, informaron que se observa una mayor presencia de plagas, escasa floración, mal llenado de las vainas, estrés por falta de agua, muerte de las plantas y bajo rendimiento.

El 91,4% de encuestados considera que el haba manaba y habichuela es un cultivo de temporal o seco, pero que, en áreas bajo riego responden muy bien a esta labor. Sobre los suelos donde cultivan, el 62,9% indicó que cultiva esta leguminosa en suelos planos; 17,1% en suelos ondulados; 14,3 % en suelos de ladera y 5,7 % muy ondulados (Figura 10).

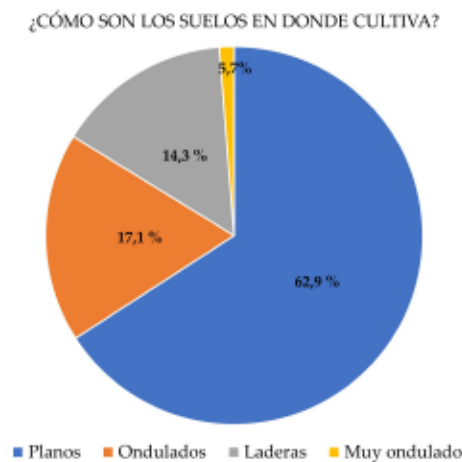


Figura 10. Topografías del cultivo de haba y habichuela en Manabí, 2022.

El 57,1% indicó que los suelos de cultivo son arcillosos; 20 % arenosos y 22,9% suelos francos (Figura 11); el 85,7% de los entrevistados afirma que son suelos fértiles, 5,7% que son suelos pobres, y 8,6% desconoce.

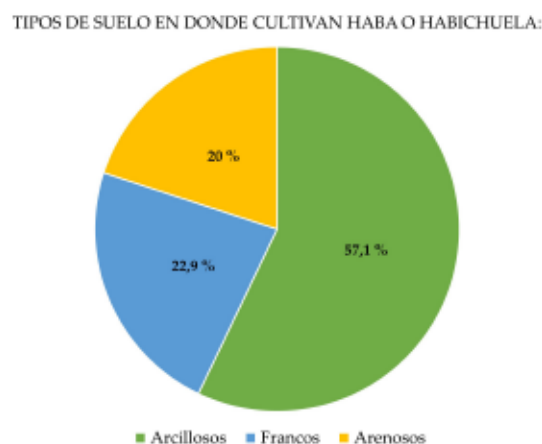


Figura 11. Textura del suelo de cultivo en Manabí, 2022.

Además, el 91,4% señaló que seguirá sembrando y el 8,6% mencionó que no lo hará. Sobre el interés de los jóvenes en hacer agricultura, el 54,3% respondió que sí, el 31,4% dice que no, y el 14,3% que desconoce. Finalmente se consultó si conoce sobre los efectos del cambio climático en la agricultura de la zona, a lo que indistintamente indicaron que

saben que afecta a los cultivos, que se pierden las cosechas o bajan los rendimientos, que genera una mayor incidencia de plagas y enfermedades por mayor cantidad de lluvia o sequía; que las altas temperaturas afectan a los cultivos y que ya se siente una mayor temperatura.

Conclusiones

La información que compartieron los agricultores de seis cantones de Manabí contribuye, por una parte, a fortalecer los datos históricos del cultivo y el consumo de *P. lunatus* en este territorio desde tiempos ancestrales y, por otra, a demostrar cómo lo siguen cultivando y consumiendo en el presente.

De los resultados de la encuesta aplicada en Manabí se puede concluir que alrededor del cultivo y consumo de haba manaba y habichuela existe un bagaje de conocimientos, empezando por la conservación de una importante diversidad genética, pues los productores informaron que conocen por lo menos cuatro variedades de grano grande (haba manaba) y cinco de grano mediano a pequeño (habichuela), los dos tipos de semillas de color blanco (Anexo 2). En el banco de germoplasma del INIAP se conservan cinco colectas realizadas en Manabí; sin embargo, creemos que amerita completar la recolección del material genético en la parte tropical de Ecuador, con fines de su preservación, caracterización, uso en investigación y desarrollo.

A la vez, como prácticas de manejo del cultivo se pueden visualizar la disponibilidad de una tecnología tradicional, la que va siendo ajustada a las nuevas oportunidades para su mejora como, por ejemplo, el uso del agua de riego por goteo. La siembra es practicada bajo diferentes arreglos de siembra, tanto en monocultivo (tutores y espalderas), como en la asociación con el cultivo de maíz (Anexo 3) y en la lógica campesina, realizan rotaciones con otros cultivos de la zona para conservar la fertilidad y reducir la presencia de plagas en los ciclos de verano y de invierno. La producción en dos ciclos por año les permite mejorar la seguridad alimentaria y la generación de ingresos económicos. Así, este cultivo es un componente importante de la agricultura familiar campesina, pues en todas las fases del cultivo (desde la siembra a la cosecha) participa toda la familia.

Algunos agricultores practican la siembra con labranza mínima, otros hacen uso de herramientas manuales o de maquinaria agrícola y, durante el ciclo de cultivo de cuatro meses, realizan control de plagas y enfermedades. La cosecha más importante es como vaina verde o grano tierno, tres meses después de la siembra, siendo esta cosecha orientada al consumo familiar y al mercado local (Anexo 4) gracias a su gran demanda. Sin embargo, la cosecha en grano seco no deja de ser menos importante, pues esta constituye la semilla para la siguiente siembra y para la alimentación en el hogar rural.

Los resultados de esta investigación muestran que el haba manaba y las habichuelas juegan un importante papel en la seguridad alimentaria y nutricional de la población rural manabita, la que manifiesta que las consumen frecuentemente en por lo menos diez platos diferentes. Por otro lado, la comercialización de la cosecha es principalmente en vaina verde a través de los intermediarios o acopiadores y eventualmente de manera directa a los consumidores. Comercializan en sus propias unidades y la más frecuente al intermediario son en sacos o pacas y al consumidor en los “mazos” o atados que contienen entre 20 y 24 vainas. Los

precios que reciben los agricultores son muy variables, depende de la época de cosecha, de la calidad de la vaina y del grano tierno.

Finalmente, el cultivo de haba manaba y habichuela es un renglón importante en la alimentación, al ser un cultivo y producto que genera trabajo e ingresos a las familias campesinas y otros actores de la cadena productiva. Por todo lo analizado, el haba manaba y la habichuela constituyen un componente importante y primordial en la agricultura familiar campesina de Manabí, con un gran potencial para la costa ecuatoriana.

Recomendaciones

Con la información preliminar disponible, se propone realizar investigaciones agronómicas, genéticas, gastronómicas y a la vez organizar proyectos y programas para promocionar el uso potencial de la especie por su adaptación frente al cambio climático y en la alimentación.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Jaime Martínez por su revisión y sugerencias para la mejora del texto, como también al Ing. Iván Reinoso R. A la vez, a los ingenieros Heriberto Mendoza Z., Luis Duicela G. (exinvestigadores del INIAP), Ing. Iván Peralta T. (elaboración de encuesta digital), agricultores de Manabí y a los Revisores.

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta a 35 productores de la provincia de Manabí, Ecuador, entre agosto y octubre de 2022.

A. Factores socioeconómicos

1. Ubicación
2. ¿El terreno en el que cultiva haba manaba y/o habichuela es propio, arrendado u otro?
3. ¿Contrata mano de obra para las labores agrícolas?
4. ¿Además de la agricultura, trabaja en otra actividad?
5. ¿Cuál de las actividades le genera mayores ingresos?

B. Factores agronómicos y de uso

6. ¿Cuántos años viene cultivando haba y/o habichuela?
7. ¿Cómo realiza el cultivo?
8. ¿Antes o después de estas, qué cultiva?
9. ¿En qué meses del año siembra?
10. ¿La preparación del suelo, qué labores incluye?
11. ¿Qué herramientas usa para la preparación del suelo?
12. ¿Cuánto tiempo antes prepara el suelo para la siembra?
13. ¿Cómo hace la siembra?
14. ¿A qué distancia se trazan los surcos?
15. ¿Cuántas semillas coloca por hoyo o por sitio?
16. ¿Para la siembra, usa semilla propia?
17. ¿Quiénes realizan la siembra?
18. ¿Cuántas variedades de haba manaba conoce?
19. ¿Cuántas variedades de habichuela conoce?
20. ¿Conoce desde cuando se siembran en Manabí?
21. ¿Quién le enseñó a cultivar?
22. ¿Usted sabe si sus abuelos sembraban este cultivo?
23. ¿Sabe de dónde trajeron las primeras semillas?
24. ¿Realiza labores de deshierba o aporque en este cultivo?
25. ¿Para el control de malezas, qué utiliza?
26. ¿Fertiliza o abona este cultivo?
27. ¿Qué utiliza para abonar o fertilizar?
28. ¿Si dispone de agua de riego, con qué frecuencia la utiliza?
29. ¿Existen insectos-plaga en este cultivo?
30. ¿Cómo se llaman estas plagas?
31. ¿Realiza el control de estos insectos?
32. ¿En qué época y parte de la planta atacan estos insectos?
33. ¿Qué utiliza para el control?
34. ¿Existen enfermedades en este cultivo?
35. ¿Cómo se llaman estas enfermedades?
36. ¿Realiza el control de estas enfermedades?
37. ¿En qué época y parte de la planta atacan estas enfermedades?
38. ¿Qué utiliza para el control?
39. ¿En cuántos meses cosecha en estado tierno o secos estos cultivos?
40. ¿La cosecha es manual?
41. ¿A qué destina el grano tierno o el grano seco?
42. ¿Cuántos mazos o atados cosecha por ciclo?
43. ¿Cuántos atados o mazos vende en el mercado?
44. ¿En el mercado, cuánto le pagan por mazo o atado?

45. ¿Práctica la selección de vainas verdes para vender en el mercado?
46. ¿Cuántas vainas verdes tiene cada mazo o atado?
47. ¿A quién vende o entrega la vaina verde o el grano tierno?
48. ¿En su hogar, esta leguminosa consume en el desayuno, almuerzo o en la merienda?
49. ¿Qué consumen más en su hogar: haba o habichuela?
50. ¿Cuántas veces a la semana consumen?
51. ¿Cuántos platos prepara?
52. ¿Cómo se llaman estos platos?
53. ¿Por qué le gusta consumir estos granos?
54. ¿El grano seco, para qué utiliza?
55. ¿Cuántos platos prepara?
56. ¿Cómo prefiere consumir: tierno o seco?
57. ¿Cómo trilla y almacena el grano?
58. ¿Qué plaga ataca al grano seco en almacén?
59. ¿Cómo se llama esta plaga?
60. ¿Cómo combate a la plaga de almacén?
61. ¿Si vende el grano seco, qué precio le pagan?

C. Factores ecológicos

62. ¿Cómo afecta el exceso de lluvia a este cultivo?
63. ¿Cómo afecta la sequía a este cultivo?
64. ¿Es un cultivo de temporal?
65. ¿Cómo son los suelos en los que cultiva?
66. ¿Qué tipo de suelos?
67. ¿Son suelos fértiles o pobres?
68. ¿Seguirá sembrando este cultivo en los próximos años?
69. ¿Cree que a los jóvenes no les interesa la agricultura?
70. ¿Qué conoce sobre los efectos del cambio climático?

Anexo 2. Variedades de haba manaba y habichuela:

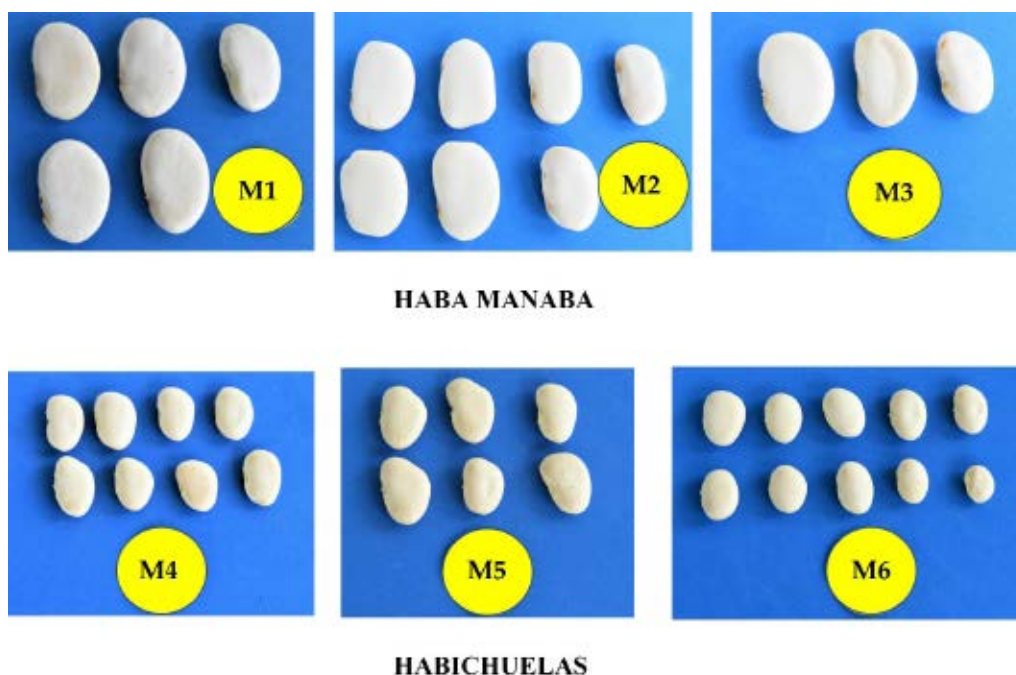


Figura 12. Muestra de variedades de haba manaba y habichuela, disponibles en mercados de Portoviejo (Colector: E. Zambrano. Foto: E. Peralta, 2022).

Anexo 3. Manejo del cultivo:



Figura 13. Sistema de producción de haba manaba en espalderas. Portoviejo, 1992. (Fotografía: E. Peralta).



Figura 14. Cultivo de haba manaba en crecimiento, en el sistema de espalderas y riego por goteo en San Clemente, Manabí, 2022. (Fotografía: E. Zambrano).



Figura 15. Sistema de producción de habichuela en espalderas, bajo riego por goteo, San Clemente, Manabí, 2022. (Fotografía: R. Alcívar).



Figura 16. Sistema de producción tradicional asociado maíz con haba o habichuela, practicado por los agricultores más antiguos en Manabí, 2022. (Fotografía: E. Zambrano)

Anexo 4. Oferta en grano tierno:



Figura 17. Presentación y precios de haba manaba y habichuela en mercados de Portoviejo (Fotografías: H. Mendoza, 2022).



Figura 18. Vaina verde de haba manaba en los mercados de Portoviejo, 2022. (Fotografía: E. Zambrano).



Figura 19. Vaina verde y grano tierno de habichuela en los mercados de Portoviejo, 2022. (E. Zambrano).



Figura 20. Vaina verde en “mazos” y grano tierno de haba en los mercados de Portoviejo, 2016. (E. Zambrano).

Referencias

- Arroyave, J. 1987. Maíz-Haba, una asociación para el valle del río Portoviejo. Boletín divulgativo N°. 196. Estación Experimental Portoviejo. INIAP. Portoviejo, Ecuador. 5 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1988. Principales insectos que atacan el grano de frijol almacenado y su control; guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audio tutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: Aart van Schoonhoven; César Cardona; Jorge García. Producción: Héctor F. Ospina, Carlos A. Valencia, Cali, Colombia. 45 p. Tercera edición.
- Estrella, E. 1994. El Pan de América. Etnohistoria de los alimentos aborígenes en el Ecuador. Tercera edición. FUNDACYT. Quito, Ecuador. pp. 72.
- INEC. 1975. Estimación de la superficie cosechada y de la producción agrícola del Ecuador, año 1975. Quito, Ecuador.
- Mendoza, H. y Linzán, L. 1993. INIAP Portoviejo 491, una variedad de haba veranera para el litoral ecuatoriano. Plegable No. 132. Estación Experimental Portoviejo. INIAP. Portoviejo, Ecuador.
- Mendoza, H. y Linzán, L. 1992. INIAP Portoviejo 490, una variedad de haba invienera para el litoral ecuatoriano. Plegable No. 124. Estación Experimental Portoviejo. INIAP. Portoviejo, Ecuador.
- Pazos, S. 2018. Cultura Culinaria: *Phaseolus vulgaris* o purutu, Fréjol, pallares, etc. En: AMÉRICA. Revista de la Corporación Cultural Grupo América. N° 128. Quito, Ecuador. pp. 130.

https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Manab%C3%AD

https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/03/proyeccion_cantonal_total_2010-202012016-v1.pdf

A photograph showing several white beans scattered on a large green leaf. Two open, dried bean pods are visible at the top of the frame. The beans are of various sizes and shapes, some showing slight discoloration or staining. The text 'CAPÍTULO VI' is overlaid in the center in a bold, yellow, serif font.

CAPÍTULO VI

Fotografías: Eduardo Peralta Idrovo



Uso de *Phaseolus lunatus* L. en la alimentación humana en la provincia de Manabí.

Eduardo Peralta Idrovo¹ y Eddie Zambrano Zambrano²

¹ Investigador independiente, exINIAP, Quito, Ecuador; peraltaedu55@gmail.com

² Investigador, responsable del Programa de Maíz, E.E. Portoviejo, INIAP, Ecuador; eddie.zambrano@iniap.gob.ec

Resumen

Diferentes especies de leguminosas de origen andino y de grano comestible fueron parte de la agricultura y la alimentación de los pueblos precolombinos, formando parte de variados platos en tiempos de la colonia y la república en los territorios que hoy corresponden al Ecuador; entre estas leguminosas destacan algunas especies de fréjol (*Phaseolus* sp.). En la provincia de Manabí, una especie de fréjol que resalta actualmente en la alimentación humana es *Phaseolus lunatus* L., conocida localmente con los nombres de haba manaba o habichuela. Con el objetivo de conocer y compilar datos relacionados con el requerimiento del grano y las formas de uso de esta leguminosa en Manabí, se aplicó una encuesta virtual a 64 personas de los cantones de Portoviejo y Manta. Los resultados mostraron que esta especie es adquirida como grano tierno en los mercados locales, los precios varían dependiendo de la época de invierno o verano; se consume de tres a cuatro veces por semana, en 19 formas diferentes de preparación, aunque predominan tres platos. Los resultados muestran la importancia de esta especie en la alimentación de los pobladores de Manabí y, seguramente, también de las provincias costeras vecinas por compartir ambientes y costumbres muy parecidas. Este trabajo muestra la existencia de una gran riqueza en la cocina costumbrista y gastronómica de Manabí, en comparación con las provincias serranas (en Imbabura y Pichincha se reportó la elaboración de solo cuatro platos), resultado que amerita una investigación más detallada.

Palabras clave: Haba manaba, fréjol, Imbabura, Pallar, Pichincha, recetas tradicionales.

Abstract

Different species of legumes of Andean origin and edible grain were part of the agriculture and diet of pre-Columbian peoples, forming part of various dishes in colonial and republican times in the territories that today correspond to Ecuador. Among these legumes, some species of beans (*Phaseolus* sp.) stand out. In the province of Manabí, one species of bean that currently stands out in human consumption is *Phaseolus lunatus* L., locally known by the names of manaba bean or habichuela. To know and compile data related to the requirement and forms of use of this legume in Manabí, a virtual survey was applied to 64 people from the counties of Portoviejo and Manta. The results showed that this species is acquired as a tender grain in the local markets, the prices vary depending on the winter or summer season. It is consumed three to four times a week, in 19 different ways of

preparation, although three dishes predominate. The results show the importance of this species in the diet of the inhabitants of Manabí and, surely, also of the neighboring coastal provinces, because they share very similar environments and customs. This work shows the existence of a great richness in the traditional and gastronomic cuisine of Manabí, in comparison with the mountainous provinces, since in both Imbabura and Pichincha provinces the elaboration of only four dishes was reported, a result that deserves a more detailed investigation.

Keywords: Manaba bean, kidney bean, Imbabura, pallar, Pichincha, customary recipes.

Introducción

El fréjol torta, pallar, haba manaba o habichuela, son los nombres con los que se conoce al frijol Lima en Ecuador. Es una de las cuatro especies de *Phaseolus* que se cultiva y consume en las tres regiones geográficas del país, cuyo origen radica en estos territorios.

Para conocer cómo se consumió, y se sigue consumiendo el pallar y/o torta (*Phaseolus lunatus* L.) en Ecuador, es importante remitirnos a algunos antecedentes sobre su uso en la alimentación humana desde épocas pasadas, uso que casi siempre estará ligado al fréjol común (*P. vulgaris* L.) por compartir el mismo tiempo de domesticación y agro ambientes. Estrella (1998), refiriéndose a los pallares, indica que antiguamente se comían las semillas tanto tiernas como maduras en preparaciones similares a la del fréjol común. Cordero (1950), respecto de *P. lunatus* Molina, señala que “produce unos granos que decimos pallares o tortas, y es de vegetación indefinida; no es tan útil como el fréjol común, y se lo tiene más bien como un vegetal curioso, aunque se aproveche alguna vez de su fruto, especialmente cuando tierno”.

De información rescatada de documentos de la época colonial, Pazos (2018) afirma que, durante la segunda mitad del siglo XVIII, las clases populares se alimentaban principalmente de granos como el fréjol, trigo, maíz y algún tipo de tubérculo (papa). Pazos (2018) cita al jesuita Mario Cicala (1771), quien informó en el tomo II de su Descripción Histórica que “el poroto americano se divide en tres tipos, el primero fue la *habichuela quimbolito* que se consumía en Panamá, el segundo se llamó *pallares* (*P. lunatus* Molina) y el tercero *mata hambre*; continúa y señala que “la segunda clase se llama pallares. [...] La habichuela es oblonga, un tanto oscura, bastante achatada y plana [...] La cáscara de la habichuela pallares es muy delgada, de color blanco rosáceo, pero su médula es muy blanca, al cocinar se hincha a maravilla, tiene un muy especial gusto; el sabor es un poquito dulce y es legumbre muy apreciada por su rara cualidad, exquisitez y finura; solo crece y se reproduce en climas muy cálidos [...]” (Cicala, 1771/1994, págs. 425-425).

En esta retrospectiva, es importante también mencionar el hallazgo realizado por el arqueólogo Erazo en el año 2006 (citado por Peralta et al. 2019), pues permite pensar en la línea del tiempo sobre el uso de estas especies de leguminosas en la agricultura. Los fréjoles fueron parte de la alimentación de los pobladores antiguos asentados en el Reino de Quito de hace por lo menos 900 años (Figura 1), pasando a ser más tarde parte de los cultivos y alimentos de la época colonial y contemporánea. Pazos (2018), menciona a los fréjoles o leguminosas que se consumían desde tiempos de la colonia, citando entre estos al pallar, el porotón de semillas rojas y blancas, los huevitos de paja y al matahambre, y resalta que “los pallares crecen en la región costa del Ecuador y sigue siendo un grano muy apreciado”. Este autor cita el manual de cocina de Pablo Sanz (1852) para mencionar las siguientes recetas que entre sus ingredientes contienen a los porotos o fréjoles: judías verdes con cebolla, judías frescas a la inglesa, judías a la provenzal, judías con vino y judías a lo paisano, con influencia de la cocina francesa, española, de la Gran Colombia y de los inicios de la vida

republicana. También, Pazos (2018) menciona el tratado de Gehin (1897), del cual rescata la primera receta de cocina que contiene fréjol en la sopa juliana o de primavera, junto a doce nombres de recetas que llevan fréjol en el cocimiento.

Las referencias descritas previamente nos retrotraen al pasado, a épocas de la colonia y su relación con la alimentación, en donde los *Phaseolus* son ingredientes importantes en la manutención y las diferentes recetas de cada periodo. Es evidente que las poblaciones humanas de hace siglos tuvieron una manera de diferenciar a las especies y variedades de fréjol, tanto del común, el porotón y el pallar y, por ende, para elaborar los platos con fréjol, pues seleccionaban las de mejor sabor, apariencia y consistencia.



Figura 1. Fréjol antiguo carbonizado, con cerca de 900 años, encontrado por Rodrigo Erazot en excavaciones realizadas en el complejo arqueológico Rumipamba, Quito (Fotografía: E. Peralta, 2022).

Hoy en día, la información existente sobre el uso e importancia de *P. lunatus* en la alimentación en Ecuador es escasa, aunque datos anecdóticos indican que esta especie es muy consumida en la provincia costera de Manabí. Allí, *P. lunatus* es conocido con los nombres de haba manaba o habichuela, dependiendo del tamaño del grano en estado tierno o seco, grano que siempre es de color blanco. Tomando esto en cuenta, para disponer de información actualizada y desde la fuente, se realizó una investigación cuyo objetivo fue conocer y compilar reseñas relacionadas con el requerimiento y las formas de uso en la alimentación humana de *P. lunatus* en la provincia de Manabí.

Materiales y métodos

Se elaboró una encuesta electrónica conteniendo 12 preguntas relacionadas con el uso de *P. lunatus* en la alimentación humana (Anexo 1), la cual fue aplicada en la provincia de Manabí a 64 personas, incluyendo a amas de casa y de emprendimiento de comida. La encuesta fue levantada entre los meses de agosto y septiembre de 2022. También, con el fin de explorar el uso alimenticio de esta especie en otras regiones de Ecuador, esta encuesta fue aplicada a tres personas en las provincias serranas de Imbabura y Pichincha.

Resultados

¿EN DÓNDE COMPRA EL HABA MANABA O LA HABICHUELA?

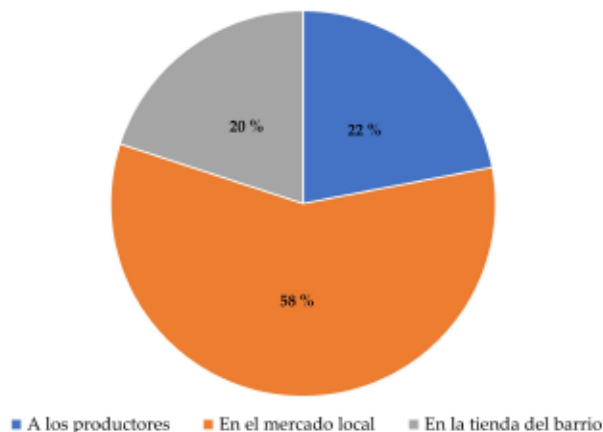


Figura 2. Lugares y porcentajes en la que los consumidores de haba y habichuela acceden a esta leguminosa en Manabí, 2022.

Desde los cantones de Portoviejo y Manta, participaron 64 personas (34 mujeres (56%), 18 hombres (28%) y 10 que no se identificaron (16%). El 58% de los encuestados mencionaron que adquieren el haba manaba y/o habichuela en los mercados locales, el 22% lo hacen directamente de los productores y el 20% en la tienda del barrio (Figura 2). El 55% de los encuestados respondió que adquieren el producto ya desgranado, el 28% en mazos (*el mazo es una unidad de comercialización en Manabí, que consiste en un atado 20 de vainas y cada vaina contiene de 3 a 5 semillas o granos*) y el 13% lo hace al granel o por porciones (Figura 3). Probablemente, el tiempo que se requiere para desgranar o retirar los granos de las vainas, hace que los consumidores prefieran adquirir las habas y habichuelas en grano, listas para la cocción o preparación de los alimentos.

¿EN QUÉ FORMA COMPRA EL GRANO TIERNO DE HABA O HABICHUELA?

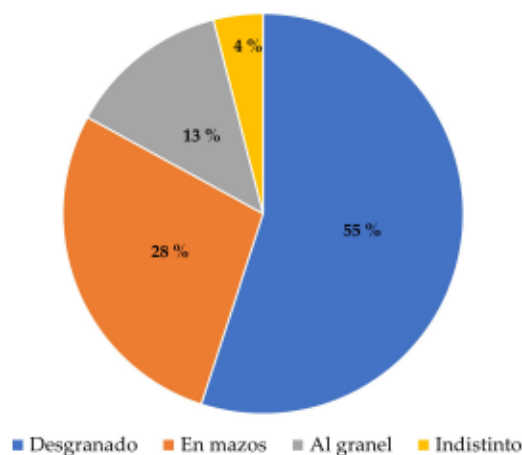


Figura 3. Estado en que los consumidores de haba y habichuela prefieren comprar esta leguminosa en Manabí, 2022.

El 67% de los encuestados compró a \$ 1 dólar la libra de grano tierno o fresco del haba o habichuela; el 13 % compró entre 1,5 a 2 dólares la libra, dependiendo de la época o temporada del año y el 20% compró en mazos o por porciones a 0,35 centavos en promedio. El consumo es eminentemente preferido en grano tierno, fresco o verde: 91% de los

encuestados prefieren el grano tierno y el 9% en grano seco. Algunos encuestados aclararon que adquieren el grano seco para sus siembras y otro que reciclan su propia semilla (Figuras 4 y 5).

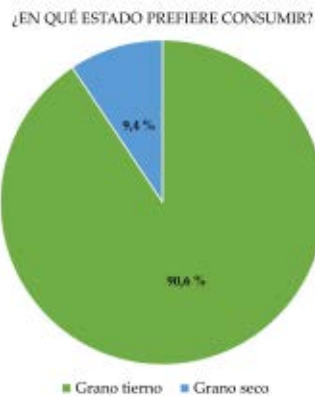


Figura 4. La mayoría de los encuestados (91%) prefieren comprar y consumir el haba y la habichuela en estado tierno, Manabí, 2022.



Figura 5. Haba manaba en estado tierno, ofertada en mercados de Manabí y Quito (Fotografía: E. Peralta, 2019).

El 89% de los encuestados respondieron que el consumo de haba y habichuela lo hacen en el almuerzo y 11% en la merienda (Figura 6), algunos informaron que se consume entre 3 a 4 veces por semana. El 47 % respondió que preparan entre 2 a 3 platos diferentes, el 22% preparan más de 4 platos, el 20% sabe preparar más de 6 platos distintos, el 6% prepara un solo plato y el 5% no precisó la respuesta.

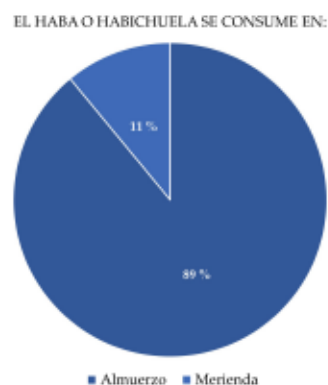


Figura 6. Momentos de consumo de haba manaba y/o habichuela en Manabí, 2022.

En conjunto, los encuestados mencionaron 19 nombres diferentes de platos que preparan con haba manaba y/o habichuelas; esta diversidad de platillos hace evidente la riqueza en la cocina y la gastronomía manabita, donde esta leguminosa es parte muy importante. Se mencionan los nombres de los platos, iniciando con los nombrados con mayor frecuencia, como: menestra de haba o habichuela; caldo de haba o habichuela con carne de res; sopa de habas o habichuelas con costilla o hueso de chanco; ensalada de haba o habichuela; sopa de haba con queso; haba o habichuela “refritada”; sopa de haba o habichuela; viche (Vicente) de pescado, camarón o carne con haba o habichuela; arroz colorado con haba o habichuela; sopa de haba con mondongo; arroz moro con habichuela; sopa de verduras o legumbres; arroz con menestra de haba o habichuela; habas zapateadas; batido de haba; puré de haba; sancocho; crema de haba y graneado de habas y queso. La mayoría compartió de manera resumida el cómo elaboran los diferentes platos antes mencionados, en los cuales puede variar el haba o la habichuela, dependiendo de la disponibilidad en el mercado; los platos siguen siendo los mismos. Algunas personas lo hicieron con más detalle, incluyendo los ingredientes y la preparación (Anexo 2, Figura 7).

Uso alimentario en Imbabura y Pichincha

Aunque no se realizó un trabajo sistemático en otras provincias de Ecuador, se logró obtener información en las provincias serranas de Imbabura y Pichincha. A diferencia de la provincia de Manabí, en estas provincias *P. lunatus* es conocido como torta o pallar. Entre las diferentes variedades de tortas cultivadas en Imbabura existen algunas que presentan menos sustancias amargas en las semillas o granos tiernos; según los agricultores, una guía para detectar esta característica es observar que las aves silvestres o pájaros pican las vainas en este estado, lo que es un indicador para cosecharlas y, una vez bien cocidas, ser usadas en la alimentación humana. En el año 2019, una familia campesina, compartió uno de los platos que elaboran con cualesquiera de los *Phaseolus* que estén disponibles en la chacra; es decir, pueden usar tortas tiernas, popayanes o fréjol común en este estado (Peralta, E. et al. 2019) (Anexo 3, Figura 8).

En lo que respecta a la provincia de Pichincha, en la feria de semillas o “Tarpuy Raymi” realizada en San José de Minas el 18 de septiembre de 2022, el agricultor Kleber Tello, entre otros productos de “La chacra”, expuso semillas y vainas de una variedad de torta que es cultivada en Mindo a 1.270 m s.n.m. Este productor proveyó testimonio de que los granos en estado tierno (Figura 9) son utilizados en la alimentación. Además, eventualmente se encuentra a la venta tortas tiernas de color blanco en los pequeños abastos, mercados o supermercados de Quito (Anexo 3, Figuras 9 y 10).

Conclusiones

El haba manaba o habichuela es un ingrediente importante en la alimentación de la población de Manabí, tanto rural como urbana. La frecuencia de consumo en grano tierno de esta leguminosa es un indicador de su importancia en la dieta diaria de las familias manabitas, y la variabilidad de platos elaborados constituye un abanico de conocimientos y experiencias culinarias que contribuye a enriquecer la gastronomía de esta provincia. Por ello, es muy importante compilar con más detalle las diferentes formas de preparación e identificar otras maneras de consumo, lo cual permita elaborar un recetario que sirva para divulgar la cultura y costumbres manabitas alrededor de esta leguminosa. Por otro lado, Peralta et al (2019) han reportado la importancia de *P. lunatus* en la provincia de Imbabura. Allí, esta especie recibe el nombre de torta y, a diferencia de Manabí en donde solo hay variedades de grano blanco, existe una gran diversidad de variedades con semillas de diferentes colores y sabores más amargos, aspectos que han favorecido más su uso lúdico. Sin embargo, la torta también es consumida como grano fresco por las familias campesinas de Imbabura, por lo que es

necesario realizar investigaciones sobre el consumo de esta especie en la región andina de Ecuador. Por último, es necesario motivar a los cocineros, chefs locales y nacionales para que desarrollen e incluyan a las tortas, habas manabas y/o habichuelas en sus menús, y así trascender el uso y bondades de estos granos a todo Ecuador y otros países en donde esta especie se consume.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Jaime Martínez por su revisión y sugerencias para la mejora del texto, como también al Ing. Iván Reinoso R. A la vez, a los ingenieros Heriberto Mendoza Z., Luis Duicela G. (exinvestigadores del INIAP), Ing. Iván Peralta T. (elaboración de encuesta digital), amas de casa, agricultores de Manabí y a los Revisores.

Anexos

Anexo 1. Encuesta a consumidores en Manabí

1. ¿Dónde compra el haba manaba y/o la habichuela?
2. ¿De qué forma compra en grano verde o tierno el haba o habichuela?
3. ¿A qué precio compra en grano o vaina tierna?
4. ¿El grano seco compra por kilos, libras, porciones u otra medida?
5. ¿El haba manaba y/o la habichuela consume en el desayuno, almuerzo o merienda?
6. ¿Prefiere consumir en grano seco o grano tierno?
7. ¿Cuántos platos prepara con habas?
8. ¿Cómo se llaman estos platos o preparados con habas?
9. ¿Cuántos platos prepara con habichuelas?
10. ¿Cómo se llaman estos platos o preparados con habichuelas?
11. ¡Comparta sus recetas con haba!
12. ¡Comparta sus recetas con habichuela!

Anexo 2. Formas más frecuentes de consumo de haba manaba y habichuela en Manabí

1. Viche de pescado con habas.
2. Lomo de cerdo salteado con verduras y habas.
3. Ensalada fría de habichuela.
4. Caldo de habas con carne de cerdo.
5. Caldo de habas o habichuelas con queso manaba.
6. Sopa de haba con costilla o hueso de chancho.
7. Menestra de haba o habichuela.
8. Haba “refritada”.
9. Carne apanada con menestra de habichuela.



Figura 7. Platos costumbristas de Manabí con haba pallar y habichuela: **A.** Viche de pescado con habas; **B.** Lomo de cerdo salteado con verduras y habas; **C.** Ensalada fría de habichuela; **D.** Caldo de habas con carne de cerdo (Fotografía: E. Zambrano, 2022).

Anexo 3. Formas de consumo en las provincias de Imbabura y Pichincha

Fréjol o poroto típico de los abuelos

Este plato fue compartido en Colimbuela a 2.465 m s.n.m. (Imantag, Cotacachi, Imbabura), donde se comentó que el mismo fue heredado de sus padres y sus abuelos. Puede ser preparado con diferentes variedades de fréjol común o poroto, popayanes o con fréjol torta o pallar de variedades menos amargas en estado tierno, es decir de los llamados “dulces”, que son comestibles (Figura 8).



Figura 8. Platos elaborados con pallares y popayanes tiernos y otros alimentos andinos en Imbabura (Fotografía: E. Peralta, 2016, 2019).

También, en Mindo, Pichincha, consumen tortas en estado tierno, al elaborar por lo menos dos platos: arroz moro con fréjol torta tierno y un refrito con granos tiernos de torta bien cocidos (Figura 9).



Figura 9. Variedad de pallar o torta de colores, consumida en la alimentación en Mindo, Pichincha. (Fotografía: E. Peralta, 2022).

En San Rafael, Quito (Pichincha), Roxana Terceros (2019) contribuyó con la preparación de una ensalada (Figura 10) con granos tiernos de pallar o tortas tiernas blancas, adquiridas en tiendas del barrio o de las “caseritas”, probablemente provenientes de Manabí u otra provincia costeña.



Figura 10. Ensalada de haba manaba, torta o pallar para acompañar atractivos platos costumbristas. (Fotografía: E. Peralta, 2019).

Referencias

- Cordero, L. 1950. Enumeración Botánica. Provincias de Azuay y Cañar. Segunda edición. Afrodísio Aguado S.A. Madrid, España. pp.39.
- Estrella, E. 1998. El Pan de América. Etnohistoria de los alimentos aborígenes en el Ecuador. 3ª. Edición. FUNDACYT. Quito, Ecuador. pp. 72, 73.
- Pazos, S. 2018. Cultura Culinaria: *Phaseolus vulgaris* o purutu, Fréjol, pallares, etc. En: AMÉRICA. Revista de la Corporación Cultural Grupo América. N° 128. Quito, Ecuador. pp. 127-137.
- Peralta, E., Peralta, F., Peralta, H. 2019. Lúdica y juegos con el fréjol en Ecuador, Perú y Bolivia. Quito, Ecuador. pp.150-155, 178.



Fotografías: Eduardo Peralta Idrovo



CAPÍTULO VII

El porotón *Erythrina edulis* (Triana), leguminosa comestible subutilizada con potencial para una agricultura sostenible.

Carlos Nieto C.¹; Elena Villacrés² y María Belén Quelal²

¹ Docente investigador Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador; cnieto@uce.edu.ec

² Investigadoras del Dpto. de Nutrición y Calidad Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. Estación Experimental Santa Catalina, Km 1, Panamericana Sur. Mejía, Ecuador; elena.villacres@iniap.gob.ec; maria.quelal@iniap.gob.ec

Resumen

Como parte de los esfuerzos por rescatar el potencial agronómico y el valor alimenticio de especies leguminosas comestibles subutilizadas en Ecuador en este capítulo se caracteriza al cultivo de porotón (*Erythrina edulis*) como una especie arbórea perenne con un excelente potencial productivo y valor nutricional en sus granos, hojas y vainas, los granos para alimentación humana y las hojas y vainas para alimentación animal. Por su contenido alto de carbohidratos (del 67.9 al 70.6 %) y de proteína (de 18 a 21 %), se considera al porotón como alimento completo, que puede sustituir a las leguminosas y a los cereales al mismo tiempo. Además, de la valoración de los contenidos nutricionales para los granos tiernos y maduros y tratados con escaldado y cocción, se presentan los contenidos de algunos compuestos anti nutricionales en los granos. También, se presenta una descripción del proceso agro productivo, de los usos potenciales como alimento fresco y procesado, y se identifican varios temas que requieren ser investigados para resaltar su potencial agronómico y alimenticio, y rescatar a la especie del camino a la extinción.

Palabras clave: valor nutricional, compuestos anti nutricionales, usos potenciales.

Abstract

As part of the efforts to highlight the agronomic potential and the nutritional value of Ecuadorian underutilized edible legumes crops, in this chapter, we feature *Erythrina edulis*, poroton. This legume has been described as a perennial tree crop, with an excellent production potential and nutritional value in its seeds, leaves and pods, the seeds for human food, the leaves and pods for animal feed. Due to its high carbohydrate content (67.9 to 70.6 %) and high protein content (18 to 21 %), this species is considered as a whole food. It should replace legumes and cereals simultaneously. In addition to the nutritional valuation for tender and mature beans, prepared by blanching and cooking, some antinutritional compounds in grains were identified. Moreover, the production system and the usefulness potential of the row and processed grain was determined. Also, some priority research topics to promote the agronomic and nutritional potential and contribute to rescue this species from the extinction way have been identified.

Key words: nutritional value, antinutritional compounds, potential usefulness.

Introducción

Ecuador, y el mundo tropical en general, cuentan con un patrimonio genético único en términos de riqueza o número de especies y de abundancia, esto es parte de lo que se conoce como diversidad biológica o biodiversidad. La diversidad biológica según el texto del convenio CBD (Naciones Unidas 1992), es el conjunto de toda la variabilidad de los organismos que integran los complejos ecológicos que existen en ambientes terrestres, marinos y otros hábitats acuáticos; esta definición incluye la diversidad dentro de cada especie, entre especies y también la diversidad entre y dentro de los ecosistemas. Cuando esta biodiversidad es desagregada en términos de agrobiodiversidad (la diversidad biológica silvestre y la domesticada útiles para la alimentación y la agricultura), se encuentra que el mundo tropical también es privilegiado, en términos de riqueza y abundancia de especies. En el caso de Ecuador, este es un territorio que sobresale también en términos de diversidad ecosistémica; según Galeas y Guevara (2012), Ecuador dispone de 91 formaciones vegetales (ecosistemas) dispersos en apenas 256 370 km² de su territorio. Pero la diversidad en términos de agroecosistemas es aún más abundante que la diversidad ecosistémica (INIAP-FAO 2017), debido a que los agroecosistemas son transformaciones, combinaciones o derivaciones de los ecosistemas, por intervención de la comunidad humana. Sin embargo, es evidente que los actores de la agricultura tropical (productores y consumidores) han subutilizado este gran componente de la diversidad biológica, la agrobiodiversidad. Muchas especies que tienen un gran potencial de producción y consumo están en el anonimato o sometidas a un proceso franco de erosión genética, e incuestionablemente siguen el camino de la extinción. Sin duda, una de las causas principales de la erosión genética de muchas especies alimenticias es la falta de demanda y de consumo, lo que se traduce en poco o ningún incentivo para que los productores mantengan estas especies en los campos de cultivo y, por ende, van camino de la extinción.

Dentro de la agrobiodiversidad sobresale el grupo botánico de las Fabaceae o (Leguminosae), cuya característica distintiva es la producción de frutos en legumbres o vainas. Azani et al., (2017) presentan la clasificación actualizada de la familia de leguminosas y reconoce seis subfamilias monofiléticas sólidamente respaldadas. Esta nueva clasificación utiliza como marco los análisis filogenéticos más completos de leguminosas hasta la fecha, basados en secuencias de genes matK de plástidos, e incluye un muestreo casi completo de géneros de especies conocidas. La nueva clasificación respaldada por la comunidad de la familia que refleja la estructura filogenética se fundamenta consistentemente y reconoce seis subfamilias en Leguminosae: Caesalpinioideae, Cercidoideae, Detarioideae, Dialioideae, Duparquetioideae y Papilionoideae. La subfamilia Mimosoideae tradicionalmente reconocida es un grupo distinto anidado dentro de las Caesalpinioideae.

A pesar de esta riqueza de especies, hay que mencionar que existen muchas otras que componen la agrobiodiversidad de las Leguminosae, que no se encuentran en los campos de cultivo como especies de importancia para la agricultura y la alimentación, y más bien son escasamente conocidas y poco utilizadas, sin importar sus bondades agronómicas y nutricionales sobresalientes. Para Ecuador, según la Enciclopedia de plantas útiles (de la Torre et al. 2008), dentro de la familia Fabaceae, se identifican hasta 599 especies, de las cuales 370 están clasificadas como especies útiles.

La utilidad de la mayoría de las especies de la familia Fabaceae se define por las cualidades alimenticias de sus semillas, para consumo humano como grano tierno o seco, pero también por sus cualidades forrajeras. Una característica común que la fijación de Nitrógeno (N) del aire en simbiosis con bacterias en el sistema radicular. Sin desmerecer a las varias especies leguminosas estacionarias, atención especial debe darse a las especies perennes debido a: 1) la posibilidad de disponer de plantaciones sin remociones o preparaciones constantes

del suelo, 2) la opción de plantear sistemas complejos (agroforestales) en combinación con una serie de otras especies alimenticias, 3) pero por sobre todo, la opción de disponer de alimento (cosechas), sistemáticas a largo plazo, sin necesidad de volver a siembras y cuidados culturales después de cada cosecha, como es el caso de las especies estacionarias. En este contexto se hace referencia a cuatro especies de la familia Fabaceae, cuyas características botánico-morfológicas, hábitos de crecimiento, adaptación climática, usos y valor nutricional, entre otras, son sobresalientes; es decir, son especies que cumplen con la definición de plantas Leguminosas comestibles, subutilizadas con potencial para una agricultura sostenible. Entre estas se encuentra *Erythrina edulis* (Triana), conocida en Ecuador como porotón, Esta especie tiene importancia para la alimentación de autoconsumo familiar en las fincas y eventualmente llegar a ser ofertada en los mercados locales, pero forman parte de los agroecosistemas biodiversos en las zonas de clima cálido de la Costa y de algunos valles bajos de la Sierra. En esta ocasión, se procede a describir los detalles específicos de la primera.

***Erythrina edulis* Triana ex Micheli, Porotón**

De las 13 especies de *Erythrina* identificadas como especies útiles en Ecuador (de la Torre, et al., 2008), la mayoría están definidas como plantas maderables, aptas para formar cercas vivas, forrajeras y sus semillas son utilizadas para trabajos de artesanía o decorativos; pero cuatro de ellas producen granos comestibles: *E bracteata* C. Presl., *E megistophylla* Diels, *E mitis* Jacq. y *E edulis*. El nombre del género *Erythrina* proviene del griego (erythros) que significa rojo en alusión al color de sus flores, y la identificación de la especie viene del vocablo latino (edulis) que significa comestible en referencia a su fruto (Acero 2002, citado por Vela Ahumada y Quispe Urteaga 2017).

Erythrina edulis está identificada como especie arbórea nativa de los Andes y se la conoce con los siguientes nombres comunes, por país o región: frijol mompas, bucare, balú y chachafruto, en Venezuela; chachafruto, calú, balú, baluy, nupo, fríjol balu, chaporuto, poruto, fríjol mompas, sachafuto, chafuto y sacha puruto, en Colombia; porotón, guato, cañaro, sacha poroto, zapote de cerro, fríjol de monte y pashullo, en Ecuador; basul, pajuro, antiporoto, pashuro, pashigua, poroto, pashul y pisona, en Perú; sacha haba, sacha poroto, en Bolivia; pashuro, pajuro, sacha poroto del basul o purito del sacha, en Argentina (Sanchez-Monge y Parellada 1981; Hernández y León 1992; de la Torre, Navarrete, Muriel, Maca y Balslev 2008; Vela Ahumada y Quispe Urteaga 2017) El nombre de Sacha poroto, en lengua quechua del sur de los Andes, significa poroto de árbol, puesto que el vocablo sacha significa árbol (Cárdenas 1989).

El porotón es una especie originaria de los Andes y fue un alimento ancestral de las poblaciones precolombinas que habitaron esta región, en los territorios que actualmente conforman las repúblicas de: Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela (Hernández y León 1992); en la actualidad continúa siendo un alimento utilizado por los campesinos de estos países, tanto para consumo humano como de ganado (Sánchez, 2018). A pesar de ser una especie domesticada y difundida por las comunidades indígenas de los Andes suramericanos, el porotón ha venido sufriendo a lo largo de la historia (después de la conquista) un proceso de erosión genética y de desmejora de su potencial reproductivo, debido a la tala de los bosques nativos para la implantación de pastos y cultivos agrícolas. Hoy la especie se reduce a pequeñas poblaciones o a unos pocos árboles que aún subsisten, en algunas provincias o departamentos de los países andinos (CONIF 1994).

Características morfológicas y botánicas sobresalientes

El porotón es un árbol frondoso con vegetación siempre verde y su altura varía de 6 a 15 metros; es una planta alógama, $2n = 42$ cromosomas. La raíz es pivotante, con numerosas raíces secundarias. El tallo (fuste) con corteza áspera posee algunas espinas que parecen púas. Las hojas son alternas, trifolioladas con pecíolos glabros o pubescentes, los folíolos romboides, ovados, elípticos o suborbiculares, de color verde oscuro intenso con pequeñas espinas en el nervio central de la cara posterior. Las flores individuales son completas, es decir, poseen los cuatro verticilos florales. *Cáliz* gamosépalo, cilíndrico o campanulado; *corola* conspicua, roja o anaranjada; *androceo* formado por nueve estambres diadelfos soldados en una estructura petaloide y uno libre; *ovario* estipitado, generalmente pubescente. (Granados et al. 2005), (Araujo 2005), (Schleier et al. 2016). Las flores son de color rojo carmesí y están agrupadas en inflorescencias (racimos), que pueden contener hasta 200 flores. La inflorescencia más tarde se convertirá en una infrutescencia o racimo de vainas alargadas y un tanto redondeadas de color verde claro y brillante, en las que se ubican varios granos o semillas (Cárdenas 2012). La vaina es una legumbre lampiña, cilíndrica de 3 a 3,5 cm de diámetro y de 32 a 55 cm de largo con 6 a 11 semillas por vaina (Avendaño y Castillo 2014). La semilla es gigante de configuración cóncava, formada por dos cotiledones de color blanco verdoso unidos por una parte plana, cuyo tamaño oscila entre 3 y 7 cm de largo por 2 o 3 centímetros de diámetro. La cubierta de la semilla según el nivel de maduración cambia de color rosado a marrón o rojo oscuro (Gilbert y Favoreto 2012). En la Figura 1, se muestra un ejemplar de árbol adulto de portón, así como los detalles de su inflorescencia y de sus frutos en estado de cosecha.



Figura 1. Planta adulta en floración, inflorescencia, vainas y semillas del porotón *Erythrina edulis* (Triana), en la provincia de Cañar, Ecuador (Fotos: E. Peralta, 2010; Web 2023).

Condiciones climáticas de adaptación

El porotón es una especie que se desarrolla bien en ambientes húmedos y poco fríos, propios de la selva nublada, que comprende un piso altitudinal de 1.400 a 2.400 msnm en Colombia (Acero 2000) y entre los 1.700 a 3.000 msnm en Perú y requiere entre 1.200 a 3.000 mm de precipitación anual. El área de dispersión comprende desde la cordillera de Mérida en Venezuela, hasta la frontera entre Bolivia y Argentina, pasando por Colombia, Ecuador y Perú (National Research Council 1989), (Ataroff y Sarmiento 2003). Se adapta a temperaturas de 9 a 25°C, y crece con facilidad en vertientes húmedas y microcuencas con alta nubosidad, alta humedad relativa, y baja insolación durante todo el año (Roa 2004). Las condiciones ambientales más confortables para portón serían: Precipitaciones entre 450 y 1.800 mm anuales; con altitudes de 1.800 a 2.200 en los Andes centrales y de 1.100 a 2.700 en Colombia y la temperatura ambiental mínima tolerable es 5° C, por esta razón es una especie que no tiene posibilidades de adaptación en áreas fuera de la faja tropical, las bajas temperaturas del invierno matarían al árbol (National Research Council 1989).

En Ecuador se reporta al porotón como especie de importancia etnobotánica para las comunidades que habitan las formaciones vegetales o zonas de vida Bosque de neblina montano y montano bajo, presentes a lo largo de las cordilleras andinas oriental y occidental entre los 1500 y 3000 m de altitud y también en la zona de vida Matorral húmedo montano, distribuida en los valles relativamente húmedos entre los 2000 y 3000 m de altitud en el callejón interandino (Muriel 2008); o como especie recomendada para reforestación en las zonas de vida Bosque húmedo tropical y Bosque húmedo montano bajo (Borja y Lasso, 1990). En todos los casos son zonas de alta intervención del bosque nativo por lo que la composición florística es escasa, y los remanentes de plantas útiles corresponden a especies apetecidas solamente por las poblaciones rurales.

Manejo agronómico

El porotón no es una especie comercial y que tenga demanda en los mercados, para que se considere como cultivo importante en la región geográfica de distribución (Esto explica el calificativo de planta subutilizada con potencial). Es una especie componente de sistemas agroforestales especialmente de los modelos Huerto familiar biodiverso, Huerto casero o árboles dispersos, que son muy comunes en la zona andina. Se lo siembra como cercos de las chacras, o asociado con diversos tipos de cultivos (Araujo 2005). El porotón es una especie muy versátil para sistemas de producción asociados, solo en Colombia se han descrito hasta seis sistemas agroforestales en asocio con más de 12 especies alimenticias arbóreas, arbustivas, herbáceas, perennes o estacionarias (Acero 2000). Las semillas tienen un alto poder germinativo, y germinan *in situ* a medida que caen los frutos maduros al suelo, por lo que la regeneración natural es abundante. La reproducción es por semilla, pero también se lo puede propagar por estacas, utilizando pedazos de ramas que prenden con facilidad en suelos húmedos (Araujo 2005), o por acodo aéreo (Acero 2000).

Al ser una especie perenne, tolerante a condiciones adversas de clima y suelo y buena competidora con especies asociadas, el portón no requiere de cuidados especiales ni de manejo agronómico de tipo convencional. Con podas anuales, para eliminar ramas enfermas, con tejidos viejos o para evitar la competencia con otras especies y con abonadoras con materia orgánica la planta crece y fructifica bien. El resto del manejo agronómico se reduce a las cosechas sistemáticas de los frutos, convirtiéndose en una especie fuente de alimento constante para la familia y para los animales de las granjas.

Como todas las especies de leguminosas, el porotón es hospedero de varias especies de artrópodos, especialmente insectos, algunas identificadas como plagas, que atacan al follaje

tierno, los ápices, las flores y los frutos. El hecho de ser una especie poco o nada cultivada y que no está desplegada en campos de cultivo ni parcelas de monocultivo, hace que las plagas no se encuentren potenciadas. Las plantas de porotón presentan ciertas características de rusticidad que hacen que el daño de plagas y enfermedades todavía no sea de importancia económica; sin embargo, hay estudios que revelan la prevalencia de especies plaga, que eventualmente causan desmedros al crecimiento y producción. En el Cuadro 1, se presenta un resumen de las especies plaga informadas para porotón.

Cuadro 1. Plagas asociadas con *Erythrina edulis*, que pueden convertirse en problemas sanitarios.

Especie	Plaga	Daños que causa y manejo propuesto	Referencia
<i>Aphis fabae</i> (orden <i>Homoptera</i>)	Pulgones	Se localizan en los ápices, hojas tiernas y racimos florales, El daño que causan es succionar la sabia. Tiene enemigos naturales como: Coccinélidos, Crisopas y Sirfidios, (que también son polinizadores) y avispas parasitoides.	(Vela Ahumada y Quispe Urteaga, 2017)
<i>Chalcodermus dentipes</i> (Orden: <i>Coleoptera</i>)	Abejorro cortador	El insecto corta los brotes tiernos y los ápices del árbol, que los hace detener su crecimiento y provoca ramificación lateral.	(Hilje, Shanon y Coto, 1993)
<i>Terastia meticulosellus</i> (Orde: <i>Lepidóptera</i>)	Barrenador	La larva barrena los brotes tiernos y se alimenta de los tejidos, puede atacar en viveros como en campo. El brote se torna amarillento, luego se necrosa y muere.	(Hilje, Shanon y Coto, 1993)
<i>Empoasca sp.</i> (Orden <i>Hemiptera</i>)	Cigarras verdes o loritos	Los adultos, larvas y ninfas succionan la savia de las hojas y podrían ser transmisores de virus. Otros daños provocados son aborto de flores y caída de vainas.	(Vela Ahumada y Quispe Urteaga, 2017)
<i>Liriomyza sp.</i> (Orden <i>Diptera</i>)	Mosca minadora de hojas	La mosca minadora provoca minas lagunares en las hojas; la incidencia es mayor en lugares con menos agua.	(Vela Ahumada y Quispe Urteaga, 2017)
<i>Tetranychus urticae</i> y <i>T. cinnabarinus</i> (Orden <i>Prostigmata</i>)	Ácaros (araña roja)	Las colonias de ácaros se ubican en el envés de las hojas, succionan la sabia y producen amarillamiento y malformación de hojas y los tejidos afectados se secan. Tiene a Coccinélidos como predadores.	Vélez (1997), citado por (Vela Ahumada y Quispe Urteaga, 2017)
<i>Terastia meticulosalis</i> (Orden <i>lepidóptera</i>)	Mosca perforadora de frutos	Las larvas perforan y dañan el fruto, dañando hasta dos por larva. Se ha reportado controles biológicos por moscas (<i>Tachinidae</i>) y avispas (<i>Ichneumonidae</i>) parásitos de la larva.	Acero y Barrera (1996), citado por (Vela Ahumada y Quispe Urteaga, 2017)
<i>Oidium spp.</i>	Pudrición del follaje	Las hojas de los árboles dejados a libre crecimiento. son atacadas en época seca por <i>Oidium</i> , por lo que no se recomienda alimentar animales con forraje que provenga de estos árboles.	(Acero, 2000)

Contenido nutricional

En el porotón, las partes de la planta identificadas como aprovechables para consumo humano y consumo animal son las semillas, las vainas y las hojas, cuyo contenido nutricional puede variar con el estado de madurez del grano y los procesos de preparación. Las composiciones nutricionales en cada parte aprovechable de la planta se presentan en el Cuadro 2, donde se evidencia un mayor contenido de proteína (24 % bs) y fibra (29 % bs) en las hojas, mientras que en las semillas sobresalen los carbohidratos (51 % bs), el almidón (39 % bs) y la proteína (21 % bs). Por su contenido alto de proteínas e hidratos de carbono, el porotón es considerado un alimento que puede suplir los aportes nutricionales de las leguminosas y de los cereales en forma simultánea (National Research Council 1989)

Cuadro 2. Composición nutricional de las partes aprovechables de *Erythrina edulis*.

Componente nutritivo	Semilla	Vaina	Hoja
Proteína (% bs)	21	21	24
Carbohidratos totales (% bs)	51	24	21
Almidón (%)	39	13	14
Fibra cruda (% bs)	8	23	29
Grasa (% bs)	1	1	3
Cenizas (% bs)	5	10	9

bs: base seca.

Fuente: (Acero et al. 2000; Acero, 2000).

En el Cuadro 3 se puede apreciar parte de los resultados de la investigación realizada en la Estación experimental Santa Catalina del INIAP en Ecuador, sobre el valor nutricional de esta leguminosa en dos estados de cosecha (tierno y maduro), luego de haber aplicado procesos térmicos de cocción, que consistieron en escaldar los granos a una temperatura de 90 °C por 120 segundos y cocción a 90 °C, por 20 minutos. Se encontró que el escaldado ayudó a concentrar los nutrientes, expresado en el mayor contenido de proteína (20,13 g/100 g bs) y fibra cruda (5.81 g/ 100 g bs) en los granos en estado tierno, mientras que, la mayor concentración de cenizas (5.87 g/100 g) se determinó en el porotón escaldado en estado maduro. Otros factores que pueden afectar los resultados son las zonas de cultivo, las condiciones agronómicas del cultivo, el contenido de humedad de las muestras y las metodologías aplicadas en la caracterización de los analitos (Arango Bedoya et al. 2012). En general, los carbohidratos totales no variaron sustancialmente con estado de madurez de los granos, pero si con el proceso aplicado, registrándose una disminución por efecto del escaldado y cocido. Además, el procesamiento térmico puede ayudar a mejorar la digestibilidad de los carbohidratos y la proteína, las cualidades sensoriales, el perfil nutricional y a reducir los compuestos tóxicos termolábiles y oligosacáridos (Olmedilla et al. 2010; Sarmiento 2012).

Los valores presentados en el Cuadro 3 son similares a los citados por otros autores (Intiquilla et al. 2016; Velásquez Holguín et al. 2019) quienes encontraron promedios entre 18 y 25 %, con una calidad similar a las proteínas del huevo. Con base al contenido y calidad de la proteína se pueden obtener proteínas aisladas e hidrolizadas con propiedades antioxidantes y bioactivas, beneficiosas para la salud. En la composición proximal, también se destaca el contenido de carbohidratos totales (del 67.86 al 70.59 %), similares a los reportados

en otros estudios (Chacaliaza et al. 2016; Delgado-Soriano et al. 2022; Vilcanqui-Pérez et al. 2021). La fibra alcanzó valores 4.96 % para porotón en estado tierno y 5.48 % en estado maduro; el contenido de cenizas alcanzó valores promedio de 5.69 %. Los niveles de estos nutrientes muestran que el porotón, también puede tener una aplicación potencial en alimentación animal (Velásquez Holguín et al. 2019).

Cuadro 3. Composición nutricional de porotón *Erythrina edulis* (g/100 g de materia seca).

Componente	Porotón crudo		Porotón escaldado		Porotón cocido	
	Estado tierno	Estado maduro	Estado tierno	Estado maduro	Estado tierno	Estado maduro
Ceniza	5.63±0.11	5.76 ± 0.20	5.40 ± 0.41	5.87 ± 0.11	5.53 ± 0.36	5.65 ± 0.10
Grasa	0.73 ± 0.04	1.27 ± 0.46	0.81 ± 0.06	1.23 ± 0.04	1.32 ± 0.23	0.88 ± 0.17
Proteína	18.08 ± 0.58	18.38 ± 0.29	20.13 ± 1.17	18.08 ± 0.58	18.96 ± 0.29	18.38 ± 0.15
Fibra cruda	4.96 ± 0.68	5.48 ± 0.10	5.81 ± 0.93	5.30 ± 0.75	5.49 ± 0.13	6.25 ± 0.60
Carbohidratos	70.59 ± 1.18	69.11 ± 0.16	67.86 ± 0.59	69.52 ± 1.40	68.70 ± 0.55	68.85 ± 0.47

Promedio de 3 repeticiones ± Una desviación estándar

Fuente: Departamento de Nutrición y Calidad-EESC, INIAP

Contenido de antinutrientes en semillas de porotón

El aprovechamiento óptimo de las leguminosas es afectado por la presencia de factores antinutricionales, los cuales disminuyen el aprovechamiento de proteínas, aminoácidos, carbohidratos, vitaminas y minerales. La inactivación o eliminación de estos factores permite incrementar la calidad y potencialidad de estos alimentos (Davila et al. 2003). En el Cuadro 4, se anotan los antinutrientes relevantes en el porotón, que fueron determinados como parte de las investigaciones realizadas en el Departamento de Nutrición de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, Ecuador.

El ácido fítico es un agente quelante, capaz de unirse al almidón, proteínas y minerales (Fe, Ca, Mg, Zn) para formar polímeros complejos, lo que afecta la biodisponibilidad de ciertas leguminosas (Ojo 2020). El promedio de ácido fítico presente en *Erythrina edulis* en estado tierno y maduro es de 0.94 g/100g; las técnicas de escaldado y de cocción favorecieron la concentración de estos compuestos; sin embargo, en el porotón cocido se observa una disminución del ácido fítico en estado maduro. Varios estudios reportan una mayor concentración de ácido fítico en los granos crudos; sin afectación evidente por los tratamientos térmicos aplicados; sin embargo, otros autores reportaron una disminución de este anti nutriente al inicio de la cocción y atribuyeron el efecto a la activación de las fitasas endógenas o fosfatasas. Una técnica apropiada para reducir el contenido de ácido fítico, parece ser la aplicación de procesos térmicos combinados (Feizollahi et al. 2021; Patterson et al. 2017).

Cuadro 4. Contenido de antinutrientes en grano de *Erythrina edulis*.

Parámetro	Unidad	Porotón crudo		Porotón escaldado		Porotón cocido	
		Estado tierno	Estado maduro	Estado tierno	Estado maduro	Estado tierno	Estado maduro
Ácido Fítico	g/100 g	0.91 ± 0.04	0.97 ± 0.02	1.44 ± 0.02	1.16 ± 0.02	1.13 ± 0.15	0.26 ± 0.03
Inhibidores de Tripsinas	TIA (mg/g)	2.34 ± 0.001	2.33 ± 0.02	2.32 ± 0.002	2.22 ± 0.10	2.30 ± 0.02	2.32 ± 0.01
Actividad Ureasa	Δ pH	0.03 ± 0.0	0.07 ± 0.0	1.01 ± 0.0	1.01 ± 0.0	1.01 ± 0.0	1.02 ± 0.0
Taninos	mg/100 g	25.50 ± 0.08	22.68 ± 1.12	28.40 ± 0.47	11.55 ± 1.02	24.72 ± 1.80	9.04 ± 3.53
Alcaloides	% lupanina	4.04 ± 0.17	3.22 ± 0.0	4.96 ± 0.0	3.29 ± 0.0	3.22 ± 0.0	3.17 ± 0.05
Saponinas	% saponinas	2.69 ± 0.02	2.79 ± 0.14	1.78 ± 0.05	1.85 ± 0.26	5.48 ± 0.03	3.00 ± 0.11
Nitratos	ppm	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd

Promedio ± Una desviación estándar; Nd: No detectado; TIA: Inhibidor de la actividad de tripsina
Fuente: Departamento de Nutrición y Calidad-EESC, INIAP.

Los inhibidores de tripsina se caracterizan por reducir la actividad biológica de las enzimas digestivas (tripsina y quimiotripsina), al ingresar estos compuestos al intestino forman un complejo “enzima tripsina-inhibidor de tripsina” que interfiere en los procesos de digestibilidad de las proteínas (Vagadia et al. 2017). En las muestras de porotón tierno y maduro aplicando los procesos de escaldado y cocción no se determinó variación de este componente. Estos resultados son diferentes a los reportados para soya procesada con 28 a 32 mg/g (TIA) y fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) con 6.05 a 14.10 mg/g (TIA) (De Mejia et al. 2005; Vagadia et al. 2017). Por otra parte, la inactivación de la actividad ureasa es un indicador que muestra la aplicación correcta de los tratamientos térmicos para degradar compuestos antinutricionales. En el porotón escaldado y cocido se registró un descenso del pH en relación con las muestras crudas, valores que concuerdan con los reportados para *Lupinus mutabilis* Sweet (el chocho) que experimentó un descenso del pH de 0.64 a 0.07 con la aplicación de procesos de cocción y desamargado (Villacrés et al. 2020). Los taninos son otro tipo de anti nutrientes que se caracterizan por formar complejos insolubles con las proteínas y almidones y disminuyen su biodisponibilidad y su palatabilidad, debido a los sabores astringentes que comunican al alimento (Kumar et al. 2022; Vilcanqui-Pérez et al. 2021). Sin embargo, la aplicación del proceso de cocción en porotón (estado maduro) permitió una reducción significativa de este antinutriente. Similar efecto se reportó en variedades de *Phaseolus vulgaris* que presentan un contenido variable entre 3 y 126 mg/100 g. Varios estudios mencionan que el contenido de taninos se correlaciona con el color del grano, con mayor contenido los de color negro, rojo o café y menor contenido los granos de color blanco (Kumar et al. 2022; Parmar et al. 2017).

Otros anti nutrientes de importancia en el porotón son los alcaloides y las saponinas. Algunos autores encontraron hasta 23 tipos de alcaloides en semillas, hojas, tallos y raíces en 14 especies de *Erythrina* (Barakat 1977; Abdullah 1979). En los cotiledones en estado tierno y crudos se registró un mayor contenido de estos antinutrientes; mientras que las saponinas se detectaron en mayor concentración en los granos maduros y en estado crudo, con relación a los granos tiernos. Más allá de los sabores amargos y astringentes que transmiten a los granos, estos compuestos tienen un potencial farmacológico y terapéutico. Al respecto Ruiz-López et al. (2000) mencionan que los alcaloides pueden actuar como agentes anticonvulsivos, antipiréticos e hipoglucémicos, mientras que a las saponinas se atribuyen propiedades inmunomoduladores, anticancerígenas, antiinflamatorias, neuro protectoras, con potencial para reducir el colesterol plasmático en humanos (Kumar et al. 2022).

No se determinó presencia de nitratos en el porotón. Estos compuestos predominan en las vacuolas de las hojas y en menor concentración aparecen en las flores, tubérculos y semillas (Ranasinghe y Marapana 2018).

Usos actuales y potenciales

El porotón es la más común de las cuatro especies de *Erythrina* que producen semillas comestibles y es utilizada como alimento en varias provincias de Ecuador y de la zona andina, pero también está identificada como planta medicinal (flores y brotes tiernos tienen poder vermífugo), es una planta melífera (muy visitada y apetecida por las abejas), especie maderable y para protección ambiental, como cercas vivas o cinturones buffer en la protección de manantiales y cursos de agua (de la Torre et al. 2008; Acero 1992). Sus semillas son comestibles y se consumen sancochadas cuando están tiernas o maduras, tienen un sabor agradable y muy versátil para combinar con otros alimentos en una variedad de preparados. Las vainas son muy nutritivas para rumiantes y cerdos y las hojas se usan como alimento de vacas, cabras, caballos, cerdos, pollos, gallinas y conejos (Surco 1987), (Granados et al. 2005). Las hojas también se secan y muelen para obtener harina que le da un mejor color a la piel y huevos de las aves que la consumen. (Granados et al. 2005). También se ha desarrollado varias fórmulas para elaborar alimento concentrado para trucha y otras especies de peces (Surco 1987). La semilla cocida puede reemplazar en un 60 % al alimento concentrado para pollos, ganado vacuno, cerdos, ovejas, cuyes y peces. La madera del árbol se utiliza como leña y en la construcción (Hoyos 1989).

Para el consumo humano, las semillas se usan en múltiples recetas como productos de panadería, repostería, productos fermentados, productos para uso industrial, entre otros (Pérez y Sáez 2013). En el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Colombia se ha fabricado 25 tipos de harinas de leguminosas locales, de las cuales 18 son derivadas del chachafruto (porotón), en combinación con follaje, semillas con y sin cutícula, cocinados y sin cocinar (Acero et al. 2000).

Desde el punto de vista terapéutico, el porotón sirve para prevenir la osteoporosis cuando se consume regularmente, elimina toxinas del organismo, sirve como regenerador celular, alivia o cura la cistitis y se usa en tratamiento de cáncer (Pérez y Sáez 2013). En medicina popular, las semillas se usan como diuréticas. En algunas regiones se le considera un alimento que da a las personas larga vida. En el municipio de Nilo, Cundinamarca, Colombia, se considera una comida que consumida regularmente le otorga longevidad (Acero 2000). Un análisis comparativo del porotón con otros productos, permitió determinar que es la leguminosa con el mayor rendimiento de proteínas utilizables por hectárea (Hoyos 1989). Por ser planta perenne y de producción sistemática, el porotón es considerado un cultivo para paliar hambrunas o épocas de escasez de alimentos en la comunidad -Famine food- (National Research Council 1989); es decir, el potencial alimenticio y de usos de las semillas y follaje es significativo.

Por sus características de adaptación, dispersión geográfica, hábito de crecimiento y potencial de aprovechamiento, el porotón es una especie con un potencial innegable, para promover la reforestación, la restauración de áreas degradadas o para mejorar la resiliencia de los sistemas de producción de pequeños productores de la agricultura familiar campesina de subsistencia. Es una planta de fácil regeneración y crecimiento rápido para dar protección y sombra a otros cultivos que lo requieren. Como toda especie leguminosa, es una planta fijadora de nitrógeno, que es otra característica apreciada, como componente aportante de nitrógeno para los sistemas mixtos de producción. Por todas estas características es considerado un árbol nodriza -nurse tree- (National Research Council 1989). Ciertos estudios de impacto ambiental consideran que la siembra de porotón contribuye en la conservación del ambiente y en especial de cuencas hidrográficas (Roa 2004).

Requerimientos de investigación y promoción

Por todas las características descritas para *Erythrina edulis*, es incuestionable que se trata de una especie que debe ser rescatada del proceso de erosión genética en la que se encuentra y promocionada como especie de potencial agroalimentario, agroforestal y forestal para programas de conservación, restauración y resiliencia en el área de dispersión y adaptación geográfica, en la zona Andina. Algunas necesidades de investigación y promoción de la especie serían las siguientes:

1. Conservar el germoplasma de la especie, para contrarrestar el proceso de erosión genética en el que se encuentra en todos los países de la zona andina. Se requiere una acción paralela entre actividades de conservación in situ y actividades de recolección para conservación ex situ. Dada su condición de especie perenne es muy aparente para la formación de colecciones bajo la modalidad de jardines botánicos o bancos de proteína, en cualquier sitio de adaptación de la especie. En Colombia hay una experiencia y recomendación del uso del porotón (chachafruto) como bancos de proteína, plantada en parcelas con densidades altas (Acero 2000).
2. Potenciar la productividad de semillas, con manejo de los árboles mediante prácticas agronómicas como podas de crecimiento o de sanidad manejo de densidad de árboles, y otros.
3. Estudiar los sistemas mixtos de producción (agroforestales o silvo-apícolas), para potenciar la producción de biomasa útil y aprovechar las bondades de asociación sinérgica del árbol.
4. Cuantificar el aporte de Nitrógeno de la especie, como parte de sistemas de producción mixtos o en bancos de proteína para mejorar de la fertilidad del suelo.
5. Investigar el complejo de plagas (principalmente insectos y hongos) que están presentes en la especie y que podrían ser problemas potenciales en el eventual caso de masificar el cultivo. Identificar simultáneamente los enemigos naturales que actualmente están conviviendo con las especies plaga, para potenciar la posibilidad de control biológico.
6. Desarrollar usos alternativos (agroindustriales) de las semillas de porotón dadas sus características de alimento neutro (combinable con cualquier otro alimento en preparados de sal o dulce) y para conservas.
7. Promocionar el uso y consumo como alimento de la población urbana, para generar demanda y justificar la producción de porotón en las áreas rurales.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los Revisores.

Bibliografía de referencia

- Abdullah, M. 1979. Studies of Erythrina Alkaloids, part III. G. C./ M.S Investigations of Alkaloids in the seeds of A Fourther fourteen species. Ann Missouri Bot. Gard, 66(3), 533-540.
- Acero L E. 2000. Guia para el culivo y aprovechamiento del “chachafruto” o “balú” *Erythrina edulis* Triana ex Micheli. Bogotá, Colombia: Convenio Andrés Bello CAB.

- Acero L. E. 1992. Informe final presentado a la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal- CONIF, sobre el proyecto chachafruto (*Erythrina edulis*). (U. N. Bogotá, Ed.) Obtenido de Fase n. Proyecto Cooperativo CONIF-Universidad Distrital-CIID- Universidad Nacional de Colombia-Palmira.
- Acero, L., Bernal, H. y Rodríguez, L. 2000. Muestra agroindustrial de especies promisorias BIOGAB. Serie Ciencia y Tecnología. Convenio Andrés Bello, 77 p.
- Arango Bedoya, O., Bolaños Patiño, V., Ricaurte García, D., Caicedo, M., & Guerrero, Y. 2012. Obtaining a protein extract from chachafruto flour (*Erythrina edulis*). *Universidad y Salud*, 14(2), 161-167.
- Araujo V. 2005. Estudio taxonómico e histológico de seis especies del género *Erythrina*. (*Fabaceae*) (Tesis para obtener el título de maestría en Botánica tropical). Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de Tesis para optar el grado académico de Magister en Botánica Tropical con mención a Taxonomía y Sistemática Evolutiva.
- Ataroff, M., y Sarmiento, L. 2003. Diversidad en Los Andes de Venezuela. I Mapa de Unidades Ecológicas del Estado Mérida. CD-ROM. Obtenido de Ediciones Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE), Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.: <https://studylib.es/doc/5712141/mapa-de-unidades-ecol%C3%B3gicas-del-estado-m%C3%A9rida>
- Avendaño, N. y Castillo, A. 2014. El género *Erythrina* L. (Leguminosae-Faboideae) en Venezuela. *Acta Botanica Venezuelica*, 37(2), 123-164.
- Azani, N., Babineau, M., Bailey, C. D., Banks, H., Barbosa, A. R., Pinto, R. B. & Zimmerman, E. 2017. A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny: The Legume Phylogeny Working Group (LPWG). *taxon*, 66(1), 44-77.
- Barakat, I. 1977. Further studies of *Erythrina* alkaloids. *Lloydia*, 40, 471- 475.
- Borja C y Lasso B. 1990. Plantas nativas para reforestación en el Ecuador. Quito, Ecuador: Fundación Natura EDUNAT III. AID.
- Cárdenas M. 1989. Manual de plantas económicas de Bolivia (Segunda Edición ed.). Cochabamba, Bolivia: Editorial Los amigos del libro.
- Cárdenas S. 2012. El Pajuro (*Erythrina edulis*) alimento andino en extinción. *Investigaciones sociales*, 16(28), 97-104.
- Chacaliza, L., Espinoza, G., Ramos, F., & Servan, K. (2016). Proximate chemical composition and content of biologically active components in leaves of two quinoa cultivars (Salcedo and Altiplano) produced in Peru. *Research Journal of Medicinal Plant*, 10(8), 450-456.
- CONIF. 1994. EL CHACHAFRUTO (*Erythrina edulis* Micheli): UN VALIOSO RECURSO GENETICO DE LOS ANDES SURAMERICANOS Producción de Frutos, Semillas y Forrajes (Vol. Serie de divulgación Número 2). Bogotá, Colombia: CORPORACION NACIONAL DE INVESTIGACION y FOMENTO FORESTAL, CONIF. Obtenido de Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal- CONIF.
- de la Torre L., Navarrete, H., Muriel, P., Macia, J. y Balslev, H. (Eds.). 2008. Enciclopedia de Plantas útiles de Ecuador. Quito y Aarhus: Herbario de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica de Ecuador y Herbario A A U del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Aarhus.

- Davila, M. A., Sangronis, E. y Granito, M. 2003. Leguminosas germinadas o fermentadas: alimentos o ingredientes de alimentos funcionales. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 53, 348-354.
- de la Torre, L., Navarrete, H., Muriel, P., Macía, M. J. y Balslev, H. 2008. Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador (con extracto de datos). Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Herbario AAU del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Aarhus.
- De Mejía, E. G., Valadez-Vega, M. D. C., Reynoso-Camacho, R. & Loarca-Pina, G. 2005. Tannins, Trypsin Inhibitors and Lectin Cytotoxicity in Tepary (*Phaseolus acutifolius*) and Common (*Phaseolus vulgaris*) Beans. *Plant Foods for Human Nutrition*, 60(3), 137-145. <https://doi.org/10.1007/s11130-005-6842-0>
- Delgado-Soriano, V., Cortés-Avenidaño, P., Guevara-Pérez, A., y Vílchez-Perales, C. 2022. Digestibilidad proteica de semillas de Pajuro (*Erythrina edulis* Triana) sometidas a cocción tradicional. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 24(2), 75-83.
- Díaz Santiago. 1979. Las leguminosas (Primera Edición ed.). Bogotá, Colombia: Editorial 2000.
- Escamilo, S. 1994. El poroto o pajuro andino y la alimentación campesina. Lima: Ed. Majjosa.
- Feizollahi, E., Mirmahdi, R. S., Zoghi, A., Zijlstra, R. T., Roopesh, M. S. & Vasanthan, T. (2021). Review of the beneficial and anti-nutritional qualities of phytic acid, and procedures for removing it from food products. *Food Research International*, 143, 110284. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110284>
- Galeas R y Guevara J. 2012. Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental, Proyecto Mapa de Vegetación del Ecuador. Quito: MAE, Dirección Forestal. Subsecretaría de Patrimonio Natural.
- Gilbert, B. y Favoreto, R. 2012. *Erythrina* sp. Fabaceae (Leguminosae, Faboideae). *Revista Fitos*, 7(3), 185-197.
- Granados, J., Ruiz, L. y Forero, E. 2005. Sinopsis de las especies colombianas del género *Erythrina* (Leguminosae: Papilionoideae: Phaseoleae). Estudios en leguminosas colombianas. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia.
- Hernández B y León J (Ed). 1992. Cultivos marginados Otra perspectiva de 1492 (Reimpresión 2004 ed.). Roma: FAO.
- Hilje L Shanon P y Coto D. 1993. Insectos asociados con *Erythrina* spp en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)*, Número 28, 36-48.
- Hoyos J. 1989. Frutales en Venezuela. Edición de la Sociedad de Ciencias Naturales, La Salle, Venezuela. Monografía Nro. 36, primera edición., 375.
- INIAP-FAO. 2017. Agrobiodiversidad para la agricultura y la alimentación en Ecuador: Estado actual y proyecciones de su uso sustentable y conservación (resumen del informe). Quito, Ecuador: INIAP FAO.
- Intiquilla, A., Jiménez-Aliaga, K., Zavaleta, A. I., Arnao, I., Peña, C., Chavez-Hidalgo, E. L. & Hernández-Ledesma, B. 2016. *Erythrina edulis* (Pajuro) Seed Protein: A New Source of Antioxidant Peptides. *Natural Product Communications*, 11(6),

1934578X1601100620. <https://doi.org/10.1177/1934578X1601100620>

- Kumar, Y., Basu, S., Goswami, D., Devi, M., Shivhare, U. S. & Vishwakarma, R. K. 2022. Anti-nutritional compounds in pulses: Implications and alleviation methods. *Legume Science*, 4(2), e111. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/leg3.111>
- Naciones Unidas. 1992. Convenio sobre la diversidad biológica. Naciones Unidas. Ciudad.
- National Research Council. (1989). *Lost crops of the Incas: Little-Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation*. Washington, D.C. National Academy Press, 165-171.
- Ocaña, D. 1994. *Desarrollo forestal campesino en la región andina del Perú*. Lima: Ministerio de Agricultura, Prona-machcs, FAO.
- Ojo, M. A. 2020. Phytic acid in legumes: A review of nutritional importance and hydrothermal processing effect on underutilised species. *Food Res.* 5, 22-28.
- Olmedilla Alonso, B., Farré Rovir, R., Asensio Vegas, C. y Martín Pedrosa, M. 2010. Papel de las leguminosas en la alimentación actual. *Actividad Dietética*, 14(2), 72–76. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1138-0322\(10\)70014-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1138-0322(10)70014-6)
- Parmar, N., Singh, N., Kaur, A. & Thakur, S. 2017. Comparison of color, anti-nutritional factors, minerals, phenolic profile and protein digestibility between hard-to-cook and easy-to-cook grains from different kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) accessions. *Journal of Food Science and Technology*, 54(4), 1023–1034. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2538-3>
- Patterson, C. A., Curran, J. & Der, T. 2017. Effect of processing on antinutrient compounds in pulses. *Cereal Chemistry*, 94(1), 2–10.
- Pérez, O. y Sáez, M. 2013. Potencial agroalimentario del chachafruto. *Revista La Era Ecológica No.1*. Obtenido de http://www.eraecologica.org/revista_01/era_ecologica_1
- Ranasinghe, R., & Marapana, R. 2018. Nitrate and nitrite content of vegetables: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(4), 322-328.
- Roa, J. 2004. Evaluación de impacto ambiental de un proyecto agroforestal. Caso: siembra de 150.000 árboles de *Erythrina edulis*, municipio Andrés Bello, estado Mérida-Venezuela. *Revista Geográfica Venezolana*, 45(2), 247-277.
- Ruiz-López, M. A., García-López, P. M., Castañeda-Vazquez, H., Zamora, N. J. F., la Mora, P. G.-D., Pineda, J. B., Burbano, C., Pedrosa, M. M., Cuadrado, C., & Muzquiz, M. 2000. Chemical Composition and Antinutrient Content of three Lupinus Species from Jalisco, Mexico. *Journal of Food Composition and Analysis*, 13(3), 193-199. <https://doi.org/https://doi.org/10.1006/jfca.1999.0887>
- Sánchez Bustos, K. 2018. Efecto de dietas con recursos forrajeros no convencionales sobre parámetros productivos de conejos nueva zelandia blanco (*Oryctolagus cuniculus*) bajo producción de agricultura familiar en silvania (cundinamarca). Recuperado el 12 de 10 de 2022. <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/863>
- Sanchez-Monge y Parellada E. 1981. *Diccionario de plantas agrícolas*. Madrid, España: Ministerio de Agricultura. Servicio de publicaciones agrarias.
- Sarmiento, T. R. 2012. Impacto del procesamiento sobre la pared celular y las propiedades

- hipoglucémicas y tecnofuncionales de leguminosas. Universidad Autónoma de Madrid.
- Schleier, R., Quirino, C. & Rahme, S. 2016. *Erythrina mulungu*–descrição botânica e indicações clínicas a partir da antroposofia. *Arte Médica Ampliada*, 36(4), 162-167.
- Surco, F. 1987. Evaluación de minerales nutricios en las semilla de *Erythrina edulis*. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cuzco. Perú, 113.
- Vagadia, B. H., Vanga, S. K. & Raghavan, V. 2017. Inactivation methods of soybean trypsin inhibitor – A review. *Trends in Food Science y Technology*, 64, 115–125. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.02.003>
- Vela Ahumada A y Quispe Urteaga A. 2017. Determinación de las principales plagas del pajuro (*Eythrina edulis* Triana Ex Micheli) en el valle de Cajamarca, Perú. Cajamarca, Perú. Recuperado el 14 de 12 de 2022, de <https://revistas.unc.edu.pe/index.php/Caxamarca/article/view/35/27>
- Velásquez Holguín, L. F., Montoya Yepes, D. F., Jimenez Rodriguez, A. A., Murillo Arango, W., y Méndez Arteaga, J. J. 2019. Género *Erythrina*: Actualidad en la investigación y perspectivas de desarrollo científico.
- Vilcanqui-Pérez, F., Chaquilla-Quilca, G., Sarmiento-Casavilca, V. H., Céspedes-Orosco, C. N., Ventura-Saldívar, Y., y Cortés-Avenidaño, P. 2021. Efecto del germinado sobre las características nutricionales, propiedades bioactivas y funcionales de basul (*Erythrina edulis*). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*.
- Villacrés, E., Quelal, M. B., Fernández, E., García, G., Cueva, G., & Rosell, C. M. 2020. Impact of debittering and fermentation processes on the antinutritional and antioxidant compounds in *Lupinus mutabilis* Sweet. *Lwt*, 131, 109745. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109745>



MISIÓN DE LA RED

Generamos colaboraciones para compilar, compartir y divulgar información sobre frijol lima, promovemos sinergias de trabajo e investigación y formamos recursos humanos de alto nivel, todo con el fin de promover el cultivo del frijol lima como una alternativa real para enfrentar problemas de seguridad alimentaria en el mundo.

ISBN: 978-9942-44-668-8

