

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

CARACTERIZACIÓN DE LA COLECCIÓN *EX SITU* DE *PHASEOLUS LUNATUS* L. Y *PHASEOLUS VULGARIS* L. CONSERVADOS EN EL BANCO DE GERMOPLASMA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA-UDELAR

por

Ian TADICH DELASCIO

**Trabajo final de grado
presentado como uno de los
requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo**

MONTEVIDEO

URUGUAY

2025

Este Trabajo Final de Grado se distribuye bajo licencia

“Creative Commons **Reconocimiento – No Comercial – Sin Obra Derivada**”.



PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo final de grado aprobado por:

Director:

Dr. Rafael Vidal

Co-Directora:

Dra. Natália de Almeida

Tribunal:

Dr. Rafael Vidal

Dra. Mariana Ferreyra

Ing. Agr. (Dr.) Guillermo Galvan

Fecha: 26 de setiembre de 2025

Estudiante:

Ian Tadich Delascio

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad de la República por darme la oportunidad de estudiar esta linda carrera, y especialmente a la Facultad de Agronomía donde pude cursar la Escuela Agraria (UTU) y posteriormente cruzar para terminar mi formación profesional.

En este lugar no solo aprendí, sino que construí lazos y amistades que me acompañan día a día. Tuve la oportunidad de tener mi primera relación académica en el grupo disciplinario de Fitotecnia donde pude acercarme a una de las ramas de la agronomía que más me apasiona, siempre estaré agradecido.

A mi familia por apoyarme en este largo camino tantos años y por motivarme a desarrollar cualquier proyecto que se me ocurriera con los que logré generar experiencia y desarrollarme más.

A mis tutores Natália y Rafael y a mis compañeros y amigos María, Ignacio y Nicolás por todo el apoyo durante este proceso.

A Cinthya que estuvo para apoyarme desde que comenzamos este camino juntos hace más de 9 años, donde encontré una compañera no solo de estudio sino de la vida.

Agradecer por último a mi abuelo quien me transmitió esta pasión que se convirtió en un modo de vida. ¡Ojalá estuvieras hoy!

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN	3
AGRADECIMIENTOS	4
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS	6
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
1. Introducción	9
2. Revisión bibliográfica	10
2.1. Origen y domesticación del cultivo de porotos	10
2.2. Importancia alimenticia del cultivo de porotos	11
2.3. ¿Qué son las variedades locales criollas?	11
2.4. Importancia de las variedades criollas	12
2.4.1. Conservación <i>in situ</i>	13
2.4.2. Conservación <i>ex situ</i>	14
2.4.3. Bancos de Germoplasma en Uruguay	14
2.5. Antecedentes del cultivo de porotos en Uruguay	15
3. Objetivos	19
3.1. Objetivos generales	19
3.2. Objetivos específicos	19
4. Materiales y métodos	20
4.1. Descripción del germoplasma	20
4.2. Ensayo a campo	21
4.3. Caracterización de la diversidad en base a descriptores fenotípicos	22
4.4. Análisis estadístico	23
5. Resultados	25
5.1. Caracterización fenotípica de <i>Phaseolus lunatus</i>	25
5.2. Caracterización fenotípica de <i>Phaseolus vulgaris</i>	28
6. Discusión	36
6.1. Diversidad en <i>Phaseolus lunatus</i>	36
6.2. Diversidad en <i>Phaseolus vulgaris</i>	37
6.3. Consideraciones finales	38
7. Conclusiones	39
8. Bibliografía	40
9. Anexos	45

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Datos del cultivo de porotos (no especificando especie) en Uruguay.....	16
Tabla 2. Accesiones del BG-Fagro utilizadas en el ensayo, origen, año de colecta y número de plantas	20
Tabla 3. Análisis de suelo del área donde se instaló el ensayo a campo	21
Figura 1. Frecuencias de forma del grano en accesiones de <i>P. lunatus</i> conservadas en el BG-Fagro	26
Figura 2. Frecuencias para la característica número de granos/vaina en siete accesiones <i>P. lunatus</i> del BG-Fagro	27
Figura 3. Análisis de medias Tukey (5%) y significancia para largo de grano (mm) en <i>P. lunatus</i>	28
Figura 4. Frecuencia para descriptor color primario del grano en <i>P. vulgaris</i> conservadas en el BG-Fagro	30
Figura 5. Frecuencias para la característica color secundario del grano de las accesiones de <i>P. vulgaris</i>	31
Figura 6. Frecuencias del descriptor forma del grano en <i>P. vulgaris</i>	32
Figura 7. Frecuencias para la característica número de granos por vaina en accesiones de <i>P. vulgaris</i>	33
Figura 8. Análisis de medias Tukey (5%) y significancia para ancho de grano (mm) en <i>P. vulgaris</i>	34
Figura 9. Análisis de medias Tukey (5%) y significancia para largo de grano (mm) en <i>P. vulgaris</i>	34

RESUMEN

Las especies *Phaseolus lunatus* L. y *Phaseolus vulgaris* L. (poroto común) son las especies del género *Phaseolus* más cultivadas en Uruguay, su producción se realiza en base a variedades criollas y actualmente no existen cultivares registrados en el Registro Nacional de Cultivares del Instituto Nacional de Semillas (INASE). Los datos del Censo General Agropecuario comprueban que el número de productores ha disminuido, al igual que la superficie sembrada, lo que evidencia una pérdida progresiva de sistemas productivos familiares y, con ellos, de la diversidad genética asociada. Esta situación resalta la necesidad de conservar y valorizar los recursos fitogenéticos disponibles, preservados en colecciones ex situ. En este sentido, y considerando que las colecciones existentes en el Banco de Germoplasma de la Facultad de Agronomía no estaban caracterizadas ni contaban con datos de pasaporte completos, se propuso avanzar en la caracterización y multiplicación de dichas accesiones como estrategia para su conservación y uso sostenible. El objetivo de este trabajo fue evaluar la diversidad existente en siete accesiones de *Phaseolus lunatus* L. y 18 accesiones de *Phaseolus vulgaris* L. colectadas por la cátedra de Horticultura en 1985/1986. La caracterización se llevó a cabo en la Facultad de Agronomía, Sayago, Montevideo-Uruguay, en el período comprendido entre noviembre de 2022 y junio de 2023. Se evaluaron descriptores fenotípicos de planta, flor y grano, extraídos de las guías de descriptores del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI) para cada una de las especies. Se demuestra que para *P. vulgaris* y *P. lunatus*, dentro de las especies, todas las accesiones difieren entre sí por al menos una característica (descriptor). Se identificó diversidad en la colección de ambas especies. Para *P. lunatus* siete de los dieciséis descriptores utilizados fueron discriminantes. Para *P. vulgaris* catorce de los quince descriptores fueron discriminantes. A partir de este trabajo se logró caracterizar la diversidad lo que permitirá orientar futuros trabajos de evaluación agronómica de las variedades criollas de porotos y ampliar el conocimiento de la colección del Banco de Germoplasma.

Palabras clave: diversidad, germoplasma, *Phaseolus*, variedades criollas

ABSTRACT

The species *Phaseolus lunatus* L. and *Phaseolus vulgaris* L. (common bean) are the most widely cultivated species of the *Phaseolus* genus in Uruguay. Their production is based on landraces, and today there are no cultivars registered in the National Registry of the National Seed Institute (INASE). Data from the General Agricultural Census confirm that the number of farmers or peasants has decreased, as has the beans cultivated area, evidencing a progressive loss of family production systems and, with them, the associated genetic diversity. This situation highlights the need to conserve and enhance the available plant genetic resources preserved in ex situ collections. In this sense, and considering that the existing collections in the Germplasm Bank of the Faculty of Agronomy were not characterized and did not have complete passport data, it was proposed to advance the characterization and multiplication of these accessions as a strategy for their conservation and sustainable use. The objective of this work was to evaluate the existing diversity in seven accessions of *Phaseolus lunatus* L. and 18 accessions of *Phaseolus vulgaris* L. collected by the Horticulture Department in 1985/1986. The characterization was carried out at the Faculty of Agronomy, Sayago, Montevideo-Uruguay, between November 2022 and June 2023. Phenotypic descriptors of plants, flowers, and grains, extracted from the International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI) descriptor guides for each of the species, were evaluated. It is shown that for *P. vulgaris* and *P. lunatus*, within the species, all accessions differ from each other by at least one characteristic (descriptor). Diversity was identified in the collection of both species. For *P. lunatus*, seven of the sixteen descriptors used were discriminant. For *P. vulgaris*, fourteen of the fifteen descriptors were discriminant. This work allowed us to characterize diversity, which will guide future agronomic evaluation work on native bean varieties and expand knowledge of the Germplasm Bank's collection.

Keywords: diversity, germplasm, *Phaseolus*, landraces

1. Introducción

Las especies *Phaseolus lunatus* L. (poroto manteca) y *Phaseolus vulgaris* L. (poroto común) son las especies de porotos más cultivadas en Uruguay, su producción se realiza en base a variedades criollas y actualmente no existen cultivares registrados en el Registro Nacional de Cultivares del Instituto Nacional de Semillas (INASE, s.f.).

El número de productores de porotos ha disminuido sistemáticamente en las últimas cinco décadas según los datos de los Censos Agropecuarios (Dirección de Censos y Encuestas [DCE], 1994; Dirección de Economía Agraria [DIEA], 1968, 1973; Dirección de Estadísticas Agropecuarias [DIEA], 2000; Dirección de Investigaciones Económicas Agropecuarias [DIEA], 1983; Oficina de Estadísticas Agropecuarias [DIEA], 2013); esta disminución puede asociarse con la pérdida de variedades criollas, conocimientos tradicionales y de riqueza genética para el país.

En este trabajo se propuso caracterizar a través de marcadores fenotípicos la colección de porotos del Banco de Germoplasma de Facultad de Agronomía (BG-Fagro), dicha colección fue formada en su totalidad por variedades criollas colectadas en los años 1985/1986 por la cátedra de Horticultura. Debido a que la colección completa no se encontraba caracterizada y no se tenían datos de pasaporte, se pretendió generar información y evaluar la diversidad existente.

Se buscó responder la siguiente pregunta de investigación: ¿Existe diversidad en las accesiones de *Phaseolus lunatus* L. y *Phaseolus vulgaris* L. presentes en el BG-Fagro?

La información generada marca un precedente y puede ser utilizada para futuros trabajos de mejoramiento, así como para la revalorización de los recursos genéticos y justificar su conservación. Este trabajo de caracterización, permite valorizar la colección de *Phaseolus lunatus* L. y *Phaseolus vulgaris* L. del Banco de Germoplasma de Facultad de Agronomía.

2. Revisión bibliográfica

2.1. Origen y domesticación del cultivo de porotos

Las especies *Phaseolus lunatus* L. y *Phaseolus vulgaris* L. pertenecen a la familia botánica *Fabaceae* (leguminosas), género *Phaseolus* L. y ambas especies son nativas del continente americano. El género *Phaseolus* L. deriva del griego “*phaséolos*” que significa “bote alargado”. Según Bitocchi et al. (2017) 70 especies comprenden el género *Phaseolus*.

Dentro del género *Phaseolus* existen cinco especies domesticadas: *P. vulgaris*, *P. lunatus*, *P. acutifolius*, *P. coccineus* y *P. dumosus* (Freytag & Debouck, 2002). En Uruguay se han reportado tres de las cinco especies domesticadas: *P. vulgaris* (comúnmente llamado poroto frutilla), *P. lunatus* (comúnmente llamado poroto manteca) y *P. coccineus* (Izaguirre & Beyhaut, 1998; Pereira Cardoso, 2017).

La especie *P. lunatus* es herbácea anual, ocasionalmente perenne, con formas arbustivas de hasta 60 cm de altura o trepadoras de 2-4 m. Sus hojas son trifoliadas, con folíolos ovados, acuminados, de 5-15 cm x 2-10 cm. Los racimos son axilares de hasta 15 cm, plurifloros. Las flores pueden variar en blancas, verde pálido o violetas, con cáliz campanulado. Las vainas pueden ser oblongas, curvadas, a veces con ápice ganchoso, de hasta 12 cm x 2-2.5 cm y con 2-4 semillas por vaina. Las semillas pueden ser reniformes a esféricas, variables en tamaño y color (Izaguirre & Beyhaut, 1998).

Por otro lado, la especie *P. vulgaris* se caracteriza por presentar plantas herbáceas anuales, trepadoras y levemente pubescentes. El tallo es anguloso o casi cilíndrico y las hojas son trifoliadas, con pecíolos de hasta 15 cm. Los folíolos basales son asimétricos, el apical es simétrico y ovalado de 6-12 cm x 4-9 cm. Posee racimos axilares o terminales con flores blancas, rosadas, lilas o púrpuras. El cáliz es campanulado y el ovario está comprimido lateralmente con 4-9 (-12) óvulos; el estigma es elipsoide y glandular. La vaina posee forma linear, recta o algo curvada y rostrada de hasta 20 cm y es carnosa cuando inmadura. Las semillas son de tamaño y forma variable (Izaguirre & Beyhaut, 1998).

En términos evolutivos, se han identificado dos *pooles* genéticos tanto para la especie *P. vulgaris* como para *P. lunatus* uno Mesoamericano y uno Andino, debido a la distribución de las formas silvestres, cada acervo cuenta con un evento de domesticación distinto (Bitocchi et al., 2017).

De acuerdo a las informaciones genéticas y arqueológicas, se sugieren dos regiones para la domesticación de *P. vulgaris*, uno en la región andina entre el sur de Perú y norte de Argentina (Chacón et al., 2005) y en Mesoamérica en la región de Oaxaca en México (Bitocchi et al., 2017).

Se han identificado cuatro razas¹ mesoamericanas para *P. vulgaris* (Durango, Jalisco, Mesoamérica y Guatemala) y tres andinas (Nueva Granada, Perú y Chile) (Beebe et al., 2000, 2001; Singh et al., 1991).

¹ Anderson y Cutler (1942) definieron raza como un conjunto de individuos, con suficientes características en común para permitir su reconocimiento como grupo; desde el punto de vista genético una raza es un grupo de individuos con un número significativo de genes en común.

Existen registros de domesticaciones de razas andinas en la Cueva de Guitarrero, en el Callejón de Huaylas, Ancash-Perú que van desde 7.680 a 10.300 años de antigüedad (Voysest, 1983).

Para *P. lunatus* se identificaron al menos dos procesos de domesticación aislados e independientes ubicados en los Andes y Mesoamérica. En los Andes, este proceso de domesticación parece haber dado origen a las variedades criollas de semillas grandes conocidas como “Lima Grande” y en Mesoamérica a las variedades de semillas pequeñas (Motta-Aldana et al., 2010). Se sugiere un evento de domesticación en los Andes del noroeste de Perú y el sur de Ecuador; y un segundo evento en el centro-oeste de México, siendo el área más probable al norte y noroeste del Istmo de Tehuantepec (Motta-Aldana et al., 2010).

2.2. Importancia alimenticia del cultivo de porotos

El poroto común (*P. vulgaris*) es la especie más importante para el consumo humano dentro de las leguminosas de grano alimenticias (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2021; Voysest, 1983). Según los datos de FAOSTAT (FAO, 2024), al ingresar a la sección de datos y seleccionar “Producción”, luego “Cultivos y productos de ganadería”, posteriormente “Cultivos primarios, categoría “frijoles de grano seco” en el período “2020-2022”; India es el país con mayor producción de frijoles (grano seco), estimándose que el 21% de la producción mundial proviene de esta área en el período mencionado.

En México, Península de Yucatán, *P. lunatus* es uno de los porotos comúnmente cultivados y constituyen un elemento cultural importante en el sistema de agricultura tradicional mesoamericano denominado “milpa”, basado en la asociación de varios cultivos, principalmente maíz, calabaza o zapallo y porotos. Los porotos constituyen una rica fuente de proteínas, carbohidratos, calcio, fibra y hierro y se distingue por tener bajo contenido de grasas (Félix et al., 2014). Latinoamérica representó un 20% de la producción mundial en el período 2020-2022 (FAO, 2024); en tanto para Uruguay en el período comprendido entre el año 2018-2023 se importaron 3.611,41 toneladas destinadas al consumo (D. Romero, comunicación personal, 2 de septiembre, 2024). Dada su importancia cultural y nutricional y con el objetivo de promover el consumo de las legumbres, la Organización de las Naciones Unidas proclamó el año 2016 como el “Año Internacional de las legumbres” (FAO, s.f.).

2.3. ¿Qué son las variedades locales criollas?

Zeven (1998), a partir de una revisión de diferentes definiciones de variedades criollas, destaca al menos tres características claves relacionadas a las mismas. El autor menciona que “una variedad criolla es una variedad con una alta capacidad de tolerar el estrés biótico y abiótico lo que resulta en una alta estabilidad del rendimiento y un nivel de rendimiento intermedio en un sistema agrícola de bajos insumos” (p. 127).

Según Camacho Villa et al. (2005) existen características definitorias asociadas con las variedades criollas, tales como su origen histórico, identidad reconocible, que no sean oriundas del mejoramiento genético institucional, alta diversidad genética, adaptación genética local y asociación con sistemas agrícolas locales.

En Uruguay el Instituto Nacional de Semillas (INASE) a través de la Resolución n° 158/14 (2014) define variedad criolla como una población local seleccionada y mantenida por los agricultores en una determinada localidad del Uruguay, durante al menos 15 ciclos productivos. La variedad criolla puede haber partido de cultivares registrados o no, cuya historia de mantenimiento varietal y adaptación agronómica a las condiciones locales de producción es conocida. La variedad criolla debe diferenciarse claramente del cultivar original y de cualquier otro cultivar notoriamente conocido. (p. 1)

2.4. Importancia de las variedades criollas

Galván et al. (2015) destacan tres elementos de importancia de las variedades criollas, como un elemento cultural y de identidad de los agricultores, su valor de uso que es dado por la comercialización, como alimento, forraje otros usos en el predio, y finalmente como fuente de variabilidad para el mejoramiento convencional por su adaptación a las condiciones agroecológicas locales.

El hecho de que las variedades criollas sigan siendo un recurso vital para el fitomejoramiento contemporáneo y que todavía se cultiven ampliamente en entornos marginales y para nichos de mercado, junto con la amenaza que enfrenta su reemplazo por cultivares, ha llevado a la pérdida de variedades criollas y a la erosión del acervo genético de los cultivos. Esto ha puesto de relieve la necesidad de adoptar medidas urgentes para su conservación (Camacho Villa et al., 2005).

En Uruguay el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2010) en el informe del estado de conservación de los recursos genéticos señala que la expansión de la agricultura disminuyó la diversidad de los cultivos sembrados, esto trae efectos ambientales y crea sistemas que no son sostenibles. Desde la óptica de los recursos fitogenéticos resulta alarmante la erosión genética que ha causado.

Se indica que las variedades criollas, con amplia variabilidad genética han ido desapareciendo por cambios en los sistemas productivos, sustitución por cultivares modernos, y/o debido a la desaparición de miles de familias de pequeños agricultores (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2010). Esta erosión genética ha llevado al aumento en los trabajos en la colecta, caracterización y conservación de recursos genéticos locales en varios cultivos (Galván et al., 2005).

Según el segundo informe país de Uruguay de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) sobre el estado de los recursos genéticos, los porotos se encuentran entre las principales especies en que se desarrollaron variedades criollas por parte de los productores (Berretta et al., 2007). En este contexto, el desarrollo de cultivares en Uruguay se ha beneficiado significativamente del estudio y la valorización de los recursos genéticos locales, proceso que ha incluido actividades como la colecta, la caracterización mediante

descriptores, la evaluación agronómica, la conservación *ex situ* y la utilización de variedades criollas en programas de mejoramiento genético (Galván et al., 2015). A partir de un relevamiento realizado en el Este de Uruguay, Palmar de Castillos, Rocha, las variedades criollas hortícolas que presentan mayor frecuencia entre los productores familiares fueron *Cucurbita moschata*, *Cucurbita pepo*, *P. vulgaris*, *Ipomoea batatas*, y *Zea mays*. El 38% de las familias que conservan variedades criollas de leguminosas lo hacen por sus cualidades organolépticas y más del 60% de estas relatan alguna receta familiar como guiso de porotos, en el que preferencialmente se utiliza *P. vulgaris* (Pereira Cardoso, 2017). Otro estudio realizado por Favaro y Piazza (2019) relevaron 218 variedades criollas conservadas en dos localidades de Canelones (Tapia y Pantanoso del Sauce), entre las variedades criollas identificaron seis del género *Phaseolus*.

2.4.1. Conservación *in situ*

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) define a la conservación *in situ* como la conservación de ecosistemas y hábitats naturales, así como al mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en sus entornos originales. El CDB reconoce la importancia de la agrobiodiversidad y el papel de los agricultores en su conservación y uso sostenible de la agrobiodiversidad, en la que se incluyen las variedades criollas. En sus artículos 8 y 9, el CDB reconoce la importancia de ambas estrategias: la conservación *in situ* y *ex situ*, para proteger la diversidad biológica. El artículo 8 se enfoca en la conservación dentro de los ecosistemas naturales, mientras que el artículo 9 aborda la conservación fuera de los hábitats naturales (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2011). Cuando las amenazas a las especies en su propio hábitat o al hábitat mismo son considerables y las posibilidades de que persistan a largo plazo son remotas, debe evaluarse la necesidad de iniciar un programa de conservación *ex situ* (Lascuráin et al., 2009). Uruguay firmó el CDB en 1992 en la Cumbre de Río y lo ratificó a través de la Ley N°16.408 el 18 de agosto de 1993 (Ministerio de Ambiente, 2001).

La conservación *in situ* de la diversidad biológica se realiza en las áreas en que esta ocurre naturalmente, el objetivo es mantener la diversidad de los organismos vivos, sus hábitats y las interrelaciones entre los organismos y su ambiente (Spellerberg, 1992).

La conservación *in situ* permite manejar un gran número de especies en un mismo sitio, lo que, en comparación con la conservación *ex situ*, facilita su mantenimiento, ya que las especies presentan diferentes requerimientos para su multiplicación, lo que genera costos adicionales al conservar los recursos genéticos fuera de su entorno natural. Bajo ciertas circunstancias —dependientes de la especie cultivada o del tipo de recurso genético a conservar—, las intervenciones que favorecen la evolución continua en los predios pueden resultar más económicas y efectivas que aquellas aplicadas al almacenamiento *ex situ* (Jarvis et al., 2000). En la conservación *in situ-on farm* (en el predio) se aplica el principio de conservación a los tres niveles de biodiversidad: ecosistema, especies y diversidad genética (intraespecífica), asociados a la diversidad cultural. En la conservación de la estructura del agroecosistema, con sus diferentes nichos y las interacciones entre ellos, se mantienen los procesos evolutivos y

las presiones ambientales que afectan a la diversidad genética, la gestión y decisiones de los productores (Jarvis et al., 2000).

2.4.2. Conservación *ex situ*

El enfoque de conservación *ex situ* incluye métodos como la crioconservación, conservación por semillas ortodoxas, la conservación *in vivo* (a campo), la conservación *in vitro*, y las plantas vivas de los jardines botánicos (Brown, 2000).

La conservación *ex situ* tiene ventajas importantes: La diversidad está directamente controlada, las accesiones se guardan en condiciones deseables y se regeneran periódicamente, y la probabilidad de pérdida del material es relativamente baja, si se almacenan correctamente. El acceso a esa diversidad suele ser sencillo (siempre que las accesiones se encuentren en el sistema multilateral) gracias a los acuerdos internacionales, como es el caso del Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA) que garantiza que los agricultores y los fitomejoradores tengan acceso al material genético de países miembros (Jarvis et al., 2000).

El enfoque de conservación *in situ* rara vez permite que los científicos tengan un control completo del germoplasma. La erosión genética puede ocurrir por circunstancias imprevisibles de desastres naturales, de guerra, mientras que los cambios sociales y económicos pueden promover o desincentivar la conservación en predios de la biodiversidad a través del tiempo (Jarvis et al., 2000).

2.4.3. Bancos de Germoplasma en Uruguay

El BG-Fagro se fundó en el año 1978 a partir de las colectas realizadas por el profesor Bernardo Rosengurt y su equipo y contó con el apoyo del IBPGR (hoy Alliance Bioversity-CIAT). En diciembre de 2024 contaba con 3.749 accesiones, las familias con más accesiones son Poaceae (76%) y Fabaceae (15%). Se destacan la colección más grande del país de maní (*Arachis hypogaea*) y del género *Paspalum*. Al ser un Banco de Germoplasma en una universidad, permite generar espacios de formación para los estudiantes, integrar la conservación de recursos genéticos con el relevamiento de prácticas culturales y brindar servicio a la comunidad (R. Vidal, comunicación personal, 2024).

El Banco de Germoplasma del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), está ubicado en La Estanzuela, Colonia instalado desde 1992, en la Unidad de Semillas y Recursos Fitogenéticos. En 2018 contaba con un total de 16.678 accesiones conservadas a largo plazo, que representan a un total de 91 géneros y 322 especies (Condón & Rossi, 2018).

La Universidad Tecnológica del Uruguay (UTEC) cuenta con un Banco de Germoplasma creada en el año 2022, en el que se conserva una importante colección de 129 accesiones de porotos de seis especies diferentes, correspondiendo 42% a *P. vulgaris* y 26% a *P. lunatus* (Sosa et al., 2023).

Dentro del género *Phaseolus* en Uruguay hay tres colecciones públicas *ex situ* de variedades criollas, una en INIA de 13 accesiones de *P. vulgaris* según F. Condón (comunicación personal, 3 de setiembre, 2024), en UTEC una colección de 188 accesiones y 293 inventarios para el género *Phaseolus* según N. de Almeida (comunicación personal, 27 de junio, 2025), y la del BG-Fagro de 69 accesiones correspondiendo 56 a *P. vulgaris* y 13 accesiones a *P. lunatus*. Para este último, si se toma en cuenta el origen de todas las accesiones, 25 accesiones corresponden a Canelones, cinco accesiones a Montevideo, dos accesiones a Rivera, 11 accesiones a Tacuarembó y 26 accesiones no cuentan con datos de origen.

Para poner en perspectiva el acervo del género *Phaseolus* de INIA, actualmente conserva exclusivamente accesiones de *P. vulgaris*. Este acervo incluye cuatro accesiones originarias de Uruguay y nueve repatriadas desde Colombia, provenientes del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Estas accesiones presentan variabilidad en su eficiencia para la absorción de fósforo (F. Condón, comunicación personal, 3 de setiembre, 2024).

2.5. Antecedentes del cultivo de porotos en Uruguay

En Uruguay, el cultivo de poroto tiene raíces milenarias. En los Cerritos de Indios se halló evidencia arqueológica de una horticultura a pequeña escala que incluía cultivos de poroto, maíz y zapallo hace aproximadamente 4000 años AP (antes del presente) (Iriarte, 2007). En el país no hay cultivares de ninguna de las especies registradas en INASE (s.f.). Los porotos se encuentran dentro de las principales especies en las que históricamente se desarrollaron cultivos en base a variedades criollas (Favaro & Piazza, 2019). El productor obtiene la semilla para la próxima siembra del mismo cultivo que comercializa o destina al autoconsumo; no existen cultivos semilleros separados del cultivo comercial (González, 1990).

Los datos del último Censo Agropecuario (Tabla 1), muestran que en 1980 el cultivo de poroto abarcaba 3.531 hectáreas, siendo 3.137 hectáreas destinadas a poroto de grano seco. El rendimiento promedio era de 613 Kg/ha y era cultivado por 3.789 productores. El 75% de la producción se concentraba en el departamento de Canelones (DIEA, 1983).

Tabla 1

Datos del cultivo de porotos, grano seco (no especificando especie) en Uruguay

	N° de explotaciones	Hectáreas	Producción (ton)	Rendimiento (kg/ha)
1966	6026	3165	2082.8	658
1970	6773	4364	2734.6	627
1980	3789	3137	1923.4	613
1990	1006	1352	905.2	670
2000	305	454	sd	sd
2011	21	15	sd	sd

Nota. Elaborado a partir de DIEA (1968, 1973, 1983, 2000, 2013), y DCE (1994).

La información más actualizada es otorgada por el Censo General Agropecuario de 2011 (Tabla 1), donde se cultivaban 15 hectáreas de poroto, distribuidas en 21 explotaciones (DIEA, 2013).

A nivel nacional, la Red Nacional de Semillas Nativas y Criollas en su Informe de balance (2011, como se cita en Pereira Cardoso, 2017), reportó la distribución de aproximadamente 2.000 Kg de semillas de variedades criollas de porotos en las jornadas de intercambio. "Este dato muestra la importancia de estos cultivos a nivel de los productores familiares y la vigencia de la práctica del intercambio de semillas entre los productores" (Pereira Cardoso, 2017, p. 61).

La cátedra de Horticultura de la Facultad de Agronomía en los años 1985/1986 generó un programa de colectas de variedades criollas del género *Phaseolus spp.*, dirigido por Héctor González. Este trabajo permitió generar la primera colección de porotos del Uruguay con el fin de preservar recursos genéticos y evaluar resistencias a distintas enfermedades de las variedades criollas existentes, así como su posterior inclusión en programas de mejoramiento.

Por parte de la Universidad de la República (Udelar) se hicieron estudios del comportamiento productivo del cultivo de ambas especies. La tesis más antigua en el tema se denomina: *Caracterización de la respuesta a la fertilización (N-P-K) en poroto (P. vulgaris, L.)*, realizada por Carballo y Alaggia en el año 1975. Comprobaron que el único nutriente a partir del cual existió respuesta clara frente a su aplicación fue el nitrógeno, pudiendo deberse a una baja capacidad de suministro por parte del suelo, por haber sido cultivado por mucho tiempo sin la inclusión de leguminosas como cultivo de rotación (Carballo & Alaggia, 1975).

En 1976 la tesis: *Estudio del comportamiento productivo de variedades de porotos (P. vulgaris) para exportación*, por parte de Tessore y Llambí. En este trabajo se determinó que, de las variedades estudiadas, las variedades G.N. *Nebraska 1*

(Estados Unidos, Nebraska), *Dnepropetrovskaja Bomba* (Checoslovaquia) y *Alubia* (origen desconocido) fueron las que presentaron mejor comportamiento productivo; también se determinó que las variedades (*Dnepropetrovskaja Bomba* y *Alubia*) se comportaron como muy susceptibles al tizón del halo (*Pseudomonas syringae* pv. phaseolicola). Las variedades *G.N.Jules*, *G.N. Emerson* y *G.N.Tara* tuvieron una productividad media y gran precocidad, así como excelente comportamiento sanitario (Tessore & Llambí, 1976).

A partir de una serie de cursos del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP), la Dirección de Programación y Política Agropecuaria (OPYPA) en 1985 publicó un repartido de las conferencias llamado: *Cultivo de porotos usando la metodología aprender haciendo*. La publicación resume información de los distintos expositores en cada una de las jornadas del curso en cuestión. Se detallaron temas que incluyeron las características de los suelos de Canelones, patologías de las semillas, fijación biológica de nitrógeno, prácticas de manejo, enfermedades y plagas, el almacenamiento y la comercialización de granos. La información existente sobre distintos genotipos hace referencia a cultivares provenientes de distintos países y de centros de comercialización, no figuran variedades criollas de Uruguay explícitamente (Dirección de Programación y Política Agropecuaria [OPYPA], 1985). Posteriormente la cátedra de Horticultura generó el manual con material seleccionado en base al curso del MGAP, denominado: *El cultivo del poroto, producción de semilla de poroto de buena calidad*, publicado en 1990.

También la tesis: *Efecto de la densidad de plantas en el surco sobre los componentes del rendimiento y producción de grano en poroto tipo manteca (P. lunatus L.) y tipo frutilla (P. vulgaris L.)*, por Bocija, Carrera y Suárez en el año 1988. Utilizaron una variedad criolla por especie estudiada, no se menciona el origen de las mismas. El rendimiento máximo de las dos especies se obtuvo con la mayor población (219.800 pl/ha) que correspondió a la menor distancia entre plantas (7 cm). En el poroto manteca el rendimiento (kg/ha) se correlacionó de manera positiva con el número de vainas/planta y con el peso de 100 granos a densidades media y baja. Para el poroto frutilla la relación entre el rendimiento y el número de vainas por planta fue positiva en las tres densidades (Bocija et al., 1988).

En 1991 se desarrolló la tesis titulada "*Efecto de cuatro épocas de siembra en el comportamiento agronómico de P. vulgaris (tipo frutilla) y P. lunatus (tipo manteca)*", realizada por Dogliotti, Scattolini y Zaccari. Para su ejecución se utilizaron variedades criollas donadas por los productores C. Tías y O. Raimondi, las cuales se conservan actualmente en el BG-Fagro. Las siembras se realizaron en noviembre, diciembre, enero y febrero. Los resultados obtenidos muestran que existen diferencias en el rendimiento según la fecha de siembra, siendo mayor el rendimiento obtenido cuando se siembra en noviembre, para ambas especies. En *P. lunatus* la diferencia se debe al mayor número de semillas por vaina comparado con la siembra en diciembre y que en la siembra de enero se registró menor peso de granos. Para *P. vulgaris* el número de granos por vaina fue mayor en las plantas sembradas en noviembre comparadas con las otras fechas de siembra (Dogliotti et al., 1991). Un aspecto a resaltar es que, hasta la tesis elaborada por Dogliotti et al. (1991) no se había hecho ningún estudio con variedades criollas para estas especies, utilizando siempre cultivares extranjeros.

En base al contexto presentado, y considerando que hasta la fecha no existen estudios sobre *P. lunatus* y *P. vulgaris* que evalúen la diversidad fenotípica conservada *ex situ*, este trabajo adquiere especial relevancia. Dado que la producción de estas especies es realizada principalmente por agricultores familiares, orientada al autoconsumo y a la comercialización de excedentes mediante el uso de semillas de variedades criollas, el presente estudio constituye el primero en analizar la diversidad en una colección completa de ambas especies, contribuyendo así a fortalecer la valorización y conservación de los recursos genéticos.

3. Objetivos

3.1. Objetivos generales

Evaluar la diversidad fenotípica de las accesiones de *P. lunatus* y *P. vulgaris* conservadas en el BG-Fagro.

3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar mediante descriptores fenotípicos de planta, flor, grano y vaina las accesiones de *P. lunatus* y *P. vulgaris* conservadas ex situ en el BG-Fagro.
- Identificar qué descriptores utilizados son discriminantes para cada una de las especies de *Phaseolus* presentes en el BG-Fagro.
- Generar multiplicaciones de las accesiones utilizadas en este ensayo.
- Generar insumos para el fortalecimiento de la conservación de las colecciones de *P. lunatus* y *P. vulgaris*.

4. Materiales y métodos

4.1. Descripción del germoplasma

En la Tabla 2, se presentan las accesiones utilizadas, especie, su origen, año de colecta y el número de plantas utilizado para el ensayo. Se eligieron siete accesiones de *P. lunatus* y 18 de *P. vulgaris*, colectadas por la cátedra de Horticultura de la Facultad de Agronomía-UdelaR (Fagro) en los años 1985-1986 y conservadas en el Banco de Germoplasma de Fagro (BG-Fagro). Se seleccionaron las accesiones que poseían menor porcentaje de germinación o no se tenía datos de viabilidad.

Tabla 2

Accesiones del BG-Fagro utilizadas en el ensayo, origen, año de colecta y número de plantas

N° accesión	Especie	Año de colecta	Origen	N° de plantas
3533	<i>P. lunatus</i>	15/06/1986	Canelones	1
3535	<i>P. lunatus</i>	15/06/1986	Canelones	2
3536	<i>P. lunatus</i>	15/06/1986	Canelones	3
3538	<i>P. lunatus</i>	15/06/1986	Canelones	4
3540	<i>P. lunatus</i>	15/06/1986	Canelones	2
3541	<i>P. vulgaris</i>	15/06/1986	Canelones	6
3542	<i>P. vulgaris</i>	15/06/1986	Canelones	6
3543	<i>P. vulgaris</i>	15/06/1986	Sin datos	5
3545	<i>P. vulgaris</i>	15/06/1986	Sin datos	9
3547	<i>P. vulgaris</i>	15/06/1986	Sin datos	4
3548	<i>P. vulgaris</i>	15/06/1986	Sin datos	1
3550	<i>P. vulgaris</i>	15/06/1986	Sin datos	5
3552	<i>P. vulgaris</i>	15/06/1986	Sin datos	4
3554	<i>P. vulgaris</i>	15/06/1986	Sin datos	4
3555	<i>P. vulgaris</i>	15/06/1986	Sin datos	6
3556	<i>P. vulgaris</i>	15/06/1986	Sin datos	6
3557	<i>P. vulgaris</i>	15/06/1986	Sin datos	1
3559	<i>P. vulgaris</i>	15/06/1986	Tacuarembó	4
5632	<i>P. vulgaris</i>	1986	Tacuarembó	1
5635	<i>P. vulgaris</i>	1986	Canelones	7
5636	<i>P. vulgaris</i>	1986	Canelones	4
5637	<i>P. vulgaris</i>	1986	Canelones	2
5638	<i>P. vulgaris</i>	1986	Canelones	2
5639	<i>P. lunatus</i>	6/9/1985	Sin datos	1
5641	<i>P. lunatus</i>	6/9/1985	Sin datos	3

Nota. Elaborado a partir de la base de datos del BG-Fagro (R. Vidal, comunicación personal, 2024).

4.2. Ensayo a campo

Antes de la instalación del ensayo, se evaluó la germinación de las accesiones. Los plantines germinados fueron trasladados a tubetes y mantenidos en invernáculo durante las primeras cuatro semanas. El ensayo se realizó en la Facultad de Agronomía, Sayago, Montevideo, en el período comprendido entre noviembre 2022 y junio 2023. El trasplante se realizó en parcelas de 3 m con una distancia de 0.5 m entre ellas y se ubicó una accesión por parcela (Anexo A).

El suelo sobre el que se instaló el ensayo corresponde a un Brunosol Subéutrico típico y lúvico, con un horizonte A de 20 cm, un B de 65 cm y una pendiente que oscila entre 0 y 1%. En la Tabla 3 se presentan los resultados del análisis de suelo correspondiente al área donde se llevó a cabo el experimento. Cabe destacar el elevado contenido de materia orgánica (MO) del mismo

Tabla 3

Análisis de suelo del área donde se instaló el ensayo a campo

pH	CO	MO	P Bray	K	N-NO₂	N-NO₃
en agua	%	%	ppm	meq/100g	ppm	ppm
6,46	2,45	4,23	91,62	1,92	0,00	19,62

Nota. Elaborado a partir del análisis de suelo en la Cátedra de Suelos, Facultad de Agronomía (M. Ferrando, comunicación personal, 2024).

Para el entutorado se utilizó *Arundo donax* (caña de castilla) enterrada de modo tal que cada planta pudiera enredarse sobre la misma. El riego fue realizado en cada planta individual a demanda.

4.3. Caracterización de la diversidad en base a descriptores fenotípicos

Para la caracterización se utilizaron los descriptores fenotípicos para *P. lunatus* y *P. vulgaris* propuestos por el International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI, 2001a, 2001b). A continuación, se presentan los descriptores utilizados:

Descriptores de pre-cosecha:

1. Planta
 - 1.1. Hábito de crecimiento (*P. lunatus*: determinada, indeterminada, otro. *P. vulgaris*: no evaluado).
2. Vaina
 - 2.1. Posición de los racimos con vainas (*P. lunatus*: basal, central, apical, distribución homogénea, aleatoriamente, otro. *P. vulgaris*: basal, central, apical, distribución homogénea, otro).
 - 2.2. Color de la vaina inmadura (adaptado para *P. lunatus*) (*P. lunatus*: mismas que en *P. vulgaris*: púrpura oscuro, rojo carmín, verde con rayas violeta, verde con rayas carmesí, verde con rayas rojo claro, rosa oscuro, verde normal, verde brillante, verde opaco a gris plateado, amarillo dorado o amarillo, amarillo claro a blanco, otros).
 - 2.3. Curvatura de la vaina (*P. lunatus*: derecha, ligeramente curvada, curva, otra. *P. vulgaris*: derecha, ligeramente curvada, curva, doblemente curvada, otra).
 - 2.4. Sección transversal de la vaina (adaptado para *P. lunatus*) (*P. lunatus*: mismas que en *P. vulgaris*: muy aplanado, piriforme, elíptico redondeado, en forma de ocho, otro).
3. Flor
 - 3.1. Color de las alas (*P. lunatus*: blanco, rosa claro, rojo oscuro a púrpura, violeta, otro. *P. vulgaris*: blanco, verde, lila, blanco rayado carmín, rojo muy veteado a lila oscuro, rojo a lila oscuro, lila con nervaduras lila oscuro, púrpura, otro).
 - 3.2. Color de pétalo estandarte (*P. lunatus*: blanco, rosa claro, rosa oscuro a púrpura, violeta, otro. *P. vulgaris*: blanco, verde, lila, blanco con márgenes lilas, blanco veteado de rojo, lila oscuro con márgenes violetas, lila oscuro con manchas violáceas, rojo carmín, violeta, otros).

Descriptores de post-cosecha:

1. Grano
 - 1.1. Color secundario del grano (adaptado para *P. lunatus*) (*P. lunatus*: ausente, verde, marrón claro o naranja, marrón oscuro, rojo, rojo púrpura, negro, otro. *P. vulgaris*: negro, marrón claro a oscuro, marrón rojizo, gris pardusco a verdoso, amarillo a amarillo verdoso, crema claro a amarillo aterciopelado, blanco puro, blanquecino, blanco teñido de morado, verde clorofila, verde oliva, rojo, rosa, morado, otro).

- 1.2. Color primario del grano (adaptado para *P. lunatus*) (*P. lunatus*: verde, blanco, gris, amarillo, color ladrillo, marrón claro, marrón, rosa, rojo, rojo oscuro, rojo violeta, negro, otro. *P. vulgaris*: negro, marrón claro a oscuro, marrón rojizo, gris pardusco a verdoso, amarillo a amarillo verdoso, crema claro a amarillo aterciopelado, blanco puro, blanquecino, blanco teñido de morado, verde clorofila, verde oliva, rojo, rosa, morado, otro).
- 1.3. Forma de grano (*P. lunatus*: 1-12. *P. vulgaris*: redonda, oval, cuboide, reniforme, alongada truncada, otro).
- 1.4. Largo de grano (mm).
- 1.5. Ancho del grano (mm).
- 1.6. Grosor del grano (mm).
- 1.7. Peso de 1000 semillas (g).
2. Vaina
 - 2.1. Color de vaina a la madurez. (*P. lunatus*: marrón, marrón con manchas o manchas rojizas/moradas, rojo, morado o negro, otro. *P. vulgaris*: violeta oscuro, rojo, rosa, amarillo, amarillo claro con manchas o rayas, verde persistente, otro).
 - 2.2. Número de semillas por vaina (n).

Para el descriptor forma de grano se incluye en los Anexos B y C las figuras guía provenientes de IPGRI (2001a, 2001b).

Para los descriptores de tipo cualitativo se midieron tres plantas por accesión, en el caso en que el número de plantas no llegaba a la cantidad se midieron las presentes. Para colores de grano, forma de grano, se usaron cinco granos por accesión, provenientes de cinco vainas elegidas al azar. Para el número de granos por vaina se evaluó la cantidad de granos presentes en vainas al azar. Para los descriptores de características cuantitativas (largo, ancho y grosor de grano) se usaron cinco granos por accesión, provenientes de cinco vainas elegidas al azar. El peso de 1000 semillas se estimó a partir del peso de una muestra de 50 semillas, cuyo valor fue luego extrapolado proporcionalmente.

4.4. Análisis estadístico

Los datos obtenidos de la caracterización fenotípica fueron analizados mediante estadística descriptiva. Para las variables cualitativas, se determinó la moda, mientras que para las variables cuantitativas se calculó la media. Este enfoque permitió realizar un análisis exploratorio de los datos y determinar las características de cada una de las accesiones. Los análisis fueron realizados utilizando los softwares Microsoft Excel y R-Studio. Una vez evaluados todos los descriptores se identificaron los discriminantes entre y dentro de cada especie.

Para verificar diferencias entre las accesiones, en los descriptores cuantitativos (largo, ancho y grosor del grano, así como el número de semillas por vaina), se evaluó el cumplimiento de las condiciones de normalidad. Aquellos que cumplieron con estas condiciones fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA), considerando como hipótesis nula que no existen diferencias significativas entre las accesiones para la característica evaluada. En los casos donde hubo diferencias entre medias se realizó un análisis adicional mediante la prueba de comparación de medias de Tukey (95%) para determinar las diferencias y significancias de las medias de las accesiones.

Para evaluar la diversidad en los descriptores cualitativos se estimó el Índice de Shannon. Los descriptores de *P. lunatus* fueron: número de granos/vaina y forma de grano. Los de *P. vulgaris*: número de granos/vaina, forma de grano, color primario de grano y color secundario de grano.

5. Resultados

5.1. Caracterización fenotípica de *Phaseolus lunatus*

Todas las accesiones estudiadas presentaron hábito de crecimiento indeterminado. De los diez descriptores de tipo cualitativo evaluados, seis no tuvieron variación cuando se comparó las modas de cada accesión: color del pétalo estandarte (verde), posición de los racimos con vainas (distribución homogénea), color de la vaina inmadura (verde), color de la vaina a la madurez (marrón), color primario de grano (blanco), color secundario de grano (ausente).

Para la característica color de las alas se identificaron dos variaciones, blanco y amarillo, el color blanco se encontró en cinco accesiones (71%) y el amarillo en dos accesiones. El color amarillo no estaba entre las variantes incluidas en los protocolos de IPGRI (2001a).

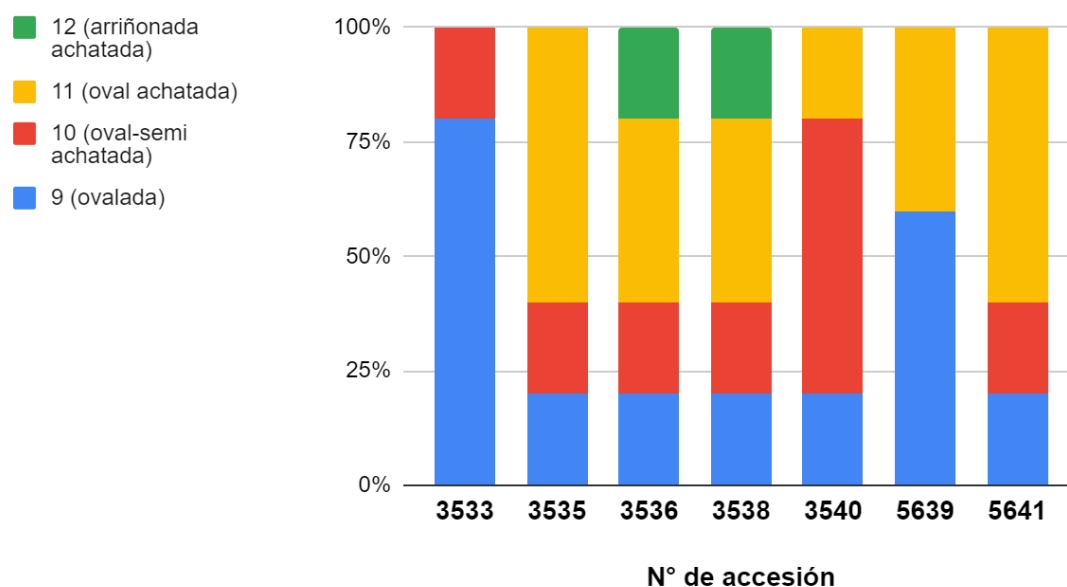
La característica curvatura de la vaina presentó dos variaciones, curvada y ligeramente curvada, la más frecuente ligeramente curvada en cinco accesiones (71%) y curvada en dos accesiones. Se puede observar que de las tres propuestas en los descriptores de IPGRI (2001a), solo se encontraron dos categorías.

La característica sección transversal de la vaina presentó dos variaciones, piriforme y muy achatada. La más frecuente, piriforme, se encontró en cuatro accesiones (57%). Este descriptor no se encuentra en IPGRI (2001a), habiendo sido adaptado como descriptor de la especie *P. vulgaris*.

La forma de grano presentó cuatro categorías según (IPGRI, 2001a), 9 (ovalada), 10 (oval-semi achatada), 11 (oval achatada) y 12 (arriñonada achatada). La más frecuente 11 (oval achatada) con cuatro accesiones (57%). Se presenta a continuación la Figura 1 donde se puede observar la diversidad de formas de grano encontradas dentro de cada accesión.

Figura 1

*Frecuencias de forma del grano en accesiones de *P. lunatus* conservadas en el BG-Fagro*

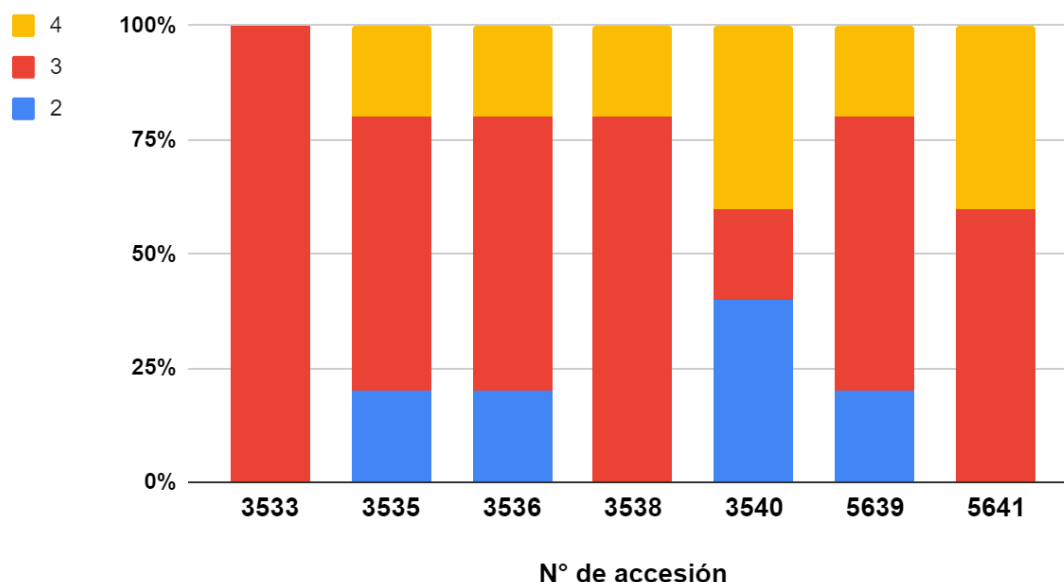


Para la característica número de granos por vaina el mínimo fue de dos granos por vaina, el máximo de cuatro granos por vaina, en tanto la moda fue de tres granos por vaina. El valor mínimo fue presentado en las accesiones 3533, 3535, 3536, 3540 y 5639. El valor máximo fue presentado en la accesión 5641.

La evaluación de la característica número de granos por vaina fue adaptada en tres clases de acuerdo a la cantidad para mostrar su diversidad dado que los descriptores propuestos por IPGRI (2001a) toman en cuenta el promedio por accesión. En este caso se presentan las frecuencias graficadas en histogramas (Figura 2).

Figura 2

Frecuencias para la característica número de granos/vaina en siete accesiones P. lunatus del BG-Fagro



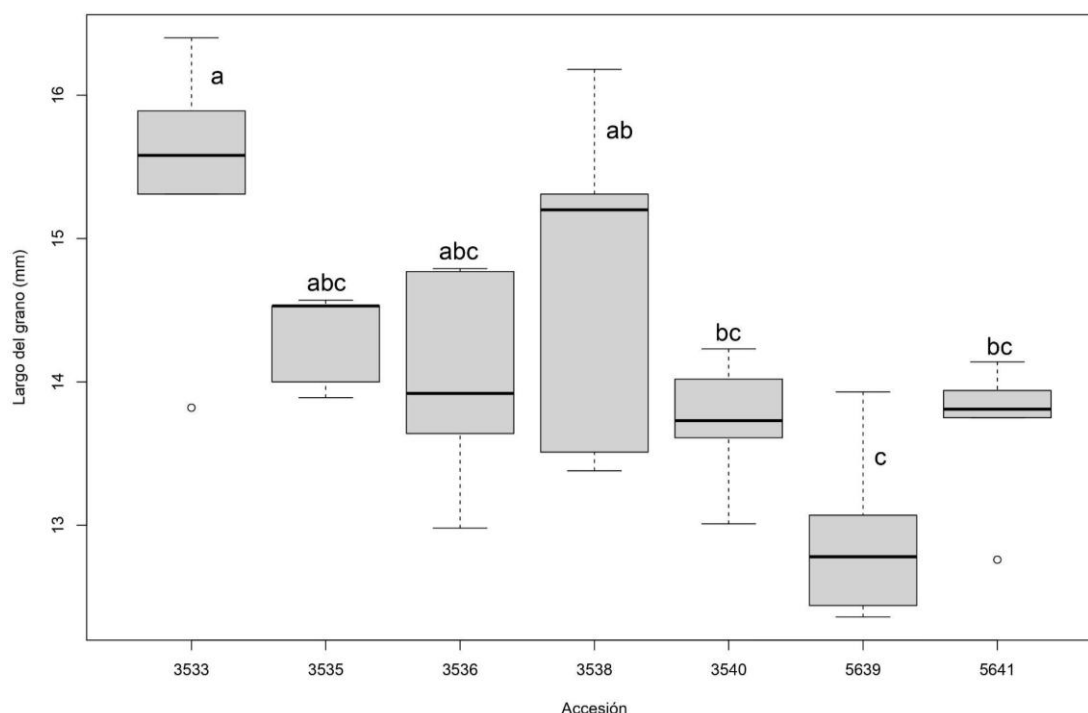
En la accesión 3533 se puede observar que el número de granos por vaina no varió, siendo siempre igual a tres; se puede apreciar también que las accesiones 3535, 3536, 3540 y 5639 presentaron mayor variación con tres categorías (dos, tres y cuatro granos por vaina).

Para la característica ancho del grano el valor mínimo de las accesiones fue de 9,1 mm (accesión 5639), el máximo 10,1 mm (accesión 3533) y la media de todas las accesiones fue de 9,7 mm. Para la característica largo del grano el valor mínimo de las accesiones fue de 12,9 mm (accesión 5639), el máximo 15,4 mm (accesión 3533) y la media de 14,1 mm. Para la característica grosor del grano el valor mínimo de las accesiones fue de 4,28 mm (accesión 3540), el máximo 5,0 mm (accesión 5639) y la media de 4,6 mm. Para la característica peso de mil semillas el valor mínimo de las accesiones fue de 392 g (accesión 3540), el máximo 476 g (accesión 3535) y la media de todas las accesiones fue de 426 g.

Las características largo de grano (mm), ancho del grano (mm), grosor del grano (mm) cumplieron la normalidad. Para las características ancho de grano (mm) y grosor de grano (mm) en *P. lunatus* no se observaron diferencias significativas entre accesiones. Se detallan en los Anexos E y F los boxplot de ambas características. Los resultados para la característica largo de grano (mm) en *P. lunatus* demostraron que existen diferencias significativas entre las accesiones evaluadas (Figura 3).

Figura 3

Análisis de medias Tukey (5%) y su significancia para largo de grano (mm) en las accesiones P. lunatus



Nota. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas.

Los resultados obtenidos presentan a la accesión 3533 con significativamente un mayor largo de grano respecto de las accesiones 3540, 5639, 5641. El grupo de las accesiones 3533, 3538 comparadas con la accesión 5639 tienen más largo de grano.

El Índice de Shannon fue de 1,31 para el número de granos/vaina y de 1,78 para la característica forma de grano.

Se presenta en Anexo D las modas por accesión obtenidas de la caracterización y en el Anexo H las imágenes de las accesiones obtenidas de la multiplicación.

5.2. Caracterización fenotípica de *Phaseolus vulgaris*

El color del pétalo estandarte presentó cuatro variaciones: rosa, rosa/púrpura, púrpura y blanco. El rosa fue el color más frecuente, observado en ocho accesiones (44%). Según el descriptor de IPGRI (2001b), únicamente se menciona el color blanco, mientras que las demás tonalidades fueron especificadas en este estudio debido a su ausencia en dicha referencia.

El color de las alas tuvo tres variaciones, blanco, rosa y rosa/púrpura. El color blanco se encontró en diez accesiones (56%). Según el descriptor de IPGRI (2001b), únicamente se menciona el color blanco, sin tonos intermedios. Las tonalidades intermedias fueron especificadas en este estudio; para la comparación podría llegar a tomarse el color rosa/púrpura como el color púrpura de la guía de descriptores.

Para el descriptor posición de racimos con vaina se encontraron dos variaciones, distribución homogénea y concentrado en la base y medio. Distribución homogénea se presentó en dieciséis accesiones (89%). Según IPGRI (2001b) se encontró únicamente la categoría distribución homogénea.

El color de la vaina inmadura tuvo cinco variaciones, verde claro, verde rayado rojo, verde rayado carmín, verde rayado morado y verde claro rayado rojo. El más frecuente verde claro con seis accesiones (33%). Se identificaron dos variaciones de color de las propuestas por IPGRI (2001b).

La curvatura de la vaina tuvo cinco variaciones, recta, curvada, ligeramente curvada-curveada, ligeramente curvada, recta/ligeramente curveada. La más frecuente ligeramente curvada con siete accesiones (39%). Se adaptaron los descriptores de (IPGRI, 2001b), encontrándose tres de los cuatro de dicha guía, derecha (recta), ligeramente curvada y curveada.

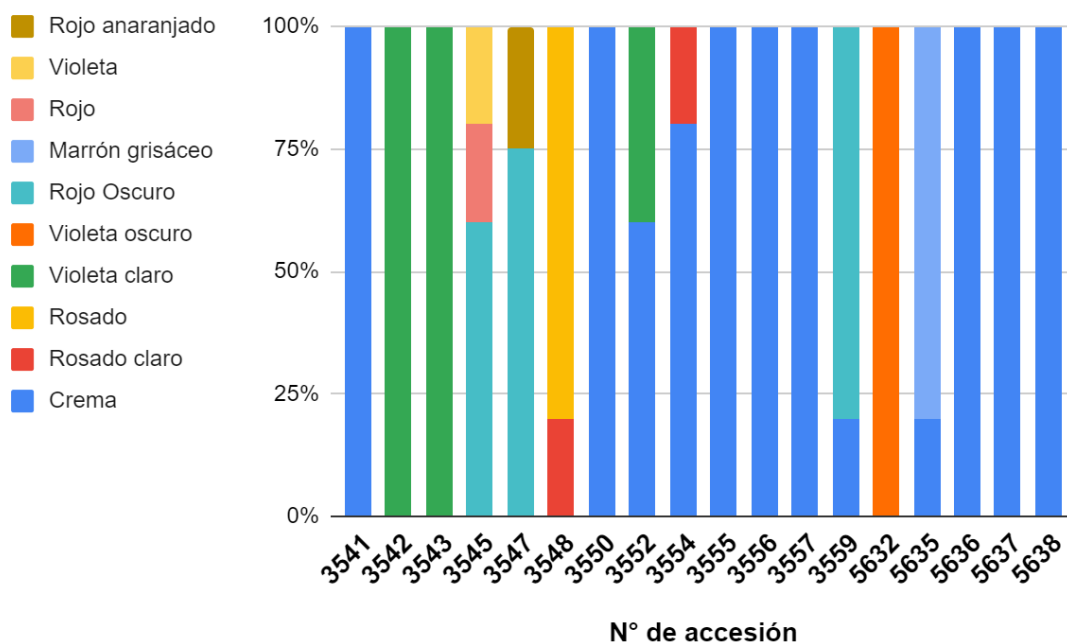
La sección transversal de la vaina presentó dos variaciones, piriforme y la más frecuente elíptica redondeada con catorce accesiones (78%). Se encontraron dos de las cuatro variaciones presentadas en IPGRI (2001b).

El color de la vaina a la madurez presentó tres variaciones, canela claro, amarillo claro y amarillo con manchas moras. La más frecuente amarilla con manchas moras con nueve accesiones (50%). Se encontró uno de los seis colores presentes mencionados en IPGRI (2001b).

Dentro de los descriptores cualitativos usados en *P. vulgaris*, el que presenta mayor variación con diez categorías es el color primario del grano (Figura 4) y dentro de estas ocho accesiones (44%) contienen el color crema. Para representar mejor la diversidad de colores dentro de las accesiones se procedió a realizar un histograma que se presenta en la Figura 4.

Figura 4

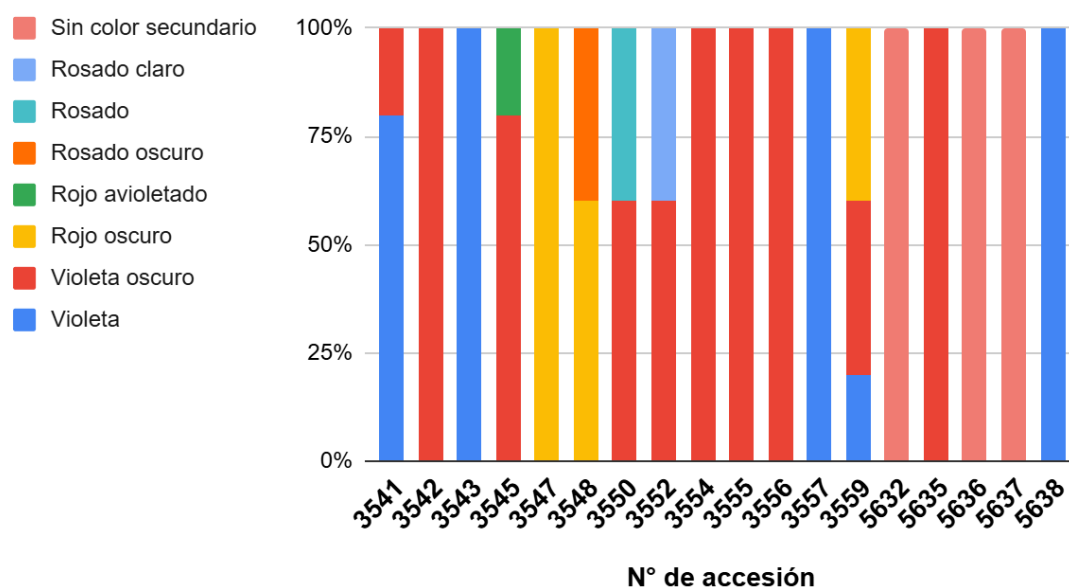
Frecuencia para descriptor color primario del grano en accesiones de P. vulgaris en el BG-Fagro



Para la característica color secundario de grano se encontraron siete variaciones siendo el color violeta oscuro el más frecuente presente en ocho accesiones (44%). Las accesiones 5632, 5636 y 5637 no presentaron color secundario. Tal como la característica color primario del grano se dificulta la comparación con la guía de descriptores. Se presenta a continuación la Figura 5, donde se puede observar la diversidad de colores para la característica color secundario del grano.

Figura 5

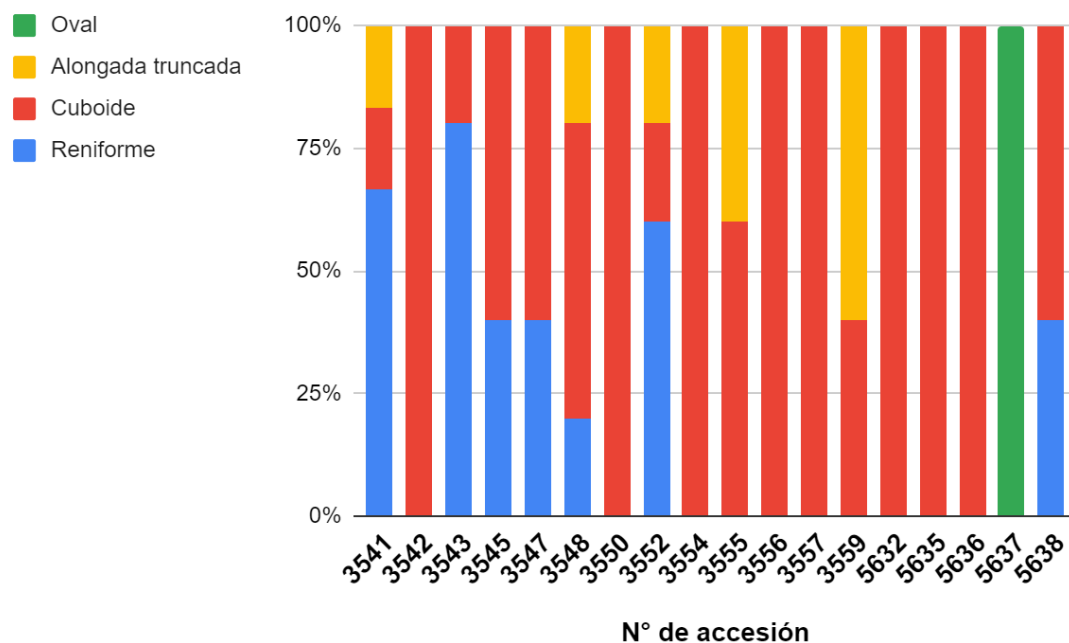
Frecuencias para la característica color secundario del grano de las accesiones de P. vulgaris



En tanto la forma de grano presentó cuatro variaciones, reniforme, cuboide, alongada truncada y oval. En 12 accesiones (72%) se presentó la forma cuboide. En la Figura 6 se presentan los resultados de la frecuencia para forma de grano.

Figura 6

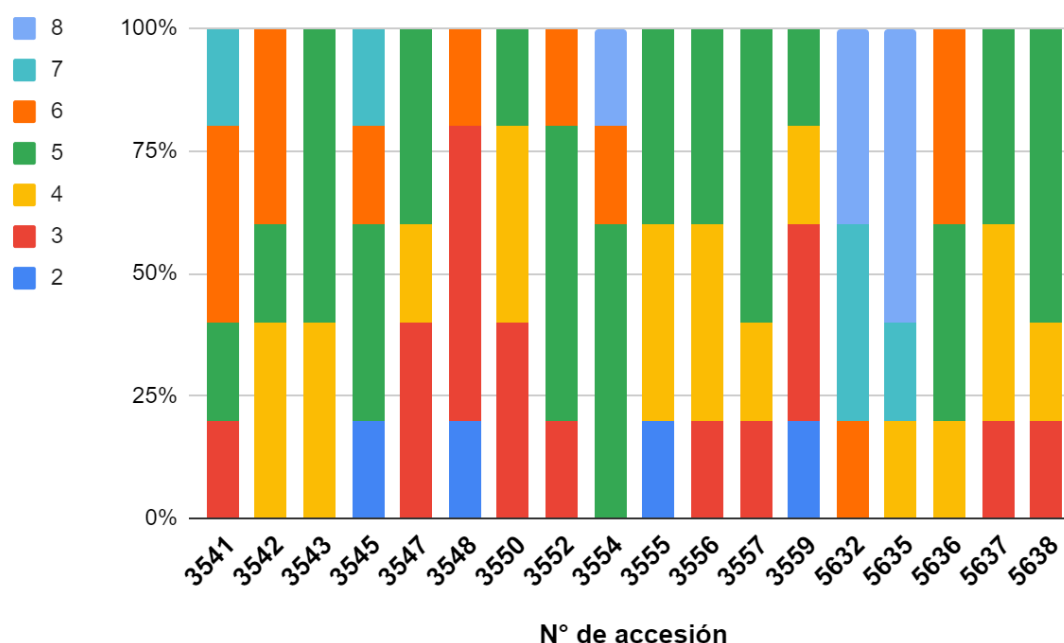
Frecuencias del descriptor forma del grano en P. vulgaris



Para la característica número de granos por vaina (Figura 7) el mínimo poblacional fue de dos granos por vaina, el máximo de ocho granos por vaina y la moda de cinco granos por vaina. El valor mínimo fue presentado en las accesiones 3548 y 3559. El valor máximo fue presentado por la accesión 5632. Se presenta la Figura 7 con un histograma para el descriptor número de granos/vaina donde se ven la cantidad de granos por vaina y su frecuencia en la población.

Figura 7

Frecuencias para la característica número de granos por vaina en accesiones de P. vulgaris



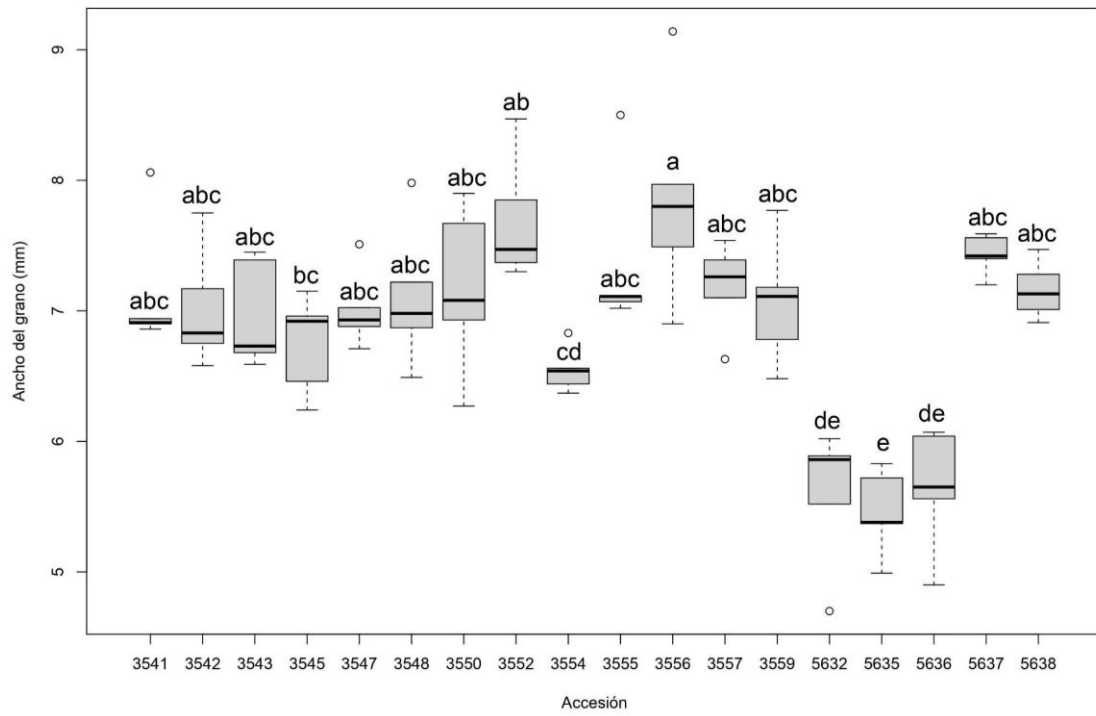
Para la característica ancho del grano el valor mínimo de las accesiones fue de 5,5 mm, el máximo 7,9 mm y la media de 6,9 mm. El valor mínimo correspondió a la accesión 5635. El valor máximo fue presentado por la accesión 3556. En cuanto al largo del grano el valor mínimo de las accesiones fue de 8,0 mm, el máximo 14,3 mm y la media de 12,1 mm. El valor mínimo fue presentado en la accesión 5635. El valor máximo fue presentado por la accesión 3559. Para la característica grosor del grano el valor mínimo de las accesiones fue de 3,7 mm, el máximo 5,9 mm y la media de 5,0 mm. El valor mínimo fue presentado en la accesión 5636. El valor máximo fue presentado por la accesión 3556. Respecto al peso de mil semillas el valor mínimo de las accesiones fue de 134 g, el máximo 408 g y la media de 307 g. El valor mínimo fue presentado en la accesión 5635. El valor máximo fue presentado por la accesión 3555.

Para el total de las características cualitativas en *P. vulgaris* todos los descriptores (once) fueron discriminantes.

Las características largo de grano (mm), ancho del grano (mm), grosor del grano (mm) cumplen la normalidad. Para la característica grosor de grano (mm) en *P. vulgaris* no se observaron diferencias significativas entre accesiones. Se presenta en Anexo G el boxplot para la característica. Para las características ancho de grano (mm) y largo de grano (mm) en *P. vulgaris* se rechazó la hipótesis nula propuesta en el ANOVA, existiendo al menos una accesión con diferencias significativas (Figuras 8 y 9). La accesión 3556 presentó el mayor ancho de grano. Las accesiones 3554, 5632, 5635, 5636 difieren significativamente del resto de las accesiones siendo las que presentaron el menor ancho de grano.

Figura 8

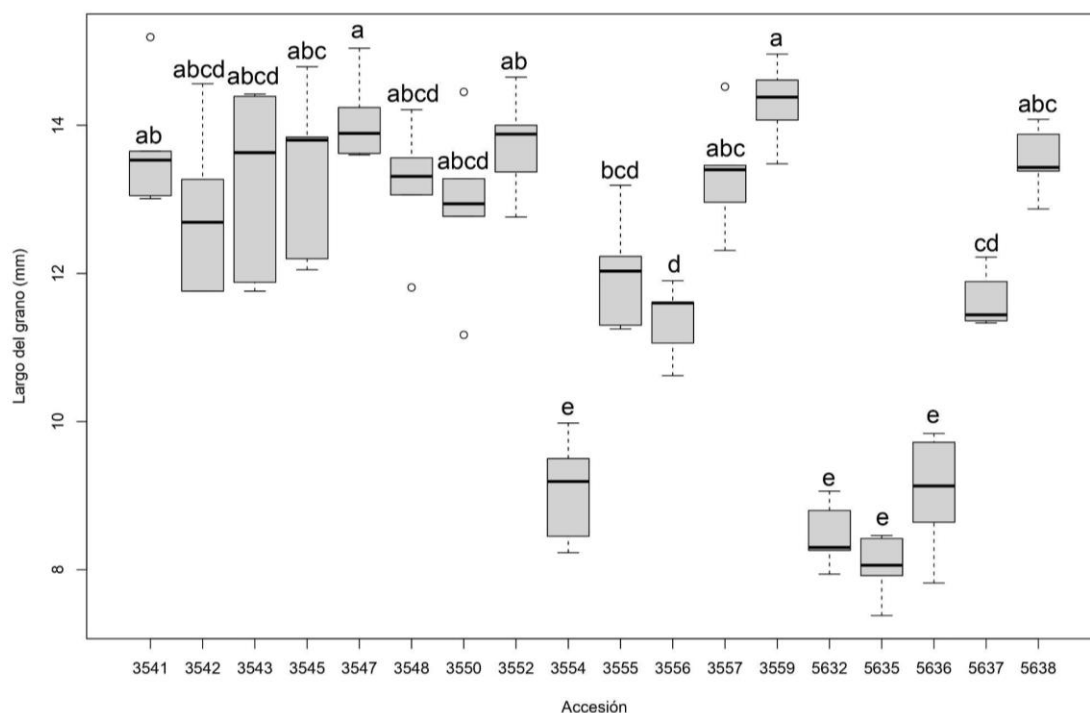
Análisis de medias Tukey (5%) y significancia para ancho de grano (mm) en P. vulgaris



Nota. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas.

Figura 9

Análisis de medias Tukey (5%) y significancia para largo de grano (mm) en P. vulgaris



Nota. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas.

El Índice de Shannon fue de 2,49 para el número de granos/vaina, de 1,40 para la característica forma de grano, para el color primario de grano fue de 2,22 y para el color secundario de grano fue de 2,29.

Se presenta en el Anexo D las modas por accesión obtenidas de la caracterización y en el Anexo H las imágenes de las accesiones obtenidas de la multiplicación.

6. Discusión

6.1. Diversidad en *Phaseolus lunatus*

Para las accesiones estudiadas, en el color de las alas se encontraron dos variaciones, predominando el color blanco; para el color primario de las semillas no hubo variación, todas las accesiones eran de color blanco. Dadther-Huaman et al. (2022) estudiaron 45 accesiones de la colección de *P. lunatus* en el Banco de Germoplasma del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Perú, en las accesiones con crecimiento indeterminado encontraron cinco variaciones, predominando el color de alas blanco (71%); para el color primario de la semilla encontró cinco variaciones, predominando en su mayoría el color blanco (88%). Estos resultados son similares a los obtenidos por Asante et al. (2008) para 31 accesiones de *P. lunatus* colectadas de agricultores y mercados locales de Ghana, donde el color primario de grano también era blanco.

La curvatura de vaina presentó dos variaciones, siendo la más frecuente fue ligeramente curvada; para el color a la madurez se encontró únicamente el color marrón. La característica curvatura de vainas coincide con los resultados obtenidos por Dadther-Huaman et al. (2024), donde estudió 36 accesiones encontró tres variaciones para curvatura de vaina, siendo ligeramente curvada la más frecuente (16 accesiones); en cambio encontró diferencias para la característica color de vaina a la madurez donde se observaron tres variaciones, siendo la más predominante (26 accesiones) el color rojo, púrpura o negro (pigmentado por todas partes).

Estudiando el color del pétalo estandarte Viteri Díaz (2021) estudió 30 accesiones de diferentes regiones de Ecuador y reportó dos variaciones para la característica, siendo el color púrpura el más frecuente (11 accesiones). Esto difiere de los resultados obtenidos en el presente trabajo en que todos los pétalos fueron verdes. Esta diferencia indica una menor diversidad de las variedades criollas conservadas en el BG-Fagro.

El peso de 1000 semillas promedio fue de 426 gramos y el número promedio de semillas por vaina fue 3 granos/vaina. Neto et al. (2022) estudiaron 14 variedades locales de tres localidades de Brasil, obtuvieron un peso promedio de 1000 semillas de 517 gramos y 2,5 semillas por vaina promedio. Se puede apreciar un mayor número de granos por vaina y menor peso de 1000 semillas (posiblemente dado por un menor tamaño de semillas) en la colección estudiada.

El largo de grano promedio fue de 14,1 mm, el ancho de grano promedio fue de 9,7 mm y el grosor de grano promedio fue de 4,6 mm. Estos resultados son similares a los de Oliveira-Silva (2017) donde estudió 157 accesiones conservadas en Embrapa, Brasil y nueve accesiones de CIAT, Colombia; obtuvo en el promedio de largo de grano 12,4 mm, en ancho de grano 9,1 mm y en grosor de grano 5,5 mm.

Se puede apreciar que para *P. lunatus*, las variaciones más frecuentes dentro de las características estudiadas son similares a los mencionados en otros trabajos extranjeros, en los que se reportan similares colores de alas y color primario del grano (Asante et al., 2008; Dadther-Huaman et al., 2022); existen menos variaciones dentro

de los descriptores probablemente asociadas al menor número de accesiones utilizadas en esta investigación.

6.2 Diversidad en *Phaseolus vulgaris*

El color de las alas presentó tres variaciones y el color blanco fue el más frecuente. El color del pétalo estandarte tuvo cuatro variaciones, siendo rosa el color más frecuente. El largo de grano promedio de la población fue de 12,1 mm, el ancho promedio fue de 6,9 mm, el grosor promedio de 5 mm y el peso de 100 semillas promedio fue 30,78 g. Vidak et al. (2015) obtuvieron valores similares en el estudio de 338 accesiones de la especie, provenientes de colectas de los sitios de producción en todo Croacia e incluidas colecciones de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Zagreb, Croacia. Encontraron cinco variaciones para el color de las alas y cinco variaciones para el color del pétalo estandarte. El largo de grano promedio de la colección croata fue de 14,46 mm, el ancho promedio fue de 8,2 mm, el grosor promedio de 6,19 mm y el peso de 100 semillas promedio fue 48,51 g.

El Índice de Shannon para la característica color primario fue de 2,22 y para el color secundario fue de 2,29, estos resultados difieren de los obtenidos por Vidak et al. (2015) donde reportó valores de 2,9 y de 2,5 respectivamente; la amplia diferencia en los valores reportados puede deberse a la baja cantidad de accesiones utilizadas en este trabajo y a una menor diversidad en las características comparadas.

El color primario del grano presentó diez variaciones, el color crema fue el más frecuente. El color secundario del grano presentó siete variaciones, el color violeta oscuro fue el más frecuente. Para la forma de grano se encontraron tres variaciones, la más frecuente fue cuboide. Sinkovič et al. (2019) estudiaron 953 accesiones de dicha especie provenientes del Banco de Genes de Eslovenia, obtuvieron cinco categorías para el color primario del grano, el color marrón fue el más frecuente (300 accesiones); para la característica color secundario del grano, estudiado en 479 accesiones con presencia de color secundario, obtuvieron cuatro categorías, el color rojo fue el más frecuente (139 accesiones). Para la característica forma de grano encontraron cinco variaciones, siendo ovalado/circular a elíptico la más frecuente (315 accesiones). Se puede apreciar mayor diversidad en la colección nacional para las características color primario y color secundario del grano.

Jan et al. (2021) estudiaron 109 accesiones, de las cuales 87 fueron colectadas de la zona del Himalaya occidental, 15 de otros países (exóticas) y siete sin datos del origen, encontraron tres categorías para la característica color de la vaina inmadura, siendo el color verde el más frecuente (84.4%). Estos resultados presentan valores similares a los obtenidos en este trabajo, habiendo presentado cinco variaciones para la característica, verde claro fue el más frecuente.

La curvatura de la vaina tuvo cinco variaciones, ligeramente curvada fue la más frecuente. La sección transversal de la vaina tuvo dos variaciones siendo elíptica redondeada la más frecuente y el número de granos por vaina promedio fue de 4,8 granos/vaina. La característica color de la vaina a la madurez tuvo tres variaciones, siendo amarillo con manchas moras la más frecuente. Estos resultados difieren de los presentados por Castro Flores y Quispe Llantay (2017) que estudiaron 20 genotipos provenientes de colectas en la localidad de San Juan de Uchubamba, Perú; obtuvo para

la característica curvatura de la vaina tres variaciones, ligeramente curvada fue la más frecuente (90%) y para la característica sección transversal de la vaina obtuvieron tres variaciones, piriforme fue la más frecuente (75%). El número de granos por vaina promedio obtenido fue de 5,13 granos/vaina. Para el color de vaina a la madurez obtuvieron seis variaciones, amarillo con rayas lilas claras fue el más frecuente (45%).

En ambas especies, la comparación con los colores descritos por IPGRI (2001a, 2001b) resulta dificultosa, ya que la apreciación del color puede variar entre observadores y el documento no incluye una escala cromática de referencia que permita estandarizar dicha evaluación.

En conjunto, los rasgos morfológicos evaluados —desde la variabilidad de color de alas, pétalos y vainas hasta las diferencias en peso y dimensiones de grano— muestran patrones de diversidad alineados con lo documentado en colecciones internacionales. Sin embargo, las discrepancias en la cantidad de accesiones estudiadas, el origen geográfico de las muestras y la falta de estándares (como una escala de color y protocolos uniformes de medición) pueden influir en la comparabilidad de los resultados. A pesar de ello, la colección del BG-Fagro de *P. lunatus* y *P. vulgaris* revela un acervo genético promisor, con predominio de ciertos fenotipos, pero también presencia de variaciones menos frecuentes que resaltan la importancia de su conservación y podrían tener valor para programas de mejoramiento. Esta caracterización genera información clave que permite avalar la conservación de dichas accesiones y motivar nuevos trabajos de colecta. Para robustecer futuros análisis, se sugiere ampliar el tamaño de muestra, incluir referencias cromáticas y adoptar metodologías estandarizadas de evaluación de características cuantitativas y cualitativas.

6.3 Consideraciones finales

1. Este trabajo marca el primer estudio de la diversidad presente para el cultivo de porotos dentro de las especies *P. lunatus* y *P. vulgaris* y resalta la importancia de los recursos fitogenéticos almacenados en el BG-Fagro.
2. Se entiende necesarias nuevas colectas de ambas especies para preservar la diversidad genética, dado que el número de productores descende anualmente, así como la superficie sembrada. Es relevante resaltar que en estas especies tradicionalmente su cultivo se basó en el uso de variedades criollas y actualmente no se encuentra ningún cultivar registrado en INASE.
3. Se plantea la posibilidad de incluir en el Censo General Agropecuario el relevamiento de los recursos fitogenéticos presentes en el país; de esa forma se pueden identificar comunidades o zonas donde la conservación de la semilla sea parte de su cultura y generar estrategias que permitan la conservación *in situ*, *ex situ*.

7. Conclusiones

1. Para *P. lunatus* siete de los dieciséis descriptores utilizados fueron discriminantes (color de las alas, curvatura de la vaina, sección transversal de la vaina, forma de grano, número de granos por vaina, largo de grano en mm y peso de mil semillas).
2. Para *P. lunatus* los descriptores, color de la vaina inmadura, sección transversal de la vaina y color secundario del grano no se encontraban en (IPGRI, 2001a) y fueron adaptados. El descriptor sección transversal de la vaina, probó ser discriminante para la especie por lo que se propone su posterior inclusión como descriptor.
3. Para *P. vulgaris* solo uno de los quince descriptores utilizados (grosor del grano en mm) no fue discriminante no existiendo variación para la característica entre accesiones.
4. A partir de la caracterización realizada se logró obtener semillas para renovar la viabilidad de las accesiones. Serían necesarios nuevos trabajos orientados a la multiplicación de ambas especies conservadas en el BG-Fagro.
5. Se comprueba que para *P. vulgaris* y *P. lunatus*, dentro de las especies, todas las accesiones difieren entre sí por al menos una característica (descriptor), existiendo diversidad. Este trabajo resalta la importancia de los recursos fitogenéticos colectados por la cátedra de Horticultura en 1985/1986.

8. Bibliografía

- Anderson, E., & Cutler, H. C. (1942). Races of *Zea mays*: I. Their recognition and classification. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 29(2), 69-88.
- Asante, I., Offei, S., Addy, R., & Carson, A. G. (2008). Phenotypic and seed protein analysis in 31 Lima bean (*Phaseolus lunatus*) accessions in Ghana. *West African Journal of Applied Ecology*, 12(1).
<https://doi.org/10.4314/wajae.v12i1.45775>
- Beebe, S., Rengifo, J., Gaitan, E., Duque, M. C., & Tohme, J. (2001). Diversity and origin of Andean landraces of common bean. *Crop Science*, 41(3), 854-862.
- Beebe, S., Skroch, P. W., Tohme, J., Duque, M. C., Pedraza, F., & Nienhuis, J. (2000). Structure of genetic diversity among common bean landraces of Middle American origin based on correspondence analysis of RAPD. *Crop Science*, 40(1), 264-273.
- Berretta, A., Condón, F., & Rivas, M. (2007). *Informe nacional sobre el estado de los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación*. FAO.
www.fao.org/docrep/013/i1500e/Uruguay.pdf
- Bitocchi, E., Rau, D., Bellucci, E., Rodriguez, M., Murgia, M. L., Gioia, T., Santo D., Nanni L., Attene, G., & Papa, R. (2017). Beans (*Phaseolus ssp.*) as a model for understanding crop evolution. *Frontiers in Plant Science*, 8, Artículo e722.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00722>
- Bocija, J., Carrera, N., & Suárez, A. (1988). *Efecto de la densidad de plantas en el surco sobre los componentes del rendimiento y producción de grano en poroto tipo manteca (Phaseolus lunatus L.) y tipo Frutilla (Phaseolus vulgaris L.)* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Brown, A. H. (2000). The genetic structure of crop landraces and the challenge. En S. B. Brush (Ed.), *Genes in the field: On-farm conservation of crop diversity* (pp. 29-48). International Development Research Centre; International Plant Genetic Resources Institute.
- Camacho Villa, T. C., Maxted, N., Scholten, M., & Ford-Lloyd, B. (2005). Defining and identifying crop landraces. *Plant Genetic Resources*, 3(3), 373-384.
<https://doi.org/10.1079/PGR200591>
- Carballo, P., & Alaggia, A. (1975). *Caracterización de la respuesta a la fertilización (N-P-K) en poroto (Phaseolus vulgaris, L.)* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Castro Flores, R., & Quispe Llantay, D. N. (2017). *Caracterización morfológica de genotipos de frijol (Phaseolus vulgaris) en San Juan de Uchubamba-Jauja* [Trabajo final de grado]. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Chacón, S. M. I., Pickersgill, B., & Debouck, D. G. (2005). Domestication patterns in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and the origin of the Mesoamerican and Andean cultivated races. *Theoretical and Applied Genetics*, 110, 432-444.
<https://doi.org/10.1007/s00122-004-1842-2>

- Condón, F., & Rossi, C. (2018). Banco de germoplasma INIA: Conservando la diversidad de nuestras plantas. *Revista INIA*, (52), 52-55.
- Dadther-Huaman, H., Gambini-de la Cruz, T. A., Coaquira-Mendoza, B., Garay-Duran, D., Parco-Quinchori, J., Quispe-Castro, R., Aybar-Peve, L., Contreras-Liza, S., & Casa-Coila, V. (2024). Agromorphological characterization and phenotypical diversity of the pallar germplasm collection (*Phaseolus lunatus* L.) from INIA, Peru. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 27(3), Artículo e097. <https://doi.org/10.56369/tsaes.5490>
- Dadther-Huaman, H., Zamata-Guzmán, R., & Casa-Coila, V. H. (2022). Morphological characterization and agronomic evaluation of Lima bean (*Phaseolus lunatus*) accessions from the National Germplasm Collection of INIA, Ica, Peru. *Bioagro*, 35(1), 59-68. <https://doi.org/10.51372/bioagro351.7>
- Dirección de Censos y Encuestas. (1994). *Censo General Agropecuario 1990*. MGAP.
- Dirección de Economía Agraria. (1968). *Censo General Agropecuario 1966*. MGA.
- Dirección de Economía Agraria. (1973). *Censo General Agropecuario 1970*. MGA.
- Dirección de Estadísticas Agropecuarias. (2000). *Censo General Agropecuario 2000: Resultados definitivos*. MGAP
- Dirección de Investigaciones Económicas Agropecuarias. (1983). *Censo General Agropecuario 1980*. MAP.
- Dirección de Programación y Política Agropecuaria. (Coord.). (1985). *Primer curso nacional sobre el cultivo de porotos usando la metodología aprender haciendo*. MAP.
- Dogliotti, S., Scattolini, A., & Zaccari, F. (1991). *Efecto de cuatro épocas de siembras en el comportamiento agronómico de Phaseolus vulgaris (tipo frutilla) y Phaseolus lunatus (tipo manteca)* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Favaro, M., & Piazza, S. (2019). *Caracterización de variedades criollas hortícolas en sistemas productivos del noreste de Canelones, zonas Pantanoso del Sauce y Tapia* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Félix, D. T., Coello-Coello, J., & Martínez-Castillo, J. (2014). Wild to crop introgression and genetic diversity in Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) in traditional Mayan milpas from Mexico. *Conservation Genetics*, 15, 1315-1328.
- Freytag, G. F., & Debouck, D. G. (2002). *Taxonomy, distribution, and ecology of the genus Phaseolus (Leguminosae-Papilionoideae) in North America, Mexico and central America*. Botanical Research Institute of Texas.
- Galván, G., González, H., & Vilaró, F. (2005). Estado actual de la investigación en poblaciones locales de hortalizas en Uruguay y su utilización en el mejoramiento. *Agrociencia*, 9(1-2), 115-122.
- Galván, G., Porta, B., Vidal, R., Rivas, M., Peluffo, S., González, H., García de Souza, M., & Bellenda, B. (2015). *Valoración de semillas criollas y recursos genéticos nativos del Uruguay*. Universidad de la República.

- González, H. (1990). *El cultivo de poroto: Producción de semilla de buena calidad*. Universidad de la República.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2010). *Estrategia en los recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur*. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/6458>
- Instituto Nacional de Semillas (s.f.). [Tabla del registro nacional de cultivares]. www.inase.uy/EvaluacionRegistro/RNC-RPC.aspx?v=y
- International Plant Genetic Resources Institute. (2001a). *Descritores para Phaseolus lunatus*. <https://cgspace.cgiar.org/items/95b1ac0d-f762-43a4-90d6-9c9c72bf6787>
- International Plant Genetic Resources Institute. (2001b). *Descritores para Phaseolus vulgaris*. <https://cgspace.cgiar.org/items/99f2c27c-97c0-4d45-946b-abd8878236f5>
- Iriarte, J. (2007). La construcción social y transformación de las comunidades del Periodo Formativo Temprano del sureste de Uruguay. *Boletín de Arqueología PUCP*, (11), 143-166. <https://doi.org/10.18800/boletindearqueologiapucp.200701.006>
- Izaguirre, P., & Beyhaut, R. (1998). *Las leguminosas en Uruguay y regiones vecinas*. Hemisferio Sur.
- Jan, S., Rather, I., Sofi, P., Wani, M., Sheikh, F., Bhat, M., & Mir, R. (2021). Characterization of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germplasm for morphological and seed nutrient traits from Western Himalayas. *Legume Science*, 3(2), Artículo e86. <https://doi.org/10.1002/leg3.86>
- Jarvis, D. I., Myer, L., Klemick, H., Guarino, L., Smale, M., Brown, A. H. D., Sadiki, M., Sthapit, B., & Hodgkin, T. (2000). *A training guide for in situ conservation on-farm*. International Plant Genetic Resources Institute. https://forest-genetic-resources-training-guide.biodiversityinternational.org/fileadmin/biodiversityDocs/Training/FGR_TG/additional_materials/611.pdf
- Lascuráin, M., List, R., Barraza, L., Díaz Pardo, E., Gual Sill, F., Maunder, M., Dorantes, J., & Luna, V. E. (2009). Conservación de especies *ex situ*. En J. Sarukhán (Coord.), *Capital natural de México: Vol. II. Estado de conservación y tendencias de cambio* (pp. 517-544). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. http://www2.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20II/II12_Conseccion%20de%20especies%20ex%20situ.pdf
- Ministerio de Ambiente. (2001, 29 de noviembre). *Uruguay en las Convenciones Internacionales sobre Biodiversidad*. <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/uruguay-convenciones-internacionales-sobre-biodiversidad>
- Motta-Aldana, J. R., Serrano-Serrano, M. L., Hernández-Torres, J., Castillo-Villamizar, G., Debouck, D. G., & Chacóns, M. I. (2010). Multiple origins of lima bean landraces in the Americas: Evidence from chloroplast and nuclear DNA polymorphisms. *Crop Science*, 50(5), 1773-1787.

- Neto, W. V. A., Medeiros, A. M., Carvalho, L. C. B., Ferreira, C. D. S., Lopes, A. C. D. A., & Gomes, R. L. F. (2022). Selection of landraces of lima bean for family agriculture. *Revista Caatinga*, 35(1), 137-147. <https://doi.org/10.1590/1983-21252022v35n114rc>
- Oficina de Estadísticas Agropecuarias. (2013). *Censo General Agropecuario 2011: Resultados definitivos*. MGAP.
- Oliveira-Silva, R. N., Lobo-Burle, M., Gomes-Pádua, J., Almeida-Lopes, A. C. D., Ferreira-Gomes, R. L., & Martínez-Castillo, J. (2017). Phenotypic diversity in lima bean landraces cultivated in Brazil, using the Ward-MLM strategy. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 77(1), 35-40. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392017000100004>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (s.f.). *Día mundial de las Legumbres: 10 de febrero*. <https://www.fao.org/pulses-2016/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). *Beneficios nutricionales de las legumbres*. <https://openknowledge.fao.org/serve/r/api/core/bitstreams/dd0a3720-4c5e-460b-8e85-2eb98beb3e0d/content>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/es/#data>
- Pereira Cardoso, S. (2017). *Prospección de variedades criollas hortícolas y sus conocimientos tradicionales asociados en el Palmar de Castillos, departamento de Rocha* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Resolución n° 158/14: [Variedades Criollas en el Registro Nacional de Cultivares]. (2014). INASE. <https://www.inase.uy/files/docs/D89C65F083913245.pdf>
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2011). *Protocolo de Nagoya sobre acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa en los beneficios que deriven de su utilización al convenio sobre la diversidad biológica: Texto y anexo*. <https://www.cbd.int/abs/doc/protocol/nagoya-protocol-es.pdf>
- Singh, S. P., Gepts, P., & Debouck, D. G. (1991). Races of common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). *Economic Botany*, 45, 379-396. <https://doi.org/10.1007/BF02887079>
- Sinkovič, L., Pipan, B., Sinkovič, E., & Meglič, V. (2019). Morphological seed characterization of common (*Phaseolus vulgaris* L.) and runner (*Phaseolus coccineus* L.) bean germplasm: A slovenian gene bank example. *BioMed Research International*, 2019(1), Artículo e6376948. <https://doi.org/10.1155/2019/6376948>
- Sosa, C., Luján, M. P., Vidal, R., & De Almeida, N. (2023). Colección de porotos de la Universidad Tecnológica del Uruguay. En E. S. Salazar, J. F. Castro, P. Montesano de Souza, R. Díaz, A. Romero, & A. Behn (Eds.), *Libro de Resúmenes: XIV Simposio Internacional de Recursos Genéticos para las Américas y el Caribe: Recursos genéticos: Fuente de soluciones para los desafíos presentes y futuros* (p. 99). INIA; Universidad Austral de Chile. <https://biblioteca.inia.cl/items/d8a8531e-4e7a-4cfb-8834-535f93e111ad>

- Spellerberg, I. F. (1992). *Evaluation and assessment for conservation: Ecological guidelines for determining priorities for nature conservation*. Chapman & Hall.
- Tessore, C., & Llambí, A. (1976). *Estudio del comportamiento productivo de variedades de porotos (*Phaseolus vulgaris*) para exportación* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Vidak, M., Malešević, S., Grdiša, M., Šatović, Z., Lazarević, B., & Carović-Stanko, K. (2015). Phenotypic diversity among Croatian common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 80(3), 133-137.
- Viteri Díaz, D. A. (2021). *Caracterización agromorfológica de 30 accesiones de *Phaseolus* spp. desde la etapa fenológica de floración hasta maduración, en el Cantón Salcedo provincia de Cotopaxi 2021* [Trabajo final de grado]. Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Voysest, O. (1983). *Variedades de frijol en América Latina y su origen*. Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Zeven, A. C. (1998). Landraces: A review of definitions and classifications. *Euphytica*, 104, 127-139. <https://doi.org/10.1023/A:1018683119237>

9. Anexos

Anexo A

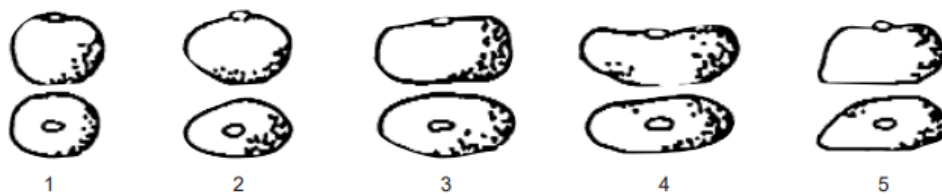
Foto del ensayo de campo (noviembre, 2022)



Anexo B

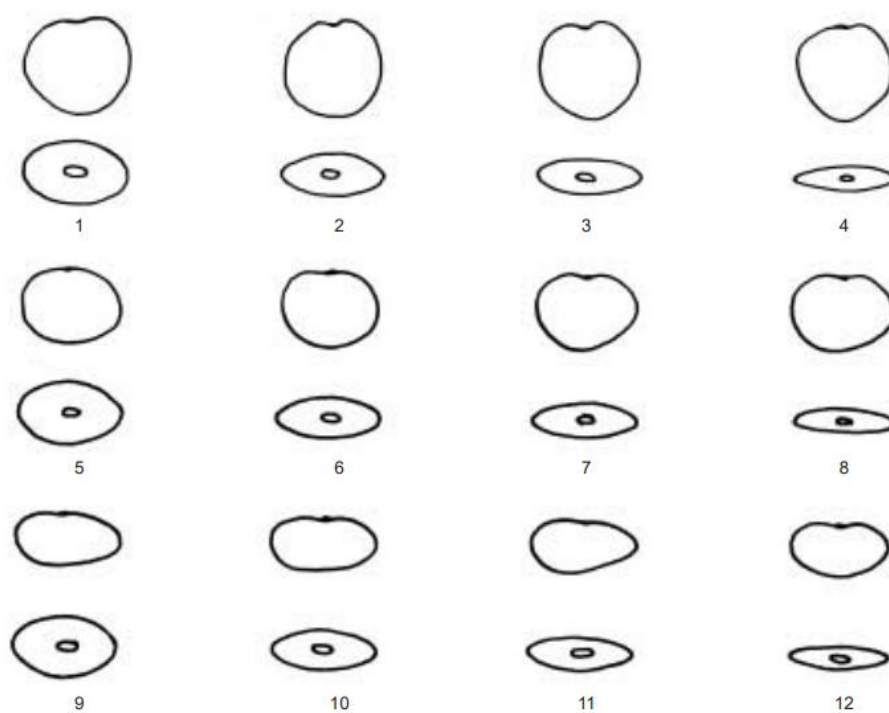
Figura guía para la característica forma del grano para P. vulgaris

- 1 Redonda
- 2 Oval
- 3 Cubóide
- 4 Reniforme
- 5 Alongada truncada



Anexo C

Figura guía para la característica forma del grano para P. lunatus



Anexo D

Tabla D1

Modas de las características cualitativas precosecha medidas en Phaseolus vulgaris

Accesión	Color del pétalo	Color de las alas	Posición de los racimos con vainas	Color de la vaina inmadura	Curvatura de la vaina	Sección transversal de vaina
3541	Rosa	Blanco	Distribución homogénea	Verde claro rayado rojo	Curveada	Elíptica Redondeada
3542	Rosa/Púrpura	Blanco	Distribución homogénea	Verde rayado mora	Recta/Ligeramente Curveada	Elíptica Redondeada
3543	Rosa/Púrpura	Rosa	Distribución homogénea	Verde rayado mora	Ligeramente curveada	Elíptica Redondeada
3545	Rosa	Rosa	Distribución homogénea	Verde rayado carmín	Ligeramente Curveada-Curveada	Elíptica Redondeada
3547	Rosa	Blanco	Distribución homogénea	Verde rayado carmín	Ligeramente curveada	Elíptica Redondeada
3548	Rosa	Blanco	Distribución homogénea	Verde rayado rojo	Curveada	Elíptica Redondeada
3550	Rosa	Blanco	Distribución homogénea	Verde rayado carmín	Curveada	Elíptica Redondeada
3552	Púrpura	Rosa	Distribución homogénea	Verde rayado mora	Recta/Ligeramente Curveada	Elíptica Redondeada
3554	Rosa/Púrpura	Rosa/Púrpura	Distribución homogénea	Verde rayado carmín	Recta	Piriforme
3555	Rosa/Púrpura	Rosa/Púrpura	Distribución homogénea	Verde Claro	Ligeramente Curveada	Elíptica Redondeada
3556	Rosa/Púrpura	Rosa/Púrpura	Distribución homogénea	Verde Claro	Ligeramente Curveada	Elíptica Redondeada
3557	Rosa	Blanco	Distribución homogénea	Verde Claro	Ligeramente Curveada-Curveada	Elíptica Redondeada
3559	Rosa	Blanco	Distribución homogénea	Verde rayado rojo	Ligeramente Curveada-Curveada	Elíptica Redondeada
5632	Rosa/Púrpura	Rosa/Púrpura	Distribución homogénea	Verde Claro	Ligeramente Curveada	Elíptica Redondeada
5635	Rosa	Rosa/Púrpura	Concentrado en la base y medio	Verde claro rayado rojo	Ligeramente curveada	Piriforme
5636	Blanco	Blanco	Concentrado en la base y medio	Verde Claro	Ligeramente Curveada-Curveada	Piriforme
5637	Blanco	Blanco	Distribución homogénea	Verde Claro	Ligeramente Curveada	Piriforme
5638	Rosa/Púrpura	Blanco	Distribución homogénea	Verde rayado rojo	Curveada	Elíptica Redondeada

Tabla D2

Modas y medias para las características postcosecha medidas en Phaseolus vulgaris

Accesión	Color de la vaina a la madurez	Número de semillas por vaina	Color primario del grano	Color secundario del grano	Ancho del grano (mm)	Largo del grano (mm)	Grosor del grano (mm)	Peso de mil semillas (gr)	Forma de grano
3541	Amarillo Claro	5,4	Violeta claro	Violeta	7,13	13,69	5,11	344	Reniforme
3542	Amarillo con manchas moras	5	Violeta claro	Violeta oscuro	7,02	12,81	4,86	358	Cubóide
3543	Amarillo con manchas moras	4,6	Violeta claro	Violeta	6,97	13,22	4,31	314	Reniforme
3545	Amarillo con manchas moras	5	Rojo Oscuro	Violeta oscuro	6,75	13,34	4,81	360	Cubóide
3547	Amarillo con manchas moras	4	Rojo oscuro	Rojo oscuro	7,01	14,08	5,15	320	Cubóide
3548	Amarillo Claro	3,4	Rosado	Rojo oscuro	7,11	13,19	5,23	382	Cubóide
3550	Amarillo Claro	3,8	Crema	Violeta oscuro	7,17	12,92	4,92	324	Cubóide
3552	Amarillo con manchas moras	4,8	Crema	Violeta oscuro	7,69	13,73	5,04	338	Reniforme
3554	Canela Claro	5,8	Crema	Violeta oscuro	6,55	9,07	5,44	202	Cubóide
3555	Amarillo con manchas moras	4	Rosado claro	Violeta oscuro	7,36	12	5,8	408	Cubóide
3556	Amarillo con manchas moras	4,2	Crema	Violeta oscuro	7,86	11,36	5,91	342	Cubóide
3557	Amarillo Claro	4,4	Crema	Violeta	7,18	13,33	5,47	338	Cubóide
3559	Amarillo con manchas moras	3,4	Rojo oscuro	Rojo oscuro	7,06	14,3	5,38	402	Alongada truncada
5632	Canela Claro	7,2	Violeta oscuro	Ausente	5,6	8,47	5,38	176	Cubóide
5635	Canela claro	7	Marrón grisáceo	Violeta oscuro	5,46	8,05	3,87	134	Cubóide
5636	Canela Claro	5,2	Crema	Ausente	5,64	9,03	3,7	160	Cubóide
5637	Amarillo Claro	4,2	Crema	Ausente	7,43	11,65	5,55	308	Oval
5638	Amarillo con manchas moras	4,5	Crema	Violeta	7,16	13,53	4,14	330	Cubóide

Tabla D3

Modas para las características precosecha medidas en P. lunatus

Accesión	Hábito de crecimiento	Color del pétalo estandarte	Color de las alas	Posición de los racimos con vainas	Color de la vaina inmadura	Curvatura de la Vaina	Sección transversal de la vaina
3533	Indeterminado	Verde	Amarillo	Distribución homogénea	Verde	3	Piriforme
3535	Indeterminado	Verde	Amarillo	Distribución homogénea	Verde	7	Piriforme
3536	Indeterminado	Verde	Blanco	Distribución homogénea	Verde	3	Piriforme
3538	Indeterminado	Verde	Blanco	Distribución homogénea	Verde	3	Muy Achatada
3540	Indeterminado	Verde	Blanco	Distribución homogénea	Verde	3	Muy Achatada
5639	Indeterminado	Verde	Blanco	Distribución homogénea	Verde	3	Muy Achatada
5641	Indeterminado	Verde	Blanco	Distribución homogénea	Verde	7	Piriforme

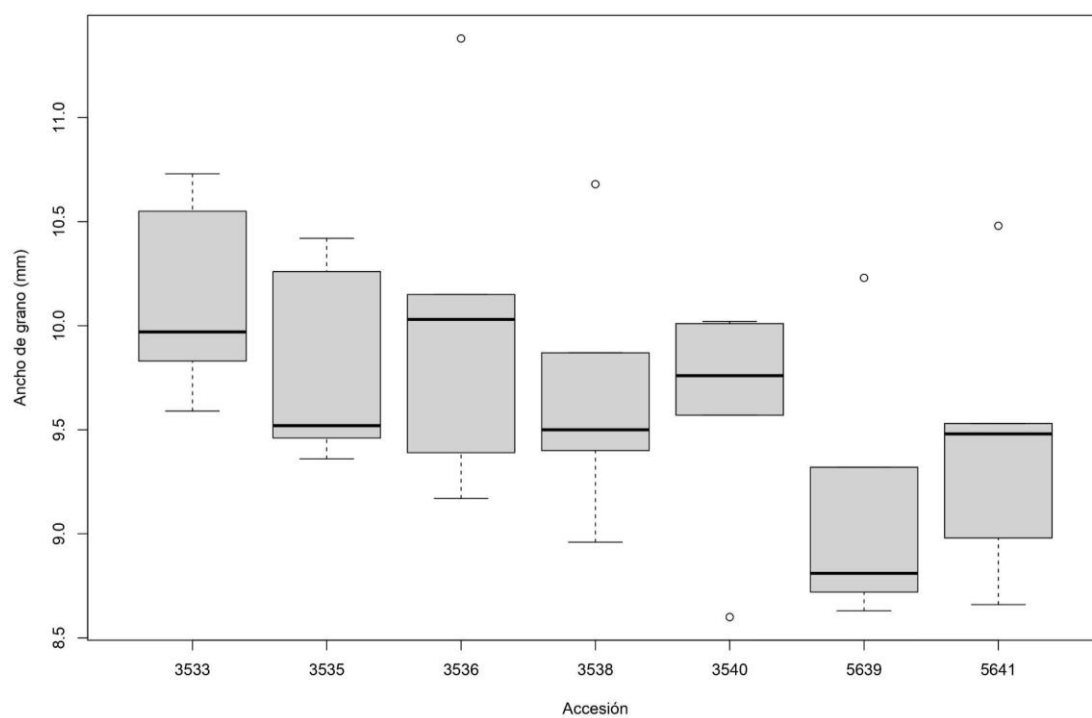
Tabla D4

Modas y medias para las características postcosecha medidas en P. lunatus

Accesión	Color de vaina a la madurez	Número de semillas por vaina	Color primario del grano	Color secundario del grano	Ancho del grano (mm)	Largo del grano (mm)	Grosor del grano (mm)	Peso de mil semillas (gr)	Forma de grano
3533	Marrón	3	Blanco	Ausente	10,13	15,4	4,71	428	Ovalada
3535	Marrón	3	Blanco	Ausente	9,8	14,3	4,5	476	Oval achatada
3536	Marrón	3	Blanco	Ausente	10,02	14,02	4,33	404	Oval achatada
3538	Marrón	3,2	Blanco	Ausente	9,68	14,72	4,59	450	Oval achatada
3540	Marrón	3	Blanco	Ausente	9,59	13,72	4,28	392	Oval semi-achatada
5639	Marrón	3	Blanco	Ausente	9,14	12,92	4,97	412	Ovalada
5641	Marrón	3,4	Blanco	Ausente	9,43	13,68	4,61	420	Oval achatada

Anexo E

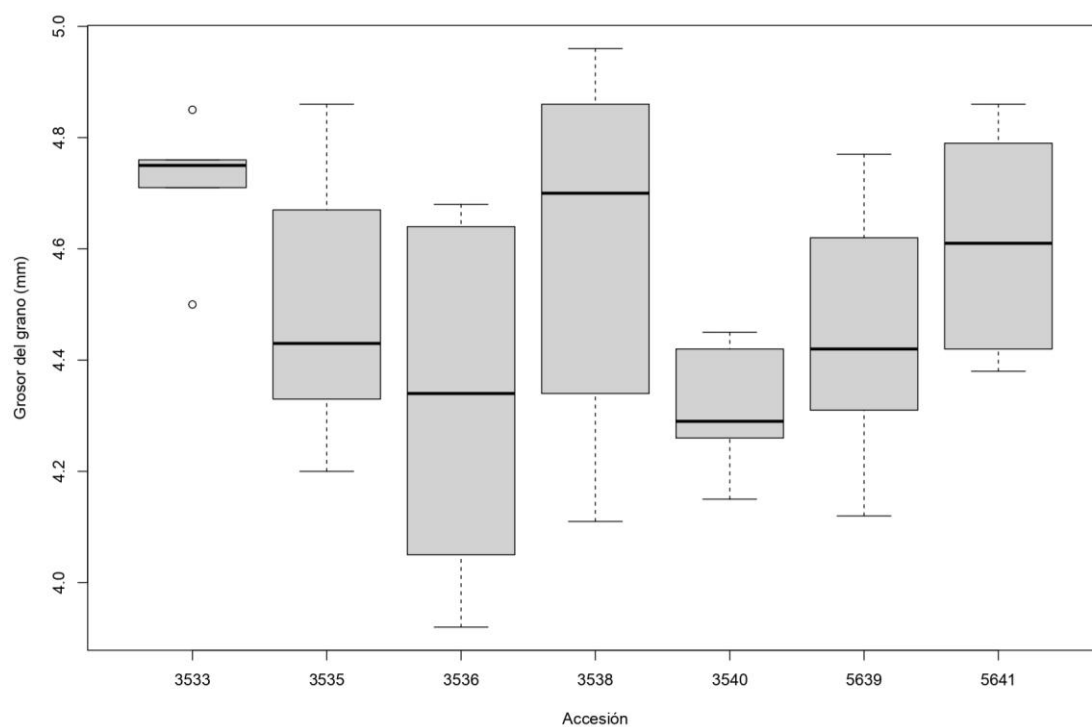
Boxplot para la característica ancho de grano (mm) de P. lunatus



Nota. No existen diferencias significativas entre accesiones.

Anexo F

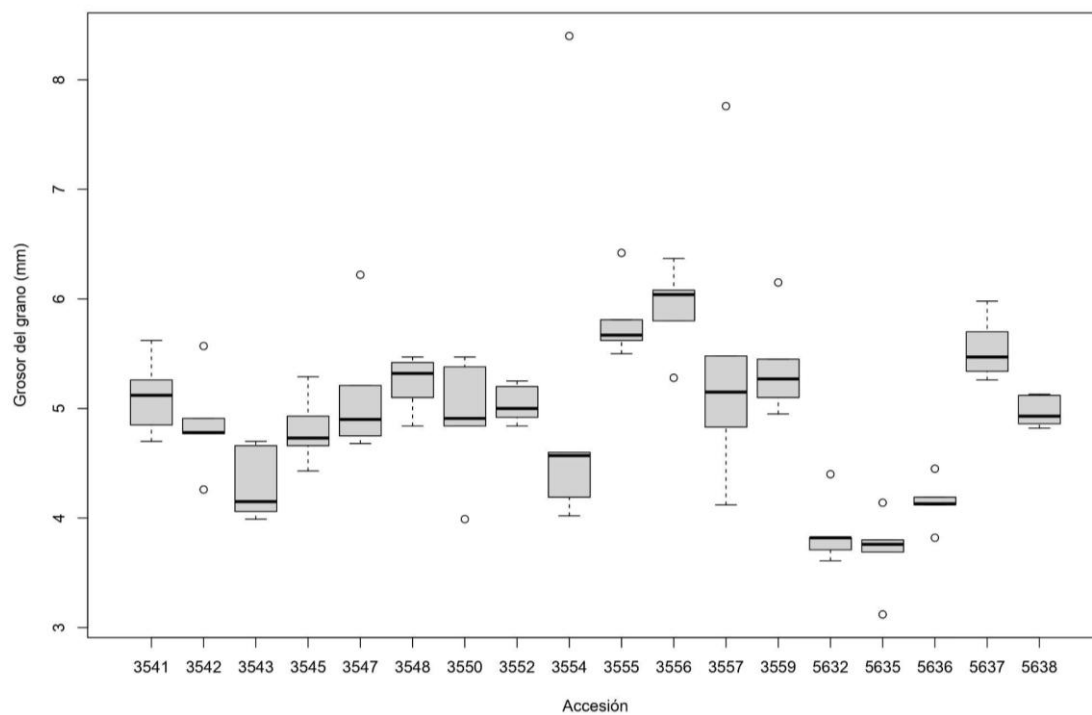
Boxplot para la característica grosor de grano (mm) de P. lunatus



Nota. No existen diferencias significativas entre accesiones.

Anexo G

Boxplot para la característica grosor de grano (mm) de *P. vulgaris*



Nota. No existen diferencias significativas entre accesiones.

Anexo H**Figura H1**

Multiplicación obtenida de la accesión 3533

**Figura H2**

Multiplicación obtenida de la accesión 3535



Figura H3

Multiplicación obtenida de la accesión 3536

**Figura H4**

Multiplicación obtenida de la accesión 3538



Figura H5

Multiplicación obtenida de la accesión 3540

**Figura H6**

Multiplicación obtenida de la accesión 3541



Figura H7

Multiplicación obtenida de la accesión 3542

**Figura H8**

Multiplicación obtenida de la accesión 3543



Figura H9

Multiplicación obtenida de la accesión 3545

**Figura H10**

Multiplicación obtenida de la accesión 3547



Figura H11

Multiplicación obtenida de la accesión 3548

**Figura H12**

Multiplicación obtenida de la accesión 3550



Figura H13

Multiplicación obtenida de la accesión 3552

**Figura H14**

Multiplicación obtenida de la accesión 3554



Figura H15

Multiplicación obtenida de la accesión 3555

**Figura H16**

Multiplicación obtenida de la accesión 3556



Figura H17

Multiplicación obtenida de la accesión 3557

**Figura H18**

Multiplicación obtenida de la accesión 3559



Figura H19

Multiplicación obtenida de la accesión 5632

**Figura H20**

Multiplicación obtenida de la accesión 5635



Figura H21

Multiplicación obtenida de la accesión 5636

**Figura H22**

Multiplicación obtenida de la accesión 5637



Figura H23

Multiplicación obtenida de la accesión 5638

**Figura H24**

Multiplicación obtenida de la accesión 5639



Figura H25

Multiplicación obtenida de la accesión 5641

