



Artículo Original

Variabilidad morfo-agronómica en poblaciones de pallar, *Phaseolus lunatus*, cultivado en condiciones de Costa de la Provincia de Trujillo (Perú)

Morpho-agronomic variability in populations of lima, *Phaseolus lunatus*, grown under conditions of Coast Province Trujillo (Peru)

Manuel F. Pesantes Vera, Eduardo León Alcántara, Edith De La Cruz Araujo y
Juan Carlos Rodríguez Soto

Laboratorio de Fitogenética. Departamento de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo.
Perú

RESUMEN

Se determinó la variabilidad morfo-agronómica que presentaron ocho poblaciones de *Phaseolus lunatus* L. "pallar" cultivadas bajo condiciones agro-ecológicas de la costa norperuana. Las poblaciones procedieron de Trujillo (costa) y Huamachuco (sierra del Perú), fueron codificadas luego de su colecta como PLUNT 01 a 08 y analizadas tomando en cuenta seis caracteres cuantitativos los cuales fueron procesados estadísticamente. Se observó marcadas diferencias fenotípicas y genéticas entre las ocho colectas cultivadas, así: (i) para el carácter días a la floración, la colecta PLUNT 06 ($X = 39.777$ días) fue la más precoz y la PLUNT 04 (50.444 días) la más tardía, (ii) la mayor variación y heterogeneidad fenotípica (C.V. mayor al 10%) se presentó en las colectas pertenecientes a la costa (PLUNT: 01, 02, 03, 04 y 05), (iii) todas las poblaciones estudiadas presentaron una alta heterogeneidad fenotípica (C.V. mayor al 10%) para los caracteres peso de los granos y número de semillas por vaina y (iv) las colectas de la sierra (PLUNT: 07 y 08), a diferencia de las de la costa, presentaron un tipo de crecimiento arbustivo o mata.

Palabras clave: germoplasma, variabilidad morfo-agronómica, *Phaseolus lunatus*.

ABSTRACT

The variability morpho-agronomic of eight populations of *Phaseolus lunatus* L. "lima" grown under agro-ecological conditions of the Northern coast of Peru was determined. Populations came from Trujillo (coast) and Huamachuco (Peru saw) were coded after their collection as PLUNT 01-08 and analyzed taking into account six quantitative traits which were statistically probed. Marked phenotypic and genetic differences between the eight cultivated collections was observed as well: (i) for the character days to flowering, collection PLUNT 06 ($X = 39,777$ days) was the earliest and PLUNT 04 (50,444 days) more later, (ii) greater variation and (CV greater than 10%) phenotypic heterogeneity appeared in the collections belonging to the coast (PLUNT: 01, 02, 03, 04 and 05), (iii) all populations studied showed a High (CV greater than 10%) for grain weight and number of seeds per pod and (iv) phenotypic heterogeneity characters collections saw (PLUNT: 07 and 08), unlike the coast, had a shrub or bush type growth.

Keywords: germoplasm, morfo-agonomic variability, *Phaseolus lunatus*.

INTRODUCCIÓN

Caracterizada por ser una planta autógama de formas perennes, con vainas o frutos falcados y comprimidos que contienen semillas planas y semicirculares, el pallar, *Phaseolus lunatus*, es una leguminosa que, después del frejol común, constituye un recurso de importancia alimenticia^{1,2}. Esta especie presenta formas silvestres y domesticadas, con dos centros de domesticación independientes: los Andes y Meso-América donde aparecen cultivos tipo "sieva" (de semillas pequeñas), tipo "lima" (de semillas grandes), tipos "solenoides" o "papa" (de semillas cortas y gruesas) y tipos intermedios^{3,4,5,6,7}.

En el norte del Perú prevalecen las formas tipo "lima"⁸, que ha sido fuente de alimentación desde la época precolombina^{5,9}; sin embargo, en la actualidad se cultivan ambos tipos: sieva y lima de modo industrial^{10,11}.

En la Región La Libertad el cultivo de variedades comerciales de pallar son escasos o no significativos, sin embargo existen, tanto en zonas costeras como de sierra, poblaciones semi cultivadas poco explotadas agrónomicamente como un recurso comercial; las que, por presentar características morfo agrónomicas bien diferenciadas, están constituyendo una fuente de variabilidad genética que debería ser aprovechada. En todo programa de mejoramiento genético de una especie vegetal cultivada es necesario disponer previamente de una colección o banco de genes donde se debe conservar la variación genética de la especie a mejorar, para lo cual, esta colección debe estar conformada por un mayor número de colectas o variantes genéticas (entradas) existentes^{12,13} donde cada variante o accesión (entrada) deben ser sistemáticamente caracterizadas a través de sus descriptores cualitativos, así como mediante la evaluación de la variación fenotípica que presentan sus caracteres cuantitativos; sin embargo, no se ha investigado respecto de la caracterización y evaluación de la variación morfo agrónomica de colectas procedentes de distintas poblaciones de pallares en el Perú: Por ello, en la presente investigación, teniendo en cuenta seis caracteres cuantitativos, se ha realizado dicha caracterización de poblaciones de *Ph. lunatus* de procedencia costeña (Trujillo) y de la sierra (Huamachuco) del norte peruano.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se estudiaron colectas de pallar procedentes de ocho poblaciones distintas donde seis colectas fueron procedentes de cultivos de la costa de Trujillo y dos de la sierra de Huamachuco. Las muestras fueron clasificadas y registradas con las siglas PLUNT y numeradas en orden secuencial en la Cátedra de Fitogenética de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo.

Cada colecta fue previamente caracterizada según el color de sus semillas: único o variado, tamaño: grande (1), mediana (2) o pequeñas (3), forma: Lima (4), sieva (5) y otros descriptores, de acuerdo a lo establecido para el estudio de este recurso vegetal de acuerdo a lo establecido por organismos intencionales competentes y otros^{16,17 18}. Posteriormente, en el campo de Fitogenética durante el mes de Abril del 2014 se realizaron los cultivos correspondientes de cada accesión, colecta o entrada por separado de acuerdo a las recomendaciones agrónomicas existentes para el cultivo de pallar 19 y 20 (antes 20 y 21) con el objeto de evaluar el comportamiento de cada colecta bajo condiciones de la provincia de Trujillo.

De 18 individuos de cada población por separado se registraron los descriptores cualitativos relacionados con el color de los cotiledones en la germinación, color de la flor, hábito de crecimiento y otros según lo propuesto para este tipo de estudio 16, 17 y 18. El estudio de la variabilidad fenotípica continua de cada colecta por separado, se realizó con 50 datos tomados de las plantas cultivadas de cada población donde se tomaron las medidas de los caracteres cuantitativos: días a la floración, longitud y ancho de la vaina (cm) número de granos por vaina, del mismo modo se hizo el análisis del carácter peso (g), longitud de la semilla (cm) y ancho (cm) de las semillas medida en el punto medio del hilio (parte central). Con los datos obtenidos se realizaron las estimaciones biométricas recomendadas según lo establecido para estos caracteres 21 y 22 (antes 18 y 19) como son: media (X), varianza (S), desviación estandar (D.S.), error estandar (E.S.) y coeficiente de variación (C.V.)

RESULTADOS

Las características primarias de las semillas pertenecientes a cada población, mediante la aplicación de descriptores relacionados, con el tamaño, forma y color de la cubierta, para lo cual se adaptó el criterio aplicado para tipificar *Ph. vulgaris* tipo "ñuña" (pesant y chile), con descripción de las características de las semillas de cada colecta se muestra en la Tabla 1:

- Colecta PLUNT O1. Tamaño grande (1), Forma = Lima (4), Color de la cubierta: I Modelo monocolor (1), II Tipo ausente (0), III Fondo blanco (1), IV Sobre fondo ausente (0).
- Colecta PLUNT O2. Tamaño grande (1), Forma = Lima (4), Color de la cubierta: I Modelo monocolor (1), II Tipo ausente (0), III Fondo negro (141), IV Sobre fondo ausente (0).
- Colecta PLUNT O3. Tamaño grande (1), Forma = Lima (4), Color de la cubierta: I Modelo bicolor (2), II Tipo rayado (7), III Fondo blanco (1), IV Sobre fondo rojo (9).

- Colecta PLUNT O4. Tamaño grande (1), Forma = Lima (4), Color de la cubierta: I Modelo biocolor (2), II Tipo borde del hilio (9), III Fondo blanco (1), IV Sobre fondo negro (14).
- Colecta PLUNT O5. Tamaño mediano (2), Forma = Lima (4), Color de la cubierta : I Modelo bicolor (2), II Tipo manchado irregular (8), III Fondo negro (14), IV Sobre fondo blanco (2) ” pallar mochica “
- Colecta PLUNT O6. Tamaño pequeño (3), Forma = sieva (5), Color de la cubierta: I Modelo monocolor (1), II Tipo ausente (0), III Fondo blanco (1), IV Sobre fondo ausente (0) “ pallar bebe “
- Colecta PLUNT O7. Tamaño pequeño (3) ,Forma = Lima (4), Color de la cubierta: I Modelo bicolor (2), II Tipo punteado fino (4), III Fondo marrón (10), IV Sobre fondo ausente (14)
- Colecta PLUNT O8. Tamaño pequeño (3) ,Forma = Lima (4) , Color de la cubierta: I Modelo biocolor (1), II Tipo manchado irregular (8), III Fondo gris (11), IV Sobre fondo marrón (15).

La variabilidad de estas descripciones se presenta en la Fig. 1 y las estimaciones poblacionales para los caracteres días a la floración, longitud y ancho de las vainas así como número de semillas por vaina en la Tabla 2.

Para el carácter días a la floración es muy notorio observar que la colecta PLUNT 06 presenta el menor número de días promedio ($X=39.777$), siendo las poblaciones más tardías PLUNT 04 ($X = 50.444$), PLUNT O2 ($X= 49.277$) Y PLUNT 01 ($X = 48.944$) mientras que el resto de accesiones presentan valores intermedios muy próximos entre sí. En relación a la variación fenotípica (S^2) existente en las diferentes accesiones se encontró que el grupo conformado por PLUNT 06 ($S^2 = 2.065$), PLUNT 07 ($S^2 = 4.060$) y PLUNT ($S^2=5.760$) presentan una marcada diferencia al resto de colectas cuyos valores se hallan comprendidos entre varianzas $S^2=24.290$ (PLUNT 01) y $S^2 = 50.379$ (PLUNT 04), se puede apreciar además, para este mismo carácter que los errores estándar (E.S.) se presentan con valores menores a 2 en todas las colectas ,mientras que los coeficientes de variación (C.V.) para cinco entradas o colectas son superiores al 10% siendo estos valores notoriamente menor en las colectas PLUNT 06 (C,V,= 3.612%) PLUNT 07 (C.V = 4.606 %) y PLUNT 08 (C V.= 5.605).

Para el carácter longitud de la vaina (cm) se observa que son muy marcadas las diferencias de los valores promedio (X) existente entre el grupo de accesiones conformadas por PLUNT 06 , PLUNT O7 y PLUNT 08 los cuales son muy próximos o menores de 6 cm, respecto a las colectas restantes, las cuales presentan valores promedio superiores a 9 cm, sin embargo, la variación fenotípica (S^2) se presentan muy bajas con valores muy próximos a 1 en la mayoría de los casos; de igual manera se observa que los errores estándar (E.S) son menores también a la unidad en las ocho poblaciones estudiadas. En relación a los coeficientes de variación (C.V.) estos se presentan superiores al 10% solo en tres accesiones, como son: PLUNT 03 (C.V. = 16.831%), PLUNT 07 (C.V.= 13.948%) Y PLUNT 06 (C.V.=17.394%).

Las estimaciones biométricas poblacionales para el carácter ancho de la vaina (cm) muestran que los valores promedio son muy próximos entre sí en las colectas PLUNT 06 ($X=1.558$), PLUNT 07 ($X=1.616$) Y PLUNT 08 ($X=1.686$) mientras que en las cinco restantes entradas, sus valores promedio son superiores a 2 cm, lo cual denota marcadas diferencias. En lo que respecta a los valores de la variación fenotípica (S^2) existente para este carácter nos muestran que todas las poblaciones o accesiones presentan valores muy bajos (menores de 1) de igual modo los errores estándar (E.S.) se presentan también con valores menores a la unidad ; mientras que los coeficientes de variación (C.V.) en la mayoría de los casos son menores al 10% con excepción las colectas PLUNT 03 (C.V.=15.24%), PLUNT 04 (C.V.= 11.247%) y PLUNT 05 (C.V.=12.734).

En relación al carácter número de semillas por vaina, existen marcadas diferencias entre los valores promedio (X) de las colectas PLUNT 02 ($X=2.72$), PLUNT 05 ($X=2.84$) y PLUNT 06 ($X=2.900$) respecto a las colectas restantes; presentándose, además, que en todas las colectas, las variaciones fenotípicas (S^2) y los errores estándar (E.S) son menores a 1, de igual manera es destacable observar que el valor del coeficiente de variación (C. V.) en cada colecta o accesión son mayores del 10%.

De acuerdo a los resultados obtenidos de los caracteres: peso, largo y ancho de las semillas, en el cuadro 3, se muestra que los valores promedio (X) para el peso de las semillas son mayores a 2 g para las colectas PLUNT: 01,02,03 y 04 , presentándose valores menores a 1 g para el grupo de cultivo conformado por las poblaciones PLUNT: 06, 07 y 08 mientras que la colecta PLUNT 05 correspondiente al ”pallar mochica” su valor promedio es 1.4 g el cual es intermedio a los dos grupos anteriormente considerados. Por otro lado la varianzas fenotípicas (S^2) así como los errores estándar (E.S) presentan en general valores menores de 1 en todas las colectas estudiadas, mientras que los coeficientes de variación (C.V.) se presentan mayores al 10 % en cada una de las ocho poblaciones.

En relación al largo de la semilla se pueden diferenciar tres grupos de cultivos, uno conformado por las colectas PLUNT: 01, 02, 03 y 04 las cuales muestran valores promedios muy próximos y superiores a 2.5 cm, un grupo intermedio conformado por las colectas PLUNT: 05,07 y 08 con valores muy cercanos a 2 cm. y un tercer grupo conformado por PLUNT 06 “pallar bebe” con un valor promedio de 1.264. Es notorio observar en relación a los valores de la varianzas fenotípicas (S^2) y de los errores estándar (E.S) que todas las colectas presentan valores menores a 1, mientras que los coeficientes de variación (C.V.) en cada colecta se presentan menores o muy cercanos al 10%.

Respecto al carácter ancho de las semillas, se observa la presencia de dos grupos de cultivos bien diferenciados, uno conformado por las colectas PLUNT: 01, 02, 04 y 05, las cuales presentan valores promedio (X) muy cercanos a 1.5 cm y un segundo grupo con valores promedio (X) menores a 1 cm. el cual está conformado por las entradas PLUNT: 06, 07 y 08. Por otro lado, los valores de la varianzas (S^2) y de los errores estándar (E.S) se presentan en todos los casos con valores menores a 1, mientras los coeficientes de variación (C.V.) en cada colecta o entrada se presentan menores o muy cercanos al 10%

La caracterización cualitativa de cada una de las ocho poblaciones de “pallar” donde es notorio observar ciertos descriptores que permiten caracterizar bien a las entradas o accesiones primarias que fueron cultivadas bajo condiciones agroecológicas de Trujillo. Estos son el color que presentan los cotiledones durante la germinación, los que son de color verde morado en las colectas PLUNT 07 y PLUNT 08 las cuales fueron procedentes de la sierra de Huamachuco, mientras que las restantes colectas procedentes de la costa de Trujillo presentan cotiledones de color verde, de igual manera para el carácter color de la flor este, también es de color morado en las entradas PLUNT: 07 y 08, presentándose flores de color blanco en PLUNT: 01, y 03, color lila en las colectas PLUNT: 02, 04 y 05 y color crema en PLUNT 06, otra característica cualitativa resaltante es el hábito de crecimiento, el cual es trepador o indeterminado en todas las colectas de la costa, mientras que las colectas de la sierra PLUNT: 07 y 08 presentan hábito de crecimiento arbustivo o determinado. En relación a la forma de las semillas, siete colectas presentan el tipo “lima” con excepción de la entrada PLUNT 06 que presenta semillas de forma “sieva” mientras que para el carácter forma de vaina este se presenta de tipo curva para cuatro colectas (PLUNT: 02,03,04 y 06) presentado el resto de entradas vainas de tipo curva. Otro de los caracteres considerados el cual reviste importancia es la dehiscencia o salida de las semillas en forma espontánea el cual solo se presentó en la población PLUNT 06 “pallar bebe” (Tabla 4).

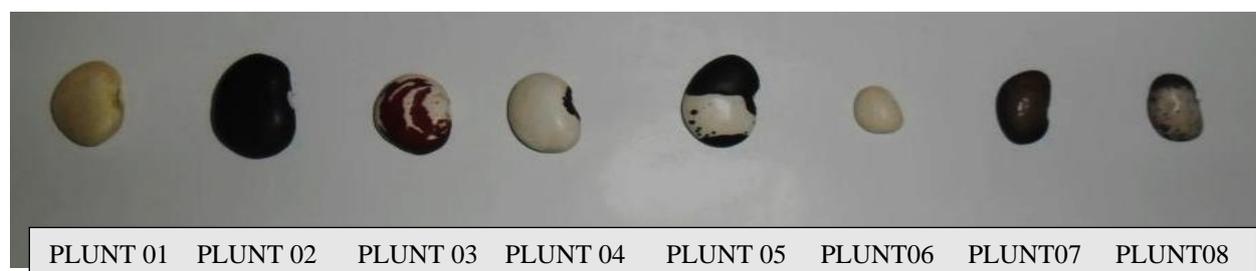


Fig. 1: Características primarias de las semillas pertenecientes a cada una de las colectas de *Phaseolus lunatus* “pallar” colectadas en Trujillo y Huamachuco.

Tabla 1: Caracterización primaria mediante descriptores de tamaño, forma y color de las semillas de ocho poblaciones de “pallar” procedentes de Trujillo y Huamachuco. Región La Libertad

DESCRIPTOR COLECTA	TAMAÑO	FORMA	COLOR DE CUBIERTA DE SEMILLA			
			I	II	III	IV
PLUNT 01	1	4	1	0	1	0
PLUNT 02	1	4	1	0	14	0
PLUNT 03	1	4	2	7	1	9
PLUNT 04	1	4	2	9	1	14
PLUNT 05	2	4	2	8	14	1
PLUNT 06	3	5	1	0	1	0
PLUNT 07	3	4	2	4	10	14
PLUNT 08	3	4	2	8	11	15

Tabla 2: Estimaciones poblacionales para los caracteres, días a la floración, longitud y ancho de vaina y número de semillas por vaina de ocho colectas de pallar cultivadas en condiciones de la provincia de Trujillo.

Colecta		PLUNT 01	PLUNT 02	PLUNT 03	PLUNT 04	PLUNT 05	PLUNT 06	PLUNT 07	PLUNT 08
Caracteres									
Días a la floración	X	48.944	49.278	45.722	50.444	46.278	39.778	43.556	42.500
	S ²	24.291	45.389	39.860	50.379	33.153	2.065	4.027	5.676
	S	6.655	6.737	6.313	7.098	5.758	1.437	2.007	2.383
	E.S	1.569	1.588	1.488	1.673	1.357	0.339	0.473	0.562
	C.V.	13.597%	13.672%	13.808%	14.071%	12.442%	3.613%	4.607%	5.606%
	Máx.	62.0	58.0	54.0	60.0	54.0	42.0	47.0	46.0
Mín.	42.0	27.0	39.0	39.0	39.0	38.0	39.0	39.0	
Long. de vaina	X	9.852	11.558	9.672	10.752	11.178	6.186	5.944	5.848
	S ²	0.902	1.573	2.650	1.278	1.351	0.376	0.687	1.035
	S	0.950	1.25	1.628	1.130	1.162	0.613	0.829	1.017
	E.S	0.134	0.177	0.230	0.160	0.164	0.086	0.117	0.144
	C.V.	9.643%	10.853%	16.832%	10.516%	10.399%	9.911%	13.947%	17.395%
	Máx.	11.8	14.0	12.8	13.1	13.7	7.4	7.4	8.0
Mín.	6.3	9.1	6.0	8.0	8.7	4.9	4.5	1.6	
Ancho de vaina	X	2.37	2.424	2.76	2.2	2.13	1.558	1.616	1.686
	S ²	0.045	0.054	0.177	0.061	0.074	0.022	0.017	0.021
	S	0.212	0.233	0.421	0.247	0.272	0.150	0.131	0.145
	E.S	0.030	0.033	0.059	0.035	0.038	0.021	0.019	0.021
	C.V.	8.951%	9.596%	15.249%	11.247%	12.734%	9.625%	8.137%	8.600%
	Máx.	2.9	3.2	3.5	2.7	2.8	1.8	1.9	2.0
Mín.	1.9	2.0	2.0	1.7	1.6	1.2	1.2	1.4	
Nº de semilla	X	2.02	2.72	2.12	2.32	2.84	2.9	1.34	1.32
	S ²	0.061	0.328	0.312	0.263	0.341	0.255	0.289	0.222
	S	0.247	0.573	0.558	0.513	0.584	0.505	0.479	0.471
	E.S	0.035	0.081	0.079	0.073	0.083	0.071	0.068	0.067
	C.V.	12.208%	21.061%	26.341%	22.099%	20.568%	17.416%	35.710%	35.698%
	Máx.	3.0	4.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Mín.	1.0	2.0	1.0	1.0	4.0	4.0	1.0	1.0	
Colecta		PLUNT 01	PLUNT 02	PLUNT 03	PLUNT 04	PLUNT 05	PLUNT 06	PLUNT 07	PLUNT 08
Caracteres									
Días a la floración	X	48.944	49.278	45.722	50.444	46.278	39.778	43.556	42.500
	S ²	24.291	45.389	39.860	50.379	33.153	2.065	4.027	5.676
	S	6.655	6.737	6.313	7.098	5.758	1.437	2.007	2.383
	E.S	1.569	1.588	1.488	1.673	1.357	0.339	0.473	0.562
	C.V.	13.597%	13.672%	13.808%	14.071%	12.442%	3.613%	4.607%	5.606%
	Máx.	62.0	58.0	54.0	60.0	54.0	42.0	47.0	46.0
Mín.	42.0	27.0	39.0	39.0	39.0	38.0	39.0	39.0	
Long. de vaina	X	9.852	11.558	9.672	10.752	11.178	6.186	5.944	5.848
	S ²	0.902	1.573	2.650	1.278	1.351	0.376	0.687	1.035
	S	0.950	1.25	1.628	1.130	1.162	0.613	0.829	1.017
	E.S	0.134	0.177	0.230	0.160	0.164	0.086	0.117	0.144
	C.V.	9.643%	10.853%	16.832%	10.516%	10.399%	9.911%	13.947%	17.395%
	Máx.	11.8	14.0	12.8	13.1	13.7	7.4	7.4	8.0
Mín.	6.3	9.1	6.0	8.0	8.7	4.9	4.5	1.6	
Ancho de vaina	X	2.37	2.424	2.76	2.2	2.13	1.558	1.616	1.686
	S ²	0.045	0.054	0.177	0.061	0.074	0.022	0.017	0.021
	S	0.212	0.233	0.421	0.247	0.272	0.150	0.131	0.145
	E.S	0.030	0.033	0.059	0.035	0.038	0.021	0.019	0.021
	C.V.	8.951%	9.596%	15.249%	11.247%	12.734%	9.625%	8.137%	8.600%
	Máx.	2.9	3.2	3.5	2.7	2.8	1.8	1.9	2.0
Mín.	1.9	2.0	2.0	1.7	1.6	1.2	1.2	1.4	
Nº de semilla	X	2.02	2.72	2.12	2.32	2.84	2.9	1.34	1.32
	S ²	0.061	0.328	0.312	0.263	0.341	0.255	0.289	0.222
	S	0.247	0.573	0.558	0.513	0.584	0.505	0.479	0.471
	E.S	0.035	0.081	0.079	0.073	0.083	0.071	0.068	0.067
	C.V.	12.208%	21.061%	26.341%	22.099%	20.568%	17.416%	35.710%	35.698%
	Máx.	3.0	4.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Mín.	1.0	2.0	1.0	1.0	4.0	4.0	1.0	1.0	

Tabla 3: Estimaciones poblacionales para los caracteres peso, longitud y ancho de semilla de ocho colectas de pallar cultivadas en condiciones de la provincia de Trujillo.

Colectas Caracteres		PLUNT 01	PLUNT 02	PLUNT 03	PLUNT 04	PLUNT 05	PLUNT 06	PLUNT 07	PLUNT 08
Peso semilla	X	2.149	2.466	2.401	2.263	1.412	0.628	0.879	0.940
	S ²	0.198	0.113	0.195	0.122	0.060	0.005	0.037	0.033
	S	0.358	0.336	0.442	0.350	0.246	0.073	0.193	0.181
	E.S	0.051	0.048	0.062	0.049	0.035	0.010	0.027	0.026
	C.V.	16.646%	13.636%	18.399%	15.463%	17.409%	11.656%	21.939%	19.269%
	Máx.	3.12	3.085	3.45	3.0	2.215	0.78	1.195	1.285
	Mín	1.19	1.805	1.05	1.395	0.96	0.45	0.395	0.605
Long. de semilla	X	2.654	2.658	2.526	2.45	2.144	1.264	1.904	1.84
	S ²	0.037	0.042	0.042	0.029	0.025	0.011	0.035	0.038
	S	0.192	0.204	0.205	0.172	0.158	0.105	0.187	0.195
	E.S	0.027	0.029	0.029	0.024	0.022	0.015	0.026	0.028
	C.V.	7.230%	7.680%	8.110%	7.009%	7.369%	8.268%	9.838%	10.589%
	Máx.	3.1	3.0	3.0	2.8	2.4	1.8	2.3	2.4
	Mín	2.3	1.9	2.0	2.0	1.8	1.1	1.4	1.4
Ancho semilla	X	1.648	1.436	1.430	1.350	1.336	0.842	0.950	0.918
	S ²	0.011	0.012	0.025	0.016	0.008	0.003	0.008	0.008
	S	0.103	0.110	0.157	0.128	0.092	0.054	0.091	0.090
	E.S	0.015	0.016	0.022	0.018	0.013	0.008	0.013	0.013
	C.V.	6.280%	7.675%	10.966%	9.494%	6.890%	6.389%	9.570%	9.766%
	Máx.	1.9	1.6	1.8	1.9	1.5	0.9	1.2	1.1
	Mín	1.4	1.2	1.1	1.1	1.1	0.7	0.7	0.7

DISCUSIÓN

El análisis de datos muestra marcadas diferencias morfológicas respecto al tamaño forma y color de las semillas de “pallar”, lo que permitió, describir, clasificar y registrar fácilmente las ocho colectas o entradas primarias, de las cuales seis fueron procedentes de la costa de Trujillo y dos de la sierra de Huamachuco. Cada una de estas colectas estarían constituyendo variantes genéticas bien diferenciadas conformadas por un conjunto de genes propios (pool génico), lo cual fue confirmado en razón a que las semillas de los descendientes de cada entrada que fueron cultivadas o sembradas bajo condiciones agro ecológicas de Trujillo , presentaron las mismas características de sus progenitores, esto se debería que *Ph. lunatus* es una planta autógama, cuyo sistema reproductivo estaría asegurando la formación de individuos homocigotos dentro de cada colecta ²⁴; por otro lado, desde el punto de vista de la herencia mendeliana se conoce que estas características morfológicas estudiadas están codificadas por un loci y en ciertos casos por unos pocos loci u oligogenes sobre los cuales los factores ambientales tienen un efecto nulo o escaso sobre la expresión de los mismos^{13,25}.

Se observa, además, que se presentan dos grupos bien diferenciados respecto al tamaño de las semillas; un grupo formado por semillas de menor tamaño donde se ubican las colectas procedentes de Huamachuco (PLUNT 07 Y PLUNT 08) y otro grupo formado por semillas grandes (PLUNT: 01, 02, 03, 04 y 05) lo cual es una característica de los pallares cultivados con fines comerciales, cuyo origen sud americano se extendió desde el norte del Perú hasta el norte de Argentina, siendo su gran tamaño el resultado de la selección que realizaron los pobladores del Perú antiguo mucho antes que la civilización inca, debido a que este aumento de tamaño fue imposible de efectuarse en un periodo corto de tiempo²⁵.

Tabla 4: Caracterización mediante descriptores cualitativos de ocho colectas de *Phaseolus lunatus* cultivadas bajo condiciones de la provincia de Trujillo, Región de La Libertad.

COLECTA	Color de cotiledón	Color de flor	Color de la vaina seca	Habito de crecimiento	Color de semilla	Forma de la semilla	Forma de vaina	Ápice de la vaina	Forma de la hoja	Tamaño de la hoja	Capacidad de apertura de la vaina
PLUNT 01	Verde	Blanca	Crema	Trepador	Blanco	Lima	Curva	Largo	Redondeada	Mediana	No presenta
PLUNT 02	Verde	Lila	Morada pardo oscuro	Trepador	Negro	Lima	Semi curva	Mediano	Redondeada	Mediana	No presenta
PLUNT 03	Verde	Blanca	Parda	Trepador	Blanco/rayado rojo	Lima	Semi curva	Mediano	Redondeada	Mediana	No presenta
PLUNT 04	Verde	Lila	Parda	Trepador	Blanca hilio negro	Lima	Semi curva	Mediano	Redondeada	Mediana	No presenta
PLUNT 05	Verde	Lila	Morada	Trepador	Negro c/puntos blanco	Lima	Curva	Mediano	Redondeada	Mediana	No presenta
PLUNT 06	Verde	Crema	Parda	Trepador	Blanco	Lima-sieva	Semi curva	Largo	Redondeada	Pequeña	Presenta
PLUNT 07	Verde c/morado	Morada	Parda	Arbustivo	Marrón c/puntos negro	Lima	Curva	Largo	Redondeada	Pequeña	No presenta
PLUNT 08	Verde c/morado	Morada	Parda	Arbustivo	Gris y manchas marrón	Lima	Curva	Largo	Aovada	Pequeña	No presenta

Respecto al color de las cubiertas de semillas en las ocho colectas estudiadas el modelo bicolor se presenta más frecuente; estando la expresión de este carácter cualitativo codificado por alelos múltiples que presentan interacciones complejas²⁴. Según el análisis de resultados de las estimaciones paramétricas poblacionales, del carácter días a la floración en cada colecta cultivada bajo condiciones de costa de la provincia de Trujillo se establece que tienen validez y representatividad debido a que los valores de sus errores estándar (E.S.) son inferiores a 2²⁶, observándose lo mismo para los caracteres, longitud de la vaina, ancho de la vaina y número de semillas por vaina.

Es notoria, por otro lado, la existencia de marcadas diferencias entre los valores promedio (X) para el carácter días a la floración de la colecta PLUNT 06 (X=39.778 días) en relación al resto de los valores promedio de las poblaciones de la costa, cuyos valores fluctúan entre X = 45.722 días (PLUNT 02) y X= 50.379 días (PLUNT 04). Esto nos estaría indicando en cierta forma la existencia de diferencias significativas entre los valores promedio. Lo planteado anteriormente, se puede comprobar mediante la aplicación de un diseño experimental adecuado (para reducir los efectos ambientales) un análisis de varianza y la respectiva prueba de comparación de promedios^{20,21}, por otro lado se puede observar que cinco de las colectas de la costa presentan una mayor variación fenotípica (S²) en relación a PLUNT06 (S²=1.437) y las dos colectas procedentes de la sierra como son PLUNT 07 (S²=2.007) y PLUNT 08 (S²=2.83), esto pondría de manifiesto que en cada colecta estarían presentándose arreglos génicos propio para este carácter el cual se conoce esta codificado por poligenes cuya expresión son afectados por factores ambientales²⁷.

En lo que concierne a los valores de los coeficientes de variación (C.V.) que se observan, estos se presentan mayores al 10% en las colectas PLUNT 01,02,03,04 y 05 lo que está indicando la existencia de una heterogeneidad fenotípica entre individuos que están conformando cada una de estas cinco colectas, lo cual expresaría en cierta medida la ausencia de homogeneidad genética entre individuos, lo que a su vez, se interpretaría como la presencia de diferentes líneas homocigotas en cada población cuyas causas serían la existencia de mutaciones o de cruzamientos naturales (alagamia ocasional), los cuales estarían originando poblaciones híbridas transitorias que por autofecundaciones sucesivas darían origen a estas diferentes líneas²⁵. Al respecto se reporta que la alogamia ocasional en poblaciones de *Ph. lunatus* es de 1% y en ciertos caso llegan a 48%, dependiendo de las condiciones ambientales²⁴.

El análisis de resultados de los valores promedio (X) que presenta el carácter longitud de la vaina (cm) nos indica que existen dos grupos bastantes diferenciados; donde cinco colectas de Trujillo presentan longitudes promedio entre 11.588 (PLUNT 02) y 9.852 (PLUNT 01) lo que notoriamente son mayores a los valores promedio de PLUNT 06 (X=6.186 cm) y a los valores de las dos colectas procedentes de la sierra PLUNT 07 (X= 5.944 cm) y PLUNT 08 (X= 5.840 cm). No ocurre lo mismo con la variación fenotípica (S²), la cual presenta valores muy próximos a 1 para la mayoría de los casos, con excepción de PLUNT 03 (S²=2.650) y PLUNT 06 (S²=0.339). Es notorio además, que las accesiones PLUNT 03, 07 y 08 presentan una alta heterogeneidad fenotípica en razón a que sus coeficientes de variación (C.V.) son mayores al 10%.

En lo que se refiere al ancho de la vaina sus valores promedio, se presentan sobre 2 cm en el grupo conformado por PLUNT: 01, 02, 03, 04 y 05 el que difiere marcadamente de las colectas PLUNT 06, 07 y 08; sin embargo, se observan valores de varianzas fenotípicas (S²) menores a 1. En relación a los coeficientes de variación (C.V.) se puede observar que sus valores son superiores al 10%, lo cual nos indica la existencia de heterogeneidad fenotípica para este carácter, en las colectas PLUNT 03,04 y 05.

Con relación al carácter número de semillas por vaina, se observan en las colectas PLUNT: 02, 05 y 06, valores promedio muy cercanos 3 semillas, mientras que el resto de colectas presentan valores promedio próximos a 2. Es notorio, además, que los valores de las varianzas (S²) son menores a la unidad, sin embargo los coeficientes de variación (C.V.) en todas las colectas, son altos, cuyos valores fluctúan, entre un 12% y un 35%, lo que nos indica la presencia de una alta heterogeneidad fenotípica. Las estimaciones de los parámetros poblacionales considerados para los caracteres peso de la semilla (g), longitud y ancho de las semillas (cm) de las ocho poblaciones de pallar que se observan en el cuadro 3. Se establece que existen diferencias bien definidas entre los pesos promedio de las semillas de los “pallares” considerados como grandes (PLUNT 01, 02, 03, 04 y 05).

El grupo de cultivo considerado como pequeños donde se ubican las entradas procedentes de la sierra (PLUNT 07 y PLUNT 08). Con relación a la varianzas (S²), sus valores son inferiores a 1 en todas las colectas; sin embargo es muy notorio que todas las entradas presentan una alta

heterogeneidad la cual se traduce en coeficientes de variación muy altos (superiores al 10%). Para el carácter longitud de las semillas también se observan diferencias significativas entre los valores promedio (X) de grupos de pallares considerados grandes y los considerados pequeños, donde también se aprecia que las varianzas (S²) son inferiores a 1. Sin embargo, para este carácter los coeficientes de variación (C.V.) se presentan menores o muy próximos al 10% en todas las colectas; esto está indicando la existencia de una alta uniformidad fenotípica dentro de cada colecta, lo cual estaría asociado a una alta uniformidad genética.

Con respecto para el carácter ancho de las semillas los valores promedio (X) también son marcadamente diferentes, entre los dos grupos considerados, según el tamaño de sus semillas, por otro lado las varianzas (S²) presentan valores muy por debajo de la unidad en cada las colecta; de igual manera los valores menores al 10% que presentan los coeficientes de variación en las mayoría de las colectas nos indican un alta homogeneidad fenotípica que presenta el carácter en las poblaciones estudiadas, con excepción de PLUNT 03 (C.V.= 10.966).

Los tamaños muestrales considerados para el estudio de estos tres caracteres, tienen validez y representatividad debido a que los valores de los errores estándar (E.S.) son menores a 2. Las características cualitativas consideradas para las ocho poblaciones o colectas estudiadas en cultivo, bajo condiciones agroecológicas de Trujillo, en la cual se puede apreciar marcadas diferencias entre los descriptores considerados. Así se observa que las colectas o entradas cultivadas PLUNT 07 y 08, procedentes de la sierra, presentan como características diferenciales, que el color de los cotiledones durante la germinación son de color verde con manchas moradas a diferencia de las colectas de la costa, las cuales presentan solo color verde de igual manera ocurre con el color de las flores las cuales son moradas siendo este carácter b codificado por genes dominantes mediante mecanismos de herencia monogénica y en ciertos casos son el resultado de interacción génica (herencia digénica)²⁴.

Otra característica importante de estas dos colectas es su hábito de crecimiento, de tipo arbustivo o mata, el cual es un carácter agronómico de las variedades que han sido mejoradas genéticamente ²⁵. La existencia de este carácter codificado por genes recesivos nos estaría demostrando en cierta manera, que los agricultores de la sierra que cultivan este pallar han realizado un tipo de selección dirigida, por otro lado es notorio observar que todas las colectas procedentes de la costa, presentan un crecimiento trepador, indeterminado o guía el cual es un carácter que presentan los especímenes silvestres dentro de la especie de *Ph. lunatus*. En relación a la forma de la semillas la mayoría de las colectas, presentan el tipo “lima” con excepción de la colecta PLUNT 06 la cual presenta semillas del tipo “sieva”, siendo otro carácter importante que presenta esta colecta, la apertura espontánea de sus vainas durante la cosecha la que facilita la caída de sus granos o semillas, el cual está ausente en el resto de entradas. En relación a los otros descriptores considerados, varios son compartidos entre las distintas accesiones.

Siendo el Perú considerado como uno de los centros de origen y domesticación de *Ph. lunatus* se hace necesario incrementar el número de accesiones de esta especie vegetal con la finalidad de medir y mantener la variabilidad intraespecífica de este recurso, la cual se encuentra distribuida en distintos grupos morfo agronómicos existentes en la Región de La Libertad.

En consecuencia, se concluye que se presentaron marcadas diferencias fenotípicas y genéticas entre las ocho poblaciones de “pallar” cultivadas bajo condiciones agroecológicas de la provincia de Trujillo, existen dos grupos de cultivos bien diferenciados en relación a los caracteres estudiados, todas las colectas estudiadas presentaron alta heterogeneidad fenotípica para los caracteres número de semillas por vaina y peso de los granos, la mayor variación y mayor heterogeneidad fenotípica del carácter días a la floración se presentó en las colectas de la costa con excepción de la colecta PLUNT 06, la colecta de la costa PLUNT 06, fue la más precoz y sus vainas presentaron dehiscencia o desgrane espontáneo, las colectas de la sierra PLUNT 07 Y 08 fueron las únicas que presentaron crecimiento arbustivo y flores de color morado, y es posible aprovechar esta variabilidad existente entre las poblaciones con fines de mejora genética.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sánchez VI. Especies de leguminosas del valle de Cajamarca, una aproximación. Impresiones y Publicaciones Obispo Martínez de Compañón. Cajamarca. Perú. 1993
2. Delgado-Salinas A. *Phaseolus*. En: Stevens WD, Ulloa U, Pool A, Montiel OM (eds.), Flora de Nicaragua, Vol.85. Missouri Botanical Garden Press. 2001
3. Boudin JP. Genetic resource domestication and evolution of *Phaseolus lunatus* L. In: Gepts P (ed.), Genetics Resources of Pharsalus beans. Holland: Kluwer Academic Publisher, 1988; pp.393-407.
4. Gutiérrez A, Gepts P, Debouck DG. Evidence for two gene pools of the lima beans *Phaseolus lunatus* L. Am Genetic Resources & Crop Evol 1995; 42: 15-22.
5. Fernández M, Rodríguez E. Etnobotánica del Perú Pre hispánico. HUT. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Perú. 2007
6. Esquivel M, Castiñeiras L, Lioi L, Haman K. Origen, classification, variation, and distribution of lima beans (*P. lunatus* L.) in light of Cuban materials. Euphytica 1990; 49: 89-87.
7. Castiñeiras L, Esquivel T, Hammer K. New variation of *Phaseolus* in Cuba. FAO IBPGR. Plant Gen Resources 1994; 99: 38-40.
8. Debouck DG, Schmit V, Libreros O, Ramirez H. Biochemical evidence for a fifth cultigen within the genus *Phaseolus*. Annu Report Bean Improvement Crop 1990; 33: 106-107.
9. Towle MA. The Ethnobotany of pre-Columbian Peru. Viking Fund Publication in Anthropology N° 30, Wenner Green Foundation for Anthropological Research. Inc. New York. USA. 1961.
10. Castiñeiras L, Walon L, León N, Haradosky TH, Barrios O, et al. Manejo de la variabilidad de *Phaseolus lunatus* (frejol caballero) conservada en comunidades rurales de Cuba. Rev Jardín Botánico Nacional Cuba 2008; 29: 151-160
11. MINAG-Perú. Informe Líneas de Cultivos Emergentes. Ministerio de la Agricultura de la República del Perú. Lima. 2005
12. Sánchez-Monge E. Fitogenética. INIA. Ministerio de Agricultura. 2da. ed. Madrid- España. 1974
13. Cubero JI. Introducción a la Mejora genética vegetal. 2da ed. Madrid: Edit. Mundi-Prensa. 2003
14. ANR: Código del Plan Nacional CTI. Dirección de investigación y calidad universitaria. Lima. Perú. 2010
15. Plan de Desarrollo Regional Concertado de La Libertad 2010-2021. Perú.
16. IBPGR. Descriptors of *Phaseolus lunatus*. International Board for Plant Genetic Resources. Roma. 1982
17. IPGI. Descriptores para *Phaseolus lunatus* L. (Feijao-Espadinho) International Plant Genetic Resources Institute. Roma. 2001
18. CEDEPAS. El pallar (*Phaseolus lunatus*) cultivo importante en el Valle de Ica. Centro de Estudios para el Desarrollo y la Participación. Ica-Perú. 1990
19. Portugal VM. Cadena Productiva de Menestras. Doc. OPGA 11. Proyecto Proapa. Lima-Perú. 2001
20. Calzada BJ. Métodos Estadísticos para la Investigación. 2da. ed. Lima, Perú: Edit. Jurídica. 1970
21. Lisson L. Estadística aplicada a la Biología Experimental. Buenos Aires: Edit. EUDEBA. 1976.
22. Pesantes VM, Rodríguez SJ. Caracterización y evaluación de la variabilidad de doce colectas de *Phaseolus vulgaris* L. tipo reventón o ñuña procedente de la Provincia de Santiago de Chuco – La Libertad. Inf Invest. 2013. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Perú.
23. Cruz BJ, Camarena F, Boudin JP, Huaranga A, Blas R. Evaluación Agromorfológica y caracterización molecular de la ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) IDESIA 2009; 27(1): 29-40.
24. Brauer O. Fitogenética Aplicada. Edit. México, DF: Limusa-Wiley. 1969.
25. Allard RW. Principio de la mejora Genética de las plantas. 4ta ed. Barcelona: Edit. Omega S.A. 1978
26. Blas W. Comportamiento biométrico de una población híbrida resultante del cruzamiento entre líneas consanguíneas incipientes de *Zea mays* L. variedad eberta “maíz perla”. Trabajo de habilitación para Ascenso de Categoría Docente. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Perú. 1993.
27. Phoelman J. Mejoramiento Genético de las cosechas. México, DF: Edit. Limusa S.A. 1970.

Correspondencia:
Juan Carlos Rodríguez Soto. jrodriguez@unitru.edu.pe