



Caracterización y evaluación de la variabilidad de doce colectas de *Phaseolus vulgaris* tipo reventon procedente de la provincia de Santiago de Chuco (Perú)

Characterization and variability evaluation of twelve collections of *Phaseolus vulgaris* “reventon type” from Santiago de Chuco Province (Peru)

Manuel F. Pesantes Vera y Juan Rodríguez Soto

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

RESUMEN

Se realizaron doce colectas de “ñuña” en la sierra de Santiago de Chuco, La Libertad (Perú) a fin de evaluar la variación morfológica y cuantitativa de sus granos, así como el comportamiento de sus cultivos bajo condiciones de costa norte de la Provincia de Trujillo (Perú). Se encontró gran variación morfológica respecto a la forma, brillo y color de los granos entre las colectas, alta variación para los caracteres asociados con el rendimiento y la calidad de los granos donde las entradas que presentaron mayor peso de 100 granos secos fueron SUNT 01 con 53.20 g, SUNT 03 con 58.50 g, SUNT 05 con 70.90 g y SUNT 08 con 66.00 g. Los mejores volúmenes, porcentaje de expansión y textura de los granos tostados lo presentaron las entradas SUNT 02, SUNT03, SUNT 05 y SUNT 11, siendo las entradas más sobresalientes para los caracteres antes mencionados SUNT 03 Y SUNT 05. Respecto al comportamiento fenotípico, las colectas cultivadas bajo condiciones agroecológicas de costa norte fueron las entradas SUNT01, SUNT 02, SUNT 05 y SUNT 11, las que desarrollaron mejor bajo estas condiciones.

Palabras clave: Variación morfológica, germoplasma, *Phaseolus vulgaris*

ABSTRACT

The morphological and quantitative variation of the grains and the behavior of their crops under north coast of the province Trujillo of twelve *Phaseolus vulgaris* collections from the mountains of Santiago de Chuco (La Libertad, Peru) were evaluated. It was found great morphological variation of shape, luster, and color of the grains between collections, similarly high variation for the characters associated with yield and grains quality was found where the accessions that showed higher dry weight of 100 grains were SUNT 01, con 53.20 g., SUNT 03 with 58.5 g, SUNT 05 with 70.90 and SUNT 08 with 66.00 g. Moreover, the best volume, percentage of expansion and texture of the burst grains are SUNT 02, SUNT 03 SUNT 05 Y SUNT 11 accessions. The most salient for these characters were SUNT 05 Y SUNT 03. Regarding the phenotypic collections grown under agroecological conditions of the north coast were SUNT 01, SUNT 02, SUNT 05 and SUNT 11 accessions that developed the best under these conditions.

Keyword: *Phaseolus vulgaris*, beans popping “ñuña”, germoplasm

INTRODUCCIÓN

En muchos lugares de América Latina y África al frejol, *Phaseolus vulgaris*, se le considera todavía como la carne de las poblaciones humanas de escasos recursos, por su contenido en proteínas (25%) y micronutrientes como hierro y ácido fólico¹, siendo interesante anotar que en las regiones de menor consumo de proteínas el consumo de proteínas de origen animal es también menor, mientras que del consumo de leguminosas es mayor²

América Latina es la principal región productora de frejol del mundo, con una producción de un 35%.³ En el Perú el área de cultivo es aproximadamente 75,000 Ha de las cuales el 49% se siembra en la sierra, 33% en la costa y el 18% en la selva⁴

Dentro de las diferentes variedades de frejol que se cultivan en nuestro país existe un tipo de frejol para tostar llamado reventón, conocido con el nombre de “ñaña”, “apa”, “numia”⁵, el cual constituye un recurso genético nativo único en la región andina desde Cajamarca en el norte del Perú hasta el Departamento de Chuquisaca en Bolivia⁶

Los granos de este tipo de frejol revientan cuando son calentados, existiendo una gran variabilidad de “ñañas” con respecto a la forma color y tamaño, así como su capacidad para reventar. Esta calidad de frejol no solo representa una gran fuente de proteínas sino que tiene la posibilidad de constituirse en un cultivo comercial de importancia^{6,7}

En el Perú la siembra de este recurso fitogenético poco explotado está limitado principalmente a la zona agroecológica yunga y quechua de los valles interandinos⁵, existiendo algunos reportes de este cultivo en condiciones de costa central⁸, así como estudios de caracterización fenotípica y ensayos comparativos de algunas variantes promisorias^{9,10}

En la serranía de la Región de la Libertad, donde se incluye la Provincia de Santiago de Chuco, se dispone de cultivos mezclados conformados por diversas variantes o tipos de ñaña, que constituyen una gran fuente de diversidad genética, los que facilitan su colección, selección y conservación, pudiendo usarse para iniciar programas de mejoramiento genético de este recurso vegetal.

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^{11,12}, donde cada variante o entrada debe ser sistemáticamente caracterizada a través de sus descriptores cualitativos así como mediante la evaluación de la variación fenotípica que presentan sus caracteres cuantitativos.

Al respecto, no se reportan estudios sobre la caracterización y evaluación de la variación de los distintos tipos de colectas de ñaña procedentes de la serranía de Santiago de Chuco realizadas en la Región de la Libertad, así como del comportamiento de estas colectas sembradas bajo condiciones de costa norte de Trujillo.

Por tal motivo, la presente investigación tuvo como objetivos: (i) caracterizar cualitativamente y evaluar la variación fenotípica de caracteres cuantitativos de doce colectas de semillas (una colección o banco de germoplasma incipiente) de ñaña procedentes de la Provincia de Santiago de Chuco, (ii) evaluar el comportamiento fenotípico de las doce colectas antes caracterizadas, cultivadas bajo condiciones agroecológicas de costa norte de la provincia Trujillo y (iii) iniciar la implementación de un banco de semillas (banco de germoplasma) ”ex situ” de ñaña procedentes de la sierra de la Región de la Libertad en la Cátedra de Fitogenética de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Trujillo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron doce colectas diferenciadas de distintas semillas de “ñaña” en las provincia de Santiago de Chuco, las cuales fueron clasificadas y registradas con los nombres SUNT seguido de un numeral consecutivo del 01 al 12, donde S representa la procedencia de origen de la colecta (Stgo. de Chuco) y UNT representa a la entidad colectora (Universidad Nacional de Trujillo) conservándose dichas colectas en la cátedra de fitogenética de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNT. Cada colecta de las semillas fue caracterizada según la forma, brillo y color, y otros de acuerdo a los

descriptores establecidos para el estudio de este recurso fitogenético por los organismos internacionales competentes^{13, 14, 15, 16}.

Se evaluó en cada colecta el peso de 100 granos, el volumen de 10 granos secos, volumen de los mismos 10 granos después de ser tostados o reventados medidos en alcohol de 96°; se consideró, además, la uniformidad en el tostado de los granos, el cual será expresado en porcentaje de apertura de las semillas al ser sometidas al calor, así como el porcentaje de expansión de los 10 granos reventados (medidos como la diferencia entre el volumen de los granos reventados y el volumen de los granos secos expresado en porcentajes) y la calidad o textura del grano tostado de acuerdo a lo recomendado para este carácter⁸.

Para estudiar la variabilidad fenotípica continua en cada colecta se evaluó los siguientes caracteres métricos: peso de las semillas (cg) longitud de las mismas (mm) y ancho de las semillas (mm) medidas a la altura o punto medio del hilio en 50 semillas tomadas al azar. Los datos obtenidos se analizaron empleando estimadores biométricos según lo establecido para estos caracteres^{17, 18} como son: media (X), varianza (S²), desviación estándar (S), error estándar (E.S.) y coeficiente de variación (C.V.)

Al mismo tiempo, en el campo de Fitogenética se realizó, además, el cultivo de estas colectas (previamente clasificadas y registradas) de acuerdo a las recomendaciones agronómicas recomendadas para el frejol¹⁹, con el objeto de evaluar el comportamiento de cada colecta bajo condiciones de costa de la Provincia de Trujillo, para lo cual se registraron los caracteres: porcentaje de emergencia, promedio de días a la floración, promedio de la altura de planta en floración, promedio de flores por planta y promedio de formación de vainas o frutos.

RESULTADOS

La caracterización mediante el uso de los descriptores de forma brillo y color de las semillas o granos de cada colecta de ñuña procedente de la provincia de Santiago de Chuco, según lo propuesto por los organismos internacionales, con sus adaptaciones correspondientes¹⁶ (Tabla 1, Fig. 1), se describe como sigue:

- **Colecta SUNT- 01:** Forma arriñonada (4). Brillo opaco (3). Color de la cubierta: I Modelo bicolor (2), II Tipo, rayado externo (2), III Fondo crema oscuro (7), IV Sobre fondo marrón claro (15).
- **Colecta SUNT- 02:** Forma arriñonada (4). Brillo satinado (5). Color de cubierta: I Modelo tricolor (3), II Tipo irregular (8), III Fondo ébano oscuro o marrón amarillento (10), IV Sobre fondo, crema con pintas marrón oscuro (15)
- **Colecta SUNT- 03:** Forma arriñonada (4). Brillo opaco (5). Color de cubierta: I Modelo bicolor (2), II Tipo irregular jaspeado (8), III Fondo blanquecino (2), IV Sobre fondo, negro (14) conocida como ñuña “pava”
- **Colecta SUNT-04:** Forma cuboides (3). Brillo brillante (7). Color de cubierta: I Modelo monocolor (1), II Tipo ausente (0), III Fondo marrón oscuro (10), IV Sobre fondo, ausente (0)
- **Colecta SUNT-05:** Forma arriñonada (4). Brillo opaco (3). Color de cubierta: I Modelo bicolor (2), II Tipo moteado irregular (8), III Fondo marrón amarillento (10), IV Sobre fondo, bayo (15)
- **Colecta SUNT- 06:** Forma ovalada (2). Brillo satinado (5). Color de cubierta: I Modelo monocolor (1), II Tipo ausente (0), III Fondo negro (14), IV Sobre fondo, ausente (0)
- **Colecta SUNT- 07:** Forma arriñonada (4). Brillo satinado (5). Color de cubierta: I Modelo bicolor (2), II Tipo moteado irregular (8), III Fondo rojo oscuro (9), IV Sobre fondo blanquecino (2) conocida como “ñuña” peruanita
- **Colecta SUNT-08:** Forma ovalado (2). Brillo opaco (3). Color de cubierta: I Modelo monocolor (1), II Tipo ausente (0), III Fondo blanco (1), IV Sobre fondo, ausente (0)
- **Colecta SUNT- 09:** Forma ovalada (2). Brillo satinado (5). Color de cubierta: I Modelo bicolor (2), II Tipo moteado irregular (8), III Fondo amarillo verdoso (4), IV Sobre fondo, crema con borde del hilio marrón oscuro (7 y 15)
- **Colecta SUNT- 10:** Forma ovalada (2). Brillo satinado (5). Color de cubierta: I Modelo bicolor (2), II Tipo rayado (7), III Fondo ébano oscuro (10), IV Sobre fondo, marrón oscuro (15)

- **Colecta SUNT-11:** Forma arriñonada (4). Brillo opaco (5). Color de cubierta : I Modelo bicolor (2), II Tipo moteado irregular (8) , III Fondo crema (2), IV Sobre fondo, marrón claro incluyendo el borde del hilio (15)
- **Colecta SUNT-12:** Forma cuboides (3). Brillo brillante (7). Color de cubierta: I Modelo monocolor (1), II Tipo ausente (0) , III Fondo marrón oscuro (15), IV Sobre fondo , ausente (0)

Las estimaciones estadísticas poblacionales para el carácter peso (Tabla 2) de las semillas o granos, expresado en centigramos (cg), de cada una de las colectas, accesiones o entradas, en donde se puede apreciar que el mayor peso promedio (\bar{X}) lo presentan SUNT O5 (71.56 cg) y SUNT 08 (64,44 cg) seguidos por los promedios de las entradas SUNT 03(59.00 cg) y SUNT01 (53.43 cg) observándose en tercer lugar que las colectas SUNT 02 (48.40 cg), SUNT 07 (49.00 cg) , SUNT 10 (48.80cg) y SUNT 11 (47.81 cg) y SUNT 12 (44.56 cg), presentándose un cuarto grupo de entradas las cuales tienen los pesos promedios más bajos: SUNT06 (37.13 cg) , SUNT04 (36.42 cg) y SUNT09 (34.22 cg).

Respecto a la variación (S^2) que existe en las colectas, es notoria la gran diferencia entre ellas, cuyos valores van de $S^2 = 80.00$ (SUNT 08) hasta valores de $S^2 = 3.39$ (SUNT O4), encontrándose el resto de las varianzas fenotípicas de las accesiones restantes entre valores de $S^2 = 45.80$ (SUNT 01) y $S^2 = 6.10$ (SUNT 06). Por otro lado, es notorio apreciar que las desviaciones estándar (S) presentan valores menores de 9.0, mientras que los errores estándar (E.S.) son inferiores a 2.0 para todas las entradas o colectas.

En relación a los coeficientes de variación (C.V.) que se muestran en el mismo cuadro, se observa que la mayoría de las accesiones presentan valores menores al 10 %, con excepción de las colectas SUNT 01 y SUNT 10 las cuales presentan un C.V. = 12 % y de SUNT 08 con un C.V.= 13 %. En lo que respecta a la normalidad de los datos el carácter estudiado presenta distribución normal con una PEI = 0.05 en cada una de las accesiones estudiadas.

Respecto a las estimaciones estadísticas poblacionales para las dimensiones largo y ancho de las semillas de cada una de las doce entradas expresadas en mm, se puede apreciar en el cuadro 3 la existencia de marcadas diferencias entre los valores promedios(\bar{X}) del largo de las semillas de un grupo conformadas por las colectas SUNT 03 (13.74mm) SUNT08 (13.63 mm) SUNT 01 (12.8 mm) SUNT 02 (12.65 mm) SUNT 11 (12.49 mm) y SUNT 07 (12.24 mm), respecto a los valores promedios de las accesiones de un segundo grupo, conformado por las entradas SUNT 04 (9.8 mm) ,SUNT 06 (9.53 mm) y SUNT 09 (9.00 mm); encontrándose las colectas restantes (SUNT 05 , SUNT 10 y SUNT12) con valores intermedios entre ambos grupos.

En relación a los valores promedios (\bar{X}) del ancho de los granos, todas las accesiones muestran valores muy próximos entre sí, comprendidos entre 7.5 mm (SUNT 09) y 8.54 mm (SUNT 12). En lo concerniente a los valores de la variación fenotípica (S^2), estos se presentan muy próximos entre sí tanto para el largo como para el ancho de la semilla en las doce colectas, de igual manera la desviación estándar (S) y el error estándar (E.S) se observan con valores menores a 1 para las dos dimensiones en cada una de las entradas.

En lo que concierne a los coeficientes de variación (C.V.) para las dimensiones largo y ancho, se observa que los valores presentados en cada una de las 12 accesiones son menores al 10%.

En la Tabla 4 se muestran los valores de los caracteres asociados con el rendimiento y la calidad de los granos, donde se observa que respecto al peso de 100 semillas expresados en gramos (g) son las colectas SUNT 05 (70.90 g) , SUNT 08 (66.00 g), SUNT 03 (58.50 g) y SUNT 01(53.20 g) las que presentan el mayor peso, seguidas de accesiones que presentan pesos próximos entre sí, como son SUNT 10 (49.00g), SUNT O7 (48.50g) SUNT 11 (47.50g) y SUNT 12 (45.00g), presentando las entradas restantes los menores pesos comprendidos entre 37.01g (SUNT 04) , 36.80 g (SUNT 06) y 35.00 (SUNT 09). Por otro lado, en los resultados relacionados con el volumen (mL) ocupado por 10 granos secos, se aprecia que los valores mayores los presentan las colectas SUNT 05 (5.5 mL), SUNT 08 (4.8 ml) y SUNT 03 (4.5 mL) , siendo las colectas con menor volumen SUNT 04 (2.9 mL) SUNT 09 (2.5) y SUNT 06 (2.4 mL), presentando el resto de entradas valores intermedios comprendidos entre 3.9 ml (SUNT 02) y 3.9 ml (SUNT 11).

En lo que concierne al volumen de 10 granos tostados se aprecia que el mayor volumen lo presentan las colectas SUNT 05 (8 ml) y SUNT 03 (7 mL) mientras que las entradas con menor volumen son SUNT 04 (4.5 mL), SUNT 09 (4mL) y SUNT 06 (3.2 mL) prestando las 7 accesiones restantes valores comprendidos entre 5 mL (SUNT 10) y 6 mL (SUNT 08).

Respecto a lo relacionado con el porcentaje de expansión de los granos que se presenta en el mismo cuadro 4, son las colectas SUNT 09 y SUNT11 las que presentan el mayor volumen de expansión correspondiente a un valor del 60%, siendo las entradas SUNT 01 (133%), SUNT 10 (132%), y SUNT 08 (125%) las que presentan los menores porcentajes; las colectas restantes presentan valores intermedios comprendidos entre un 44% (SUNT 03) y 55% (SUNT 03 y SUNT 04)

De acuerdo con el porcentaje aproximado de granos reventados o abiertos, fueron las accesiones SUNT 04 y 11 las que presentaron un 100% de abertura seguidas de las colectas SUNT 02,03,09,y10 con un 90%, siendo SUNT 06 (50%) la entrada con menor porcentaje de semillas reventadas. Las 5 accesiones restantes presentaron valores de un 70 y 80%.

Según la textura de los granos reventados o abiertos, se aprecia que son las colectas SUNT 02, 03, 05 y 11 la que presentan la mejor textura (3), siendo la entrada SUNT 08 (1) la con menor textura. Las restantes accesiones presentaron una textura intermedia (2).

En la Tabla 5 en se aprecia los valores porcentuales y valores promedios de cinco caracteres de las accesiones de “ñuña” cultivadas bajo condiciones agroecológicas de la costa norte de Trujillo, siendo notorio ver en este cuadro que las colectas SUNT 03, 09 Y 12 germinaron bajo estas condiciones de campo, observándose además que las colectas SUNT 02 (4.69%) y 06(3.13%) presentaron los menores porcentaje de emergencia, mientras que las accesiones con mayor porcentaje fueron SUNT 04 (87,5%) SUNT 08 (73.44%), SUNT 01 (64.06) y SUNT 05 (57.81%); observándose en el resto de entrada que los porcentajes de germinación se encuentran entre valores de 29% y 20%.

Para el carácter días a la floración se puede observar que los valores promedios se presentan muy próximos entre las distintas accesiones (63 y 70 días), mientras que el número de flores promedio por planta en primera floración presenta valores bastantes diferenciados entre las distintas colectas cultivadas, siendo 11 el número mayor de flores (SUNT 02) y 2 el número menor (SUNT 10).

Respecto al carácter altura promedio de planta a la floración, la mayoría de colectas cultivadas presentaron valores muy próximos comprendidos entre 26.12 cm y 30.20 cm siendo las accesiones con menor altura promedio la SUNT 11 con 22 cm y las de mayor altura SUNT 01(37.44 cm) y SUNT 08 (35 .03 cm). Para el carácter promedio de vainas formadas se muestra que son escasas en todas las colectas con valores entre 4 y 7, siendo notorio que las entradas SUNT 06 y 10 presentaron floración pero no cuajado de frutos o vainas.

Tabla 1. Caracterización mediante descriptores de forma, brillo y color de las semillas de doce colectas distintas de *Phaseolus vulgaris* “ñuña” procedente de Santiago de Chuco (La Libertad, Perú)

DESCRITOR COLECTA	FORMA	BRILLO	COLOR CUBIERTA DE LOS GRANOS			
			I	II	III	IV
SUNT 01	4	3	2	7	7	15
SUNT 02	4	5	3	8	10	15
SUNT 03	4	3	2	8	2	14
SUNT 04	3	7	1	0	10	0
SUNT 05	4	3	2	8	10	7
SUNT 06	2	5	1	0	14	0
SUNT 07	4	5	2	8	9	2
SUNT 08	2	3	1	0	0	0
SUNT 09	2	5	2	8	4	7,15*
SUNT 10	2	5	2	7	10	15
SUNT 11	4	3	2	8	2	10
SUNT 12	3	7	1	0	15	0

Tabla 2. Estimaciones poblacionales para el carácter peso de semillas de doce colectas diferenciadas de *Phaseolus vulgaris* “ñuña” procedente de Santiago de Chuco (La Libertad, Perú)

COLECTAS O ACCESIONES	ESTIMADORES					
	X	S ²	S	ES	CV	No
SUNT 01	53.43	45.80	6.70	0.94	12.00%	*
SUNT 02	46.40	10.42	3.23	0.45	6.96%	*
SUNT 03	59.00	20.32	4.50	0.63	7.62%	*
SUNT 04	36.42	3.39	1.80	0.26	4.90%	*
SUNT 05	71.56	25.90	5.08	0.72	7.00%	*
SUNT 06	37.13	6.10	2.46	0.34	6.00%	*
SUNT 07	49.00	6.40	2.53	0.36	5.00%	*
SUNT 08	65.44	80.00	8.90	1.25	13.00%	*
SUNT 09	34.22	11.00	3.30	0.46	9.6%	*
SUNT 10	48.80	35.70	5.97	0.84	12%	*
SUNT 11	47.82	10.30	3.20	0.45	6.6%	*
SUNT 12	44.56	12.00	3.46	0.48	7.76%	*

NORMALIDAD PEI = 0.05

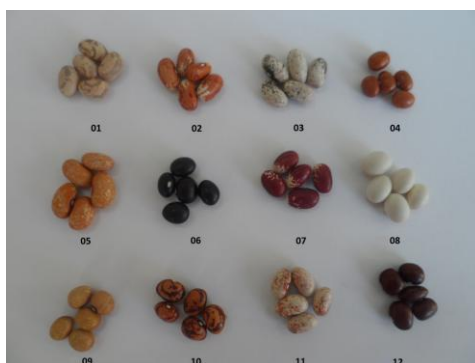


Fig 1. Variabilidad morfológica de los granos de las doce colectas de *Phaseolus vulgaris* “ñuña” procedente de Santiago de Chuco, Perú (la numeración corresponde al orden de las entradas)

DISCUSIÓN

Las marcadas diferencias morfológicas respecto a la forma brillo y color de las semillas lo que permite fácilmente, describir, clasificar, diferenciar y registrar las doce colectas o accesiones de *Ph. vulgaris* tipo reventón o “ñuña” investigadas podría deberse a que cada una de ellas estaría constituyendo variantes o poblaciones genéticamente independientes con características propias, las que son transmitidas a la descendencia en forma idéntica a la de los progenitores ; en razón de ser la “ñuña” una planta autogama (cleistogama) su sistema reproductivo estaría limitando la variación genética , la misma que l estaría favoreciendo la formación de líneas homocigotas dentro de cada accesión o colecta ²⁰. Lo planteado ha sido reforzado en la medida que las accesiones o entradas que fueron cultivadas bajo condiciones agroecológicas de costa norte de la Provincia de Trujillo, y que las semillas de sus descendientes presentaron las mismas características cualitativas de color, forma y brillo que las semillas de las colectas que se emplearon como progenitores.

Desde el punto de vista genético se reporta, en relación a las características morfológicas consideradas, que estas son codificadas por un loci (herencia monogénica) o, en ciertos casos como

el color de las semillas, por unos pocos loci u oligogenes ^{11,21}, sobre los cuales los factores ambientales tienen un efecto nulo o escaso sobre la expresión de estos genes. ²⁰. Se observa además que la forma arriñonada es la más frecuente y la forma cuboide la de menor frecuencia, mientras que para el carácter brillo o lustre de la semilla, de las doce colectas estudiadas la menos frecuente es la de lustre brillante encontrándose los brillos opaco y satinados en proporciones iguales. En relación a la manifestación de este carácter se reporta que se encuentra regido por un loci génico ¹¹

En relación al color de la cubierta de los granos o semillas, el modelo bicolor de tipo irregular es el más frecuente carácter cualitativo que está codificado por la expresión de alelos múltiples los cuales se recombinan e interaccionan con otros loci distribuidos en forma independiente ^{11,21}.

De acuerdo a los resultados de las estimaciones paramétricas poblacionales para el carácter peso de las semillas de cada una de las accesiones o poblaciones se establece que tienen validez y representatividad en razón a que los valores de sus errores estándar (E.S) de los valores promedios de las colectas son inferiores a 2^{22} ; siendo por otro lado notoria la existencia de marcadas diferencias entre las colectas, donde SUNT 05, 08, 03 y 01 presentan valores superiores a 50 cg. en relación al peso promedio de las ocho accesiones restantes, esto indicaría en cierta medida la existencia de diferencias significativas entre los valores promedios de las doce colectas, lo planteado anteriormente podría comprobarse mediante la aplicación de un diseño experimental adecuado (para reducir los efectos ambientales), un análisis de varianza (ANOVA) y las respectivas pruebas de comparación de valores promedio de las colectas tal como se recomienda para estos casos ^{17,18}

De acuerdo a los resultados obtenidos para otras accesiones de "ñuñas" ¹⁶, presentando un bajo porcentaje de expansión las entradas SUNT 06 (133%), SUNT 08 (125%) y SUNT 10 (132%). Estas diferencias porcentuales están relacionadas, en cierta manera, en función del tamaño, y menor cantidad de humedad de los granos o semillas, debido a que los granos que presentan menor humedad dan mayor volumen de expansión al ser tostados que cuando recién son cosechados ¹⁶

Es notorio, por otro lado, de la existencia de valores bastantes diferenciados entre las varianzas fenotípicas (S^2), las cuales están comprendidas entre $S^2 = 80.00$ (SUNT 08) y valores extremadamente bajos como $S^2 = 3.39$ (SUNT 04). Lo que pondría de manifiesto que en cada colecta estarían presentándose arreglos génicos propios para este carácter cuantitativo, el cual, como se conoce está codificado por poligenes, cuya expresión es afectado por factores ambientales. ²³

En lo concerniente a los valores de los coeficientes de variación (C.V.) del peso de las semillas, estos se presentan menores al 10 % en la mayoría de las colectas con excepción de SUNT 01, (C.V.= 12% , SUNT 08 (C.V. = 13 %) y SUNT 10 (C.V.= 12 %), lo que indicaría la existencia de una heterogeneidad fenotípica entre los individuos de cada una de estas tres colectas, lo cual expresa en cierta medida la ausencia de homogeneidad genética entre los individuos, lo que se interpretaría como la existencia de diferentes líneas homocigotas dentro de cada accesión, en virtud al sistema reproductivo autógamo de esta especie, lo cual se podría comprobar mediante la realización de pruebas de progenie ²³ tal como se recomienda para estos casos.

dimensiones de largo y ancho de semillas (mm) de cada colecta, se aprecia para la longitud de ocho colectas, las cuales presentan promedios superiores a 12 mm como SUNT01 con 12.80, SUNT 02 con 12.65, SUNT 03 con 13.74, SUNT 07 con 12.24, SUNT 08 con 13.63 y SUNT 11 con 12.49 mm, observándose diferencias bien marcadas con relación a las colectas SUNT 04 con 9.8, SUNT 06 con 9.53 y SUNT 09 con 9.00 mm; esto permite deducir probables diferencias significativas para el carácter longitud, lo cual debe ser confirmado mediante un análisis estadístico más recomendado para este caso.

En el análisis de los valores promedio del ancho de semillas, estos se presentan muy próximos, entre intervalos comprendidos de 9.14 mm (SUNT 05) y 7.5 mm (SUNT 09). En general indicaría en cierta medida la ausencia de asociación entre las variables de largo y ancho de semillas, lo cual estaría poniendo de manifiesto que la codificación de estos caracteres es por sistemas poligénicos independientes en cada una de las entradas; reforzaría este planteamiento el hecho de que los valores de las colectas con mayor longitud como son SUNT 08 con 13.74 mm cuyo ancho es 8.34 mm respecto a la colecta con menor longitud SUNT 08 con 9.00 mm cuyo ancho es 7.50 mm, no presentan diferencias bien marcadas respecto al ancho de la semilla; ocurriendo lo mismo con las accesiones restantes. Por otro lado, los errores estándar (E.S.) observados para las dos dimensiones estudiadas en cada colecta tienen valores menores de 2, lo que está indicando la representatividad del tamaño muestral.

Tabla 3. Estimadores poblacionales para las dimensiones largo y ancho (mm) de las semillas de doce colectas diferenciadas de *Phaseolus vulgaris* ‘ñuña’ procedente de Santiago de Chuco (La Libertad, Perú)

DESCRIPTOR COLECTA	DIMENSIONES	ESTIMADORES					
		X	S ²	S	ES	C.V	No
SUNT 01	L	12.8	0.123	0.35	0.05	2.7%	*
	A	8.37	0.312	0.55	0.08	6.6%	
SUNT 02	L	12.65	0.13	0.36	0.05	2.04%	*
	A	7.71	0.49	0.70	0.09	9.07%	
SUNT 03	L	13.74	0.12	0.34	0.04	2.47%	*
	A	8.34	0.18	0.42	0.06	5.00%	
SUNT 04	L	9.80	0.19	0.43	0.06	4.38%	*
	A	7.60	0.09	0.30	0.04	3.90%	
SUNT 05	L	11.36	0.22	0.46	0.06	4.15%	*
	A	9.14	0.09	0.30	0.04	3.28%	
SUNT 06	L	9.53	0.45	0.67	0.09	7.00%	*
	A	8.0	0.08	0.28	0.04	3.5%	
SUNT 07	L	12.24	0.16	0.40	0.06	3.26%	*
	A	7.92	0.12	0.35	0.05	4.42%	
SUNT 08	L	13.63	0.45	0.67	0.09	4.9%	*
	A	8.85	0.07	0.26	0.04	2.9%	
SUNT 09	L	9.00	0.13	0.36	0.05	4.00%	*
	A	7.50	0.12	0.35	0.05	4.66%	
SUNT 10	L	11.05	0.23	0.48	0.06	4.34%	*
	A	8.48	0.09	0.30	0.04	3.53%	
SUNT 11	L	12.49	0.68	0.28	0.04	2.24%	*
	A	7.69	0.09	0.30	0.04	3.90%	
SUNT 12	L	11.00	0.36	0.60	0.08	5.45%	*
	A	8.54	0.19	0.43	0.06	5.03%	

*NORMALIDAD PEI = 0.05

Respecto al coeficiente de variación (C.V.) sus valores se presentan menores al 10% para ambas dimensiones en cada entrada. Esto nos indicarían la existencia de homogeneidad fenotípica, la que sería en cierta manera la manifestación del grado de uniformidad genética existente para estos caracteres en cada una de las colecta por separado.

La evaluación de los caracteres relacionados con el rendimiento y la calidad de los granos en cada colecta, muestra, respecto al peso de 100 granos secos (g), que las colectas SUNT 05, con 70.90g, SUNT 08 con 66.00g, SUNT 03 con 58.50g, y SUNT 01 con 53.20g, presentan el mayor rendimiento en peso, siendo las de menor rendimiento en peso SUNT 04 con 37.01g, SUNT 06 con 36.80g, y SUNT 09 con 35.00g, presentando las colectas restantes valores comprendidos entre 49.00g y 46.00g.

En el análisis del volumen de 10 granos o semillas reventadas, las entradas evaluadas muestran diferencias notorias donde las colectas con mayor volumen son SUNT 05 (8mL), SUNT 09 (7mL) y SUNT 08 (6mL), seguido de SUNT 02 (5.8 mL), SUNT 07 y SUNT 012 (ambos con 5.5mL); siendo las entradas con menor volumen SUNT 06, SUNT 09 y SUNT 04, con 3.2, 4.00 y 4.5 mL, respectivamente. Según se reporta para el maíz reventón los factores que darían lugar a las diferencias de expansión serían el contenido de humedad, herencia de los genes que codifican para la formación de un endospermo elástico ²⁴. Estas diferencias también podrían deberse a la forma de las semillas, a la

cantidad y calidad del almidón almacenado en ellas, como a la presencia de una cubierta no elástica en los granos⁷

Tabla 4. Caracterización mediante descriptores de peso 100 granos, volumen, porcentaje y textura granos de doce colectas diferenciadas de *Phaseolus vulgaris* “ñuña” procedente de Santiago de Chuco (La Libertad, Perú)

DESCRIPTOR COLECTA	PESO DE 100 GRANOS (g)	VOLUMEN DE 10 GRANOS SECOS (ml)	VOLUMEN DE 10 GRANOS TOSTADOS	PORCENTAJ E (%) DE EXPANSIÓN DE GRANOS	PORCENTAJE (%) DE GRANOS REVENTADOS	TEXTURA DEL GRANO REVENTADO
SUNT 01	53.2	3.9	5.2	133	80	2
SUNT 02	46.6	3.9	5.8	149	90	3
SUNT 03	58.5	4.5	7.0	155	90	3
SUNT 04	37.0	2.9	4.5	155	100	2
SUNT 05	70.9	5.5	8.0	145	80	3
SUNT 06	36.8	2.4	3.2	133	50	1
SUNT 07	48.5	3.6	5.5	152	80	2
SUNT 08	66.0	4.8	6.0	125	70	1
SUNT 09	35.0	2.5	4.0	160	90	2
SUNT 10	49.0	3.8	5.0	132	90	2
SUNT 11	47.5	3.5	5.6	160	100	3
SUNT 12	22.5	3.8	5.5	144	80	2

El análisis de resultados de las estimaciones poblacionales para los valores promedio (X) de las

Tabla 5. Estimación de porcentaje y valores promedios de cinco caracteres cuantitativos en colectas de *Phaseolus vulgaris* “ñuña” procedente de la sierra de Santiago de Chuco cultivadas bajo condiciones de costa de Trujillo (Perú)

COLECTAS O ACCESIONES	PORCENTAJES Y PROMEDIO DE CARACTERES CUANTITATIVOS				
	PORCENTAJE DE EMERGENCIA	X DÍA DE LA FLORACION	X NUMERO DE FLORES POR PLANTA	X ALTURA (cm) DE PLANTA EN FLORACION	X DE VAINAS FORMADAS
SUNT 01	64.06	65	9	37.44	7
SUNT 02	4.69	63	11	28.02	5
SUNT 04	87.5	65	6	30.20	4.5
SUNT 05	57.81	65	4	26.12	4
SUNT 06	3.13	70	3	29.80	-
SUNT 07	29.69	69	5	28.63	5
SUNT 08	73.44	65	7	35.03	6.5
SUNT 10	18.75	68	2	30	-
SUNT 11	20.30	66	4	22	4

En lo referente al porcentaje de volumen de expansión de 10 granos reventados, se observa que las colectas con mayor porcentaje son SUNT 09 (160%), SUNT 11 (160%), SUNT 03 (155%), SUNT 04 (115%), SUNT 07 (152%) y SUNT 02 (149%), las que se considerarían altas. Por otro lado, el tamaño del grano promedio del se relaciona con el fenómeno de expansión en la ñuña, es decir, a mayor tamaño del grano, la expansión será mayor.²⁵ Sin embargo, según nuestros resultados, las entradas SUNT 04 y SUNT 09, con valores promedio de 9.8 mm y 9 mm siendo las que mostraron un menor tamaño promedio, presentaron altos porcentajes de expansión (155% y 160%); lo que no concuerda con lo planteado anteriormente. Es necesario resaltar que los genotipos que presentan mayor porcentaje de expansión son los considerados de mayor potencialidad industrial.

En lo concerniente al análisis de resultados relacionados con la calidad del grano tostado o reventado, el cual está asociado con la fácil separación de la testa, la fractura de los cotiledones y la textura o consistencia del grano¹⁶, se observa que las colectas SUNT 02, 03 05 y 11 presentan un buen reventado y textura, mientras que las siete entradas siguientes presentaron textura intermedia aceptable al gusto; siendo la colecta SUNT 08 la única con una textura muy dura, la misma que presentó un porcentaje de expansión muy bajo. En general se observó que las colectas SUNT 03, 05 y 11 fueron sobresalientes en cuanto a su rendimiento, volumen del grano reventado, porcentaje de expansión y textura del grano reventado.

Se hace necesario reforzar que la existencia de esta variabilidad, observada en dichos caracteres, es de importancia a tener en cuenta en un plan de mejoramiento genético, pues permite o facilita la generación de nuevas variedades con mejores características de: rendimiento, volúmenes, porcentajes de expansión y calidad de granos reventados.

De acuerdo a los valores observados para las características cuantitativas que presentaron las colectas cultivadas bajo condiciones de costa de la Provincia de Trujillo, se observa que existe gran variación en los porcentajes de emergencia, donde se aprecia que las colectas SUNT 03, 09, y 12 no germinaron en el campo de cultivo, lo que indicaría falta de viabilidad de las semillas debido al efecto de factores ambientales adversos o por la susceptibilidad a agentes patógenos presentes en el suelo; se observó además que los porcentajes más sobresalientes de germinación se presentaron en las entradas SUNT 01 con 64.06 %, SUNT 04 con 87.5% , SUNT 05 con 57.81% y SUNT 08 con 73.44%. En relación al carácter días a la floración no se encontró marcadas diferencias, lo que indica falta de variabilidad entre colectas; encontrándose, en cambio, marcadas diferencias para el promedio de la altura de planta en la primera floración. Se observa, además, que para los caracteres número promedio de flores por planta y número promedio de vainas formadas por planta, los valores se presentan bastante bajos, esto se explicaría en cierta medida como una consecuencia de la interacción genotipo ambiente que está ocurriendo entre el genotipo particular que posee cada colecta y un medio ambiente con características agroecológicas muy diferente al de su procedencia (la serranía de Santiago de Chuco).

En general, la información en relación a las características fenológicas que prestan cada una de estas colectas cultivadas bajo condiciones agroecológicas de costa norte de la Provincia de Trujillo, reviste importancia debido a que la producción de la “ ñuña” se concentra en pequeños cultivos de las zonas de tierras altas del Perú y Bolivia²⁶, surgiendo frente a esto la interesante posibilidad de cultivar y desarrollar la producción de este recurso en zonas distintas a las tradicionales, para lo cual se recomienda establecer programas de investigación y proyección.

CONCLUSIONES

- Existe una gran variabilidad morfológica entre los granos de las doce colectas de " ñuña" procedentes de la sierra de Santiago de Chuco.
- Existen marcadas diferencias entre los valores promedio para el carácter peso de las semillas entre las colectas.
- Las colectas SUNT 01, 08 Y 10 presentaron menor uniformidad fenotípica para el carácter peso de los granos.
- Las doce colectas estudiadas presentan uniformidad genética para las dimensiones largo y ancho de las semillas.
- Las colectas SUNT 03, 05, 08 Y 11 mostraron los valores más altos para el peso de 100 granos secos.
- Los mayores volúmenes, porcentajes de expansión y mejor textura de 10 granos reventados lo presentaron las colectas SUNT 02, 03, 05 y 11.
- Las entradas SUNT 01, 02, 05 y 08 presentaron un mejor desarrollo fenológico al ser cultivadas bajo las condiciones de costa de Trujillo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carneza LL. Unidad de Recursos Genéticos CIAT. Colombia. 2002
2. CIAT. Seminario. El potencial del frejol y otras Leguminosas de grano comestible en América Latina. Colombia.1973
3. Gutiérrez P, Infante M, Pinchinat A. Situación del Cultivo de frejol en América latina. CIAT. Colombia. 1975
4. Zambrano L. Comparativo de Rendimiento de Siete Líneas de Frejol de grano negro. CANAAN. Ayacucho. 1999
5. Tapia ME. Semillas andinas: El banco de oro. CONCYTEC .Lima- Perú .1993
6. Voysest O. Un cultivo ancestral avanza a la modernidad. CIAT. Colombia.2000.
7. National Research Council. Nunas – popping beans. In: Lost crops of the Incas. Little Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide cultivation. National Academy Press. Washington D.C. p. 78-95. 1989.
8. Gallegos L. Caracterización fenotípica de 22 variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*) tipo ñuña en la Costa Central. Tesis Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Lima-Perú. 133 p. 1988.
9. Alvarado, Z. Caracterización y correlaciones fenotípicas de frejol reventón (*Phaseolus vulgaris*) en la localidad de Caracancha (Huarochiri-Lima) Tesis UNALM. Lima- Peru165 p. 1997.
10. Meléndez, A. Ensayos comparativos de 4 variedades de frijol reventón en Lima .Tesis UNALM. Lima-Perú. 64 p. 1965.
11. Sánchez – Monge. E. Fitogenética. INIA .Ministerio de Agricultura 2da. Ed. Madrid- España. 1974
12. Cubero, J.I. Introducción a la Mejora genética vegetal. Edit. Mundi-Prensa .2da.Ed. Madrid- España. 2003
13. IBPGR. *Phaseolus vulgaris*. Descriptors. 1982
14. CIAT. Standars Systems for the Evaluation of Bean Germplasm.1987
15. UPOV. Descriptors for *Phaseolus*. Technical Guidelines. 2005
16. Cruz BJ, Camarena F, Boudoin JP, Huaranga A, Blas R. Evaluación Agro morfológica y caracterización Molecular de la "ñuña" (*Phaseolus vulgaris* L.) IDESIA 2009; 27(1): 29- 40
17. Calzada BJ. Métodos Estadísticos para la Investigación. Ed. 2da. Edit. Jurídica. Lima-Perú. 1970
18. Lisson L. Estadística aplicada a la Biología Experimental. Edit. EUDEBA, Buenos Aires. Argentina. 1976.
19. Cantoral QE. Manejo del cultivo de Frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) E.E. Donoso INIA. Lima-Perú. 1995.
20. Allard RW. Principio de la mejora Genética de Plantas. 4 ed. Edit. Omega S.A. Barcelona-España. 1980.
21. Brauer O. Fitogenética Aplicada. Edit. Limusa-Wiley. México D.F. 1969.
22. Blas W. Comportamiento biométrico de una población híbrida resultante del cruzamiento entre líneas consanguíneas incipientes de *Zea mays*. L. Var. Eberta "maíz perla". Trabajo de Habilitación. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. 1993.
23. Phoelman J. Mejoramiento Genético de las cosechas .Edit. Limusa S.A. México D.C. 1970
24. Juhenheimer RW. Maíz variedad mejorada. Métodos de cultivo y producción de semillas. Edit. Limusa, México D.F. 1981.
25. Van Been J, Kornegay J, Lareo L. Nutritive value of the Ñuña popping Bean. Econ Bot 1992; 46(2): 164-170
26. Otárola JM, Ligarreto G, Romero A. Comportamiento de frejol común (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo reventón por características Agronómicas y de calidad del grano. Agron Colombiana 2006; 24(1): 7-16.