

## Polimorfismo en *Phaseolus vulgaris* var. *aborigineus* (Fabaceae). Evidencias que indican hibridación natural

Patricia S. Hoc, Shirley M. Espert, Susana I. Drewes & Alicia D. Burghardt

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. U.B.A. Pab. 2, 4° Piso. Ciudad Universitaria. C1428 EHA. Buenos Aires. Argentina. T.E./Fax: 54-11-45763384; hoc@bg.fcen.uba.ar.

Recibido 28-XI-2001. Corregido 23-IX-2002. Aceptado 23-IX-2002.

**Abstract:** A polymorphic population of *Phaseolus vulgaris* var. *aborigineus* growing at the Northwest of Argentina was studied. In order to know the origin of this polymorphism, some plants belonging to the var. *aborigineus*, other plants showing floral dimorphism and other individuals with particular characters were collected. Their seeds, obtained after field-work treatments of autogamy and free pollination, were sown in a greenhouse, isolated of the access of pollinators. The growth of each plant was followed until its fructification, and the number of plants that died due to infections was recorded. The number of plants that flowered and fructified was registered in order to study their reproductive success. The floral, fruit and seed qualitative and quantitative characters were documented. With the results obtained, the authors concluded that those individuals that showed floral dimorphism are probably a result of hybridization and introgression between the var. *aborigineus* and "old cultivars". This hypothesis is supported by the presence of divergent segregation, observed in the offspring of the plants with this segregation. Other crops should allow the genic flow between the parental entities, with the consequence of the establishment of an hybrid population coexistent with their ancestors. Perhaps, as a result of introgression, the stabilized lines exhibit characters different from their parental varieties. The results of autopollination and free pollination in those individuals assigned to var. *aborigineus*, showed that free pollination brings a great genetic plasticity, because next generations can persist and resist infections. The offspring of the F1 was followed. The plants that belonged to var. *aborigineus*, product of free pollination, exhibited fast growth and were healthy, while the descendant of the individuals with the floral dimorphism showed characteristics that allowed to conclude the possible existence of degeneration of the hybrid progeny; this characteristics were: curled radicles with cotyledons that never emerge, plantule's apex that soon die with the following development of branches from the cotyledon's axil, and death after some weeks. This degeneration indicates that an unwanted gene flow in the area could lead to a decline in the wild bean population. The vigor, high reproductive success and resistance to illnesses of the individuals corresponding to the var. *vulgaris*, whose progenitor was treated for free fecundation, and the offspring of the plants with cultivated characteristics, are indicative of the necessity of preserving this germplasm to evaluate its agronomic potential to brief term. The DNA analyses already initiated, will allow the confirmation of the hypotheses outlined in this work.

**Key words:** *Phaseolus vulgaris*, Fabaceae, natural hybridization, morphological studies, reproductive success.

Entre las especies de "porotos" o "frijoles", *Phaseolus vulgaris* L. es una de las más importantes como cultivo alimenticio. En el Noroeste argentino existe una entidad silvestre distinta de las comúnmente cultivadas como "porotos", a la cual Burkart (1952) asignó la categoría rango de especie. Baudet (1977) consideró que esta entidad es una variedad de *Pha-*

*seolus vulgaris*, y Marèchal *et al.* (1978) señalaron que *P. vulgaris* var. *aborigineus* (Burk.) Baudet constituye la forma silvestre de los porotos cultivados.

Freyre *et al.* (1996) detectaron en Bolivia la existencia de hibridación natural e introgresión entre *P. vulgaris* var. *aborigineus* y formas cultivadas de *P. vulgaris* mediante

estudios exomorfológicos de las semillas y marcadores RAPDs. En Chile también se observó el producto de hibridación natural (Paredes y Gepts 1995), y en la región Mesoamericana fueron detectados varios sitios con complejos híbridos formados por la variedad *aborigineus*, por los cultivares y por tipos denominados "weedy" (Beebe *et al.* 1997). Otros autores (Cattan-Toupance *et al.* 1998) analizaron poblaciones de las provincias argentinas de Jujuy, Salta y Tucumán, y, mediante la aplicación de técnicas de electroforesis de proteínas y marcadores RAPDs, detectaron la existencia de polimorfismo en varias de ellas.

En 1995, durante el estudio sobre la biología floral y el sistema reproductivo de *P. vulgaris* var. *aborigineus* (Hoc y Amela García 1999), se observó polimorfismo en las características florales de una población que crecía en la Quebrada del Toro (Depto. Rosario de Lerma, Prov. Salta, Argentina).

Sobre la base de las observaciones de Hoc y Amela García (1999) y de los resultados de Freyre *et al.* (1996), se decidió analizar el éxito reproductivo y la descendencia de cada planta que exhibía una morfología diferente, a los efectos de comenzar a dilucidar el posible origen y la persistencia de la variabilidad hallada en la Quebrada del Toro.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Generación parental. Observaciones de campo:** Durante 1995 se trabajó con una población de *Phaseolus vulgaris* var. *aborigineus* que crecía en la Quebrada del Toro (24°54' S, 65°38' W) (Depto. Rosario de Lerma, Prov. Salta, Argentina). Parte de los ejemplares estudiados fueron herborizados, depositados en el Herbario de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (BAFC), y tienen los siguientes números de exsiccata: Hoc 283, Hoc 346, Hoc 357. Además, se analizó otro ejemplar que presentaba características particulares, distintas de las precedentemente citadas (exsiccatum: Hoc 359).

Se procedió a la identificación de cada individuo con su número de exsiccatum y una sigla correspondiente al tratamiento a que fueran sometidas sus flores:

- A!: autogamia espontánea mediante el embolsado de cada capullo próximo a abrirse.
- FL!: polinización libre, mediante el marcado de cada capullo próximo a abrirse y realizando un seguimiento durante la antesis, para corroborar si concurrían visitantes polinizadores.

Para la determinación del sistema reproductivo se siguió la metodología descrita en Dafni (1992) y Hoc y Amela García (1999).

Las flores de cada individuo fueron caracterizadas midiendo el largo y la forma de las alas. Además, se registró la forma del estandarte.

Observaciones de laboratorio: Las legumbres y las semillas obtenidas de cada flor según el tratamiento, fueron caracterizadas, tomándose las siguientes mediciones: largo, ancho y espesor de la legumbre, largo de su rostro; ángulo de divergencia de la legumbre respecto de su eje portador, coloración de la misma; largo, ancho y espesor de las semillas.

**Análisis de la F1:** En noviembre de 1997 se dispusieron 112 semillas rotuladas según el ejemplar parental, en cápsulas de Petri acondicionadas para su germinación. Transcurridas 48 horas, las plántulas fueron transferidas a macetas de 10 l, conteniendo desde la base hacia la boca, piedra partida, arena y tierra mejorada. Estas macetas previamente numeradas según el progenitor y tratamiento, fueron ubicadas en un invernáculo situado en el predio de la Ciudad Universitaria perteneciente a la Universidad de Buenos Aires, con condiciones de temperatura y humedad no controladas artificialmente, pero aisladas del acceso de visitantes potencialmente polinizadores. En cada plántula se midió el largo y ancho de la primera hoja simple, y se registró su crecimiento hasta la fructificación. La floración comenzó

el 4/3/98 y la fructificación culminó el 19/5/98. Durante ese período se registró el número de plantas muertas debido a enfermedades así como aquellas que exhibieron mayor vigor.

Las flores, frutos y semillas producidas fueron caracterizadas realizando las mismas mediciones que en los progenitores. Además, se registró la posición de cada semilla por legumbre y, de haber abortos, se registró el número y posición de los rudimentos.

Se analizó el éxito reproductivo de cada ejemplar promediando el cociente: n° de semillas producidas /n° de óvulos por flor, y transformando el valor medio a porcentaje. Posteriormente se realizó un promedio de éxito en la progenie de cada ejemplar parental sometido a autofecundación o fecundación libre.

**Análisis de la F2:** En noviembre de 1998, enero, noviembre y diciembre de 1999 se procedió a sembrar semillas producidas por las plantas cultivadas en la Ciudad Universitaria; a éstas se les realizó el procedimiento descrito anteriormente.

**Análisis Numérico:** Se calcularon las medias muestrales y desvíos standard de las variables largo, ancho y espesor de las semillas de los individuos recolectados en la naturaleza (283, 346, 357 y 359), así como de las progenies derivadas de autofecundación y fecundación libre que fueron cultivadas en Buenos Aires. Del mismo modo, se calcularon las medias muestrales y desvíos para las variables largo y ancho de la primera hoja simple en las progenies de los ejemplares 283, 357 y 359.

Se realizaron análisis de varianza de un factor para cada una de las variables. Se efectuaron los contrastes entre progenitores, entre individuos de cada progenie, así como entre progenitores y progenie.

Se llevó a cabo un análisis numérico multivariado (Análisis Discriminante) con el objeto de estudiar las posibles relaciones entre individuos de cada progenie y entre progenies. El Análisis Discriminante es una técnica de ordenación, basada en una matriz de similitudes entre caracteres, cuyo objetivo es el de encontrar una o más combinaciones lineales de las variables observables, que maximicen las

diferencias entre grupos determinados *a priori*. Estas combinaciones (variables canónicas) permiten representar a los individuos en un espacio de dos o tres dimensiones.

Para llevar a cabo este análisis, se consideraron los siguientes caracteres: largo de las alas florales; largo, ancho y espesor de semilla; largo, ancho y espesor de la legumbre, largo de su rostro y ángulo de divergencia de la misma respecto de su eje portador, tomando en cuenta a todos los individuos de la progenie de los ejemplares procedentes de Salta. Los individuos fueron graficados en un plano delimitado por las dos primeras variables canónicas. Para estos análisis se utilizó el paquete de programas STATISTICA 5.1 (Anónimo 1998).

## RESULTADOS

**Polimorfismo:** La morfometría permitió confirmar las observaciones realizadas previamente en el campo acerca de la existencia de una población polimórfica, detectándose diferencias en la morfología floral y en los frutos, determinándose la existencia de:

1. Individuos que exhibían las características típicas de la variedad *aborigineus* (silvestre), de flores con estandarte resupinado y alas menores de 10 mm long, de contorno orbicular (FLN = flor normal), legumbres lisas (Ejemplar 283) o lisas y moteadas (Ejemplar 346).
2. Individuos que exhibían ciertas características de las líneas cultivadas, de flores con estandarte cuculado, alas mayores de 12 mm, de contorno elíptico (FLG = flor grande) y legumbres moteadas (Ejemplar 359).
3. Individuos que exhibían características de presuntos híbridos con dimorfismo floral en cuanto al tamaño de las alas y a la forma del estandarte (FLN y FLG) y legumbres lisas (Ejemplar 357).

### Análisis de la F1

**1. Plántulas:** Los resultados del análisis numérico para el carácter primera hoja simple,

son presentados en la Fig. 1. Aunque no existen diferencias significativas entre progenies, se evidencia una tendencia: las plántulas descendientes de aquellos progenitores con morfología típica de la variedad *aborigineus* presentan menores dimensiones que las descendientes del ejemplar presuntamente híbrido (357 FLN, FLG, FL!) y que las descendientes del ejemplar con características particulares (359 FL!).

**2. Legumbres:** Se cosecharon legumbres de las plantas número:

2, 4, 5, 7, 10, 41, 76, 78, 104, 105 y 106 (descendientes del ejemplar 283 FL!).

20 al 25, 57 (descendientes del ejemplar 357 FLG FL!).

60 al 63, 87 al 94 y 97 (descendientes del ejemplar 357 FLN FL!).

26, 27, 28 al 30 y 33 (descendientes del ejemplar 359 FL!).

75, 79 al 86 (descendientes del ejemplar 346 A!).

96, 98, 99, 100, 102, 103, 110 y 112 (descendientes del ejemplar 283 A!).

Las plantas 76 y 81 presentaron legumbres moteadas, las plantas 10, 61 y 87 legumbres lisas y moteadas, y las restantes sólo lisas.

**3. Dimensiones de las semillas:** Las dimensiones de las semillas recolectadas en el estudio de campo (progenitores), según el tratamiento aplicado, fueron comparadas con las de su progenie (Fig. 2). El análisis de los gráficos muestra:

El análisis de los parámetros largo y ancho en las semillas producidas por los ejemplares 283 FL!, 283 A! y 346 A! (Fig. 2 A, B, D y E) no muestra diferencias significativas entre ejemplares parentales ni entre tratamientos. Sin embargo, para el parámetro espesor se detecta la existencia de diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre el tratamiento FL! versus A! (Fig. 2 C).

La progenie del ejemplar 283 FL! presenta variabilidad, especialmente, los valores medios de las características analizadas en los ejemplares 2, 5, 10, 76 y 78, fueron mayores que aquellos del progenitor. Por el contrario, el ejemplar 4 exhibe valores significativamente menores ( $p < 0.05$ ) (Fig. 2 A, B y C).

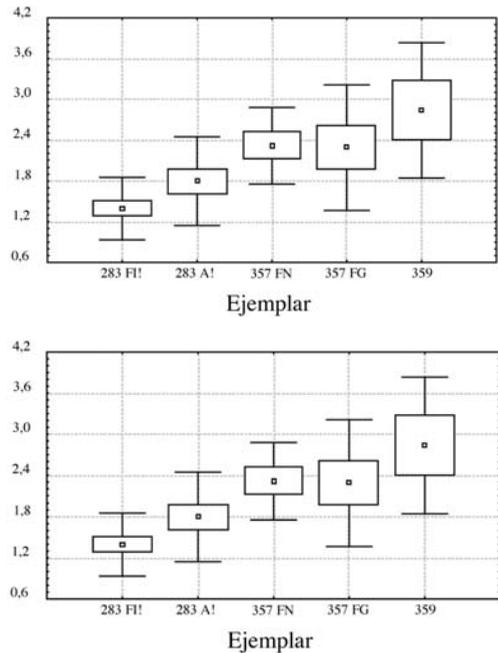


Fig. 1. Gráficos con los valores medios del largo y ancho de la primera hoja simple en las plántulas de la F1.

Fig. 1. The illustration shows the length and wide means values of the first simple leaf in the plantlets of the F1.

Los resultados obtenidos en la progenie del ejemplar 283 A! respecto de los parámetros largo, ancho y espesor (excepto los ejemplares 100 y 112 para este último parámetro) indican que existe una tendencia al mantenimiento de las dimensiones observadas en el parental (Fig. 2 A, B y C).

En la progenie del ejemplar 346 A! se observa segregación (Fig. 2 D, E y F). Algunos individuos mantienen las dimensiones del ejemplar parental (ej.: 80, 86); en la mayoría se observa una tendencia al aumento de las dimensiones, especialmente el 82 con mayor espesor, sin embargo, en esta progenie la dispersión es grande. En general, se observa un aumento de los valores medios muestrales en la progenie.

En las semillas producidas por cada morfo floral del ejemplar 357 FL! no existen diferencias significativas para los tres parámetros (Fig. 2 G, H y I). En la progenie del ejemplar

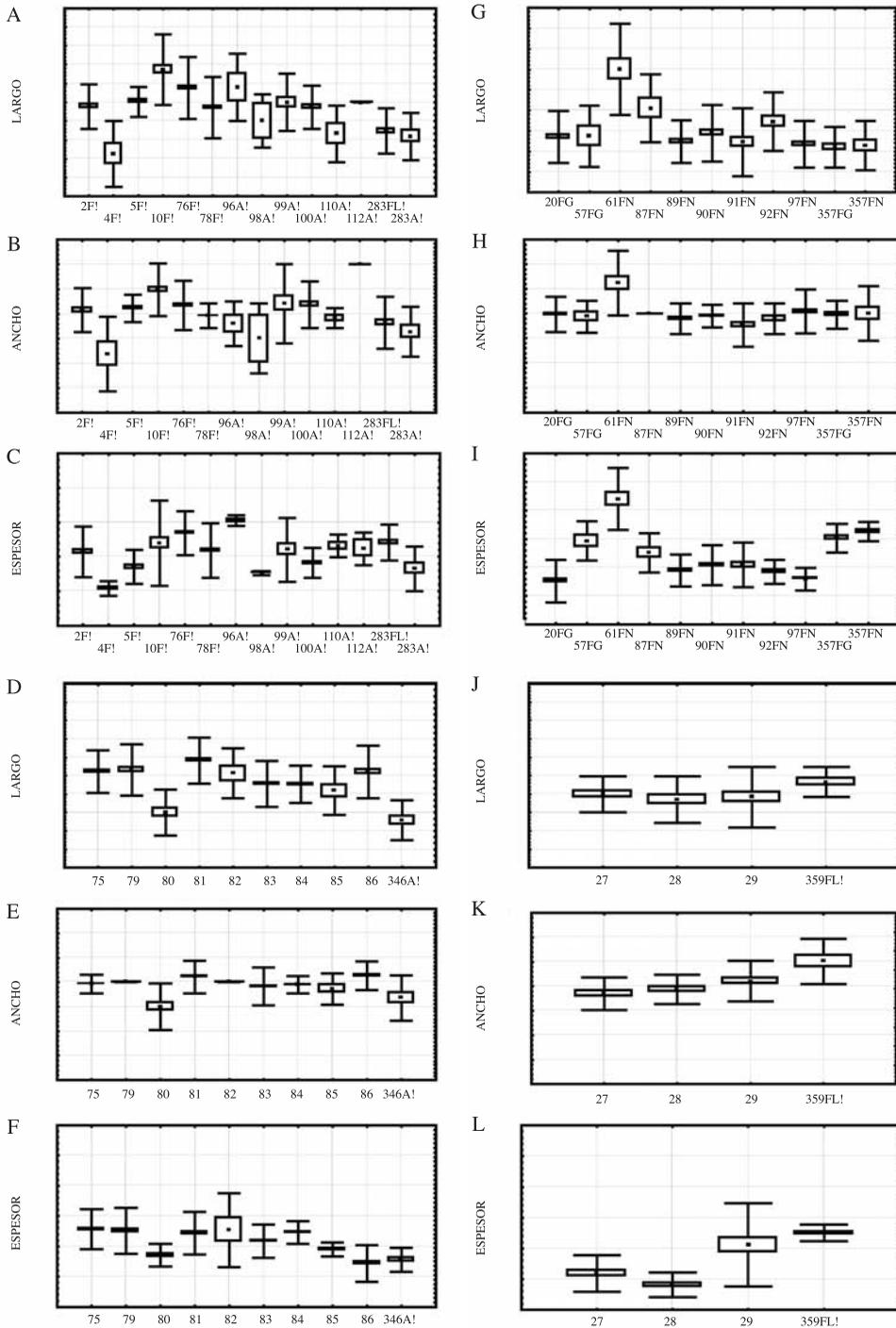


Fig. 2. Medias del largo, ancho y espesor de las semillas de los ejemplares de Salta (283, 346, 357 y 359), y sus progenies.

Fig. 2. Length, wide and thickness media values of the accessions' seeds (283, 346, 357 and 359), and their offspring.

357 FLN (FL!) se observan dimensiones similares al ejemplar parental en los parámetros largo y ancho, con la excepción del ejemplar 61 que, al exhibir dimensiones mayores, introduce variabilidad. Con respecto al parámetro espesor, la progenie exhibe dimensiones significativamente menores que las del progenitor, a excepción del ejemplar 61 que presenta dimensiones mayores. La progenie del ejemplar 357 FLG (FL!) exhibe valores similares al progenitor para los parámetros largo y ancho, sin embargo, para el espesor, se observó variación (Fig. 2 G, H y I).

El carácter largo de la semilla no presenta variación significativa entre el progenitor 359 FL! y su progenie (Fig. 2 J). Con respecto al carácter ancho, la progenie exhibe valores significativamente menores ( $p < 0.05$ ) a los del ejemplar progenitor (Fig. 2 K). En el parámetro espesor, sólo el ejemplar 29 exhibe similitud con el parental (Fig. 2 L).

**4. Análisis Discriminante:** En el espacio generado por las dos primeras variables canónicas, los individuos descendientes del ejemplar 359 (con características particulares) se diferencian claramente de la progenie de la var. *aborigineus* típica (ejemplares 283 y 346) y del presunto híbrido (ejemplar 357, ver Fig. 4). En la nube de puntos que agrupa las progenies de los individuos de la var. *aborigineus* (ejemplares 283 y 346) y del presunto híbrido (ejemplar 357) se observa una tendencia entre los descendientes del ejemplar 283 a exhibir mayor dispersión en el sentido de la primera variable canónica, corroborando los resultados expresados en el punto 2 (Dimensiones de las semillas de la progenie). El ejemplar 81, descendiente del 346 A!, que presenta legumbres moteadas, no características de la variedad *aborigineus*, se encuentra alejado de la nube de puntos conformada por los individuos de la misma progenie en el sentido de la segunda variable canónica, a la cual aportan en mayor proporción las dimensiones del fruto (en sentido positivo, el largo) (cfr. Fig. 3). Es posible confirmar que la descendencia del ejemplar 283 FL! presenta la morfología de las alas y el estandarte que corresponden a la forma típica de la var. *aborigi-*

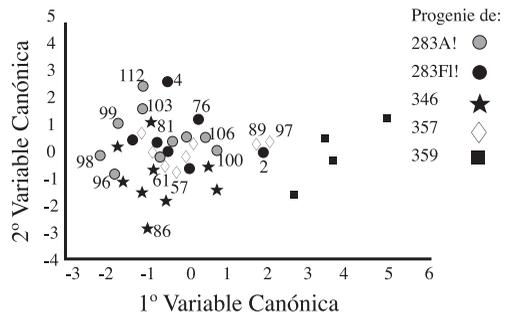


Fig. 3. Resultado del análisis discriminante entre los ejemplares de la F1, distribuidos en el espacio delimitado por las dos primeras variables canónicas.

Fig. 3. Result of the discriminant analysis among the F1 accessions, distributed in the space defined by the first two canonical variables.

*neus*. Algunos de los descendientes del ejemplar con distintos morfos florales (357), exhiben la morfología del ejemplar con características particulares (359) (Fig. 4 C, D).

**5. Éxito reproductivo:** La progenie del ejemplar 283 FL! exhibe un alto éxito reproductivo (81.19% en promedio), sin embargo, se registró una gran dispersión. Los ejemplares 2, 4, 5, 7, 10 y 76 presentan semillas abortadas en la base de la legumbre (Fig. 5A).

La progenie del ejemplar 283 A! exhibe menor éxito reproductivo que la del anterior (69.25% en promedio). El mayor porcentaje de semillas abortadas están en la base de la legumbre (Fig. 5A).

La progenie del ejemplar 346 A!, correspondiente a la var. *aborigineus*, exhibió similar éxito reproductivo (70.04%) que la descendencia del 283 A!, registrándose semillas abortadas en la base de la legumbre (Fig. 5B).

La progenie del ejemplar 357 FLN exhibe un éxito reproductivo promedio del 62.32%. Las semillas abortadas se encuentran en la posición basal de la legumbre (Fig. 5C).

La progenie del ejemplar con características particulares (359) exhibió un éxito reproductivo menor que la var. *aborigineus* (77.01%), aunque la diferencia no es significativa. Se detecta un mayor porcentaje de semillas abortadas en la base del fruto (Fig. 5D).



Fig. 4. *Phaseolus vulgaris* var. *aborigineus*: A, progenie del ejemplar 359; B, progenie del ejemplar 346; C, flor del ejemplar 97 (progenie del ejemplar 357 FN), observar alas elípticas y estandarte cuculado; D, flor del ejemplar 4 (progenie del ejemplar 283 FL!), observar alas orbiculares alargadas y estandarte resupinado.

Fig. 4. *Phaseolus vulgaris* var. *aborigineus*: A, offspring of the accession 359; B, offspring of the accession 346; C, flower of the accession 97 (accession 357 FN progeny), notice elliptic wings and the cuculate banner; D, flower of the accession 4 (accession 283 FL! progeny), notice the long orbicular wings and the resupinate banner.

Debe destacarse el vigor de la progenie del ejemplar 346 correspondiente a la variedad *aborigineus*, y de la descendencia del 359, con características particulares. Estas plantas llegaron a superar los 3 m de altura, mientras que las progenies de los otros ejemplares alcanzaron como máximo los 2 m. (Fig. 4, A y B).

**Análisis de la F2:** Siembra de noviembre de 1998.

F2 del ejemplar 283 A!: de las diecinueve semillas sembradas, producidas por los ejemplares 98, 100, 102, 103 y 110, sólo tres germinaron

y desarrollaron plantas que no llegaron a florecer.

F2 del ejemplar 283 FL!: las semillas obtenidas del ejemplar 105 no germinaron, sin embargo, de diez semillas producidas por el ejemplar 10, se desarrollaron plantas que en enero de 1999 presentaban ramas de segundo grado.

F2 del ejemplar 346 A!: fueron sembradas cinco semillas de cada uno de los ejemplares 79, 83 y 84; de los dos primeros no germinó ninguna semilla y del tercero, sólo una desarrolló una

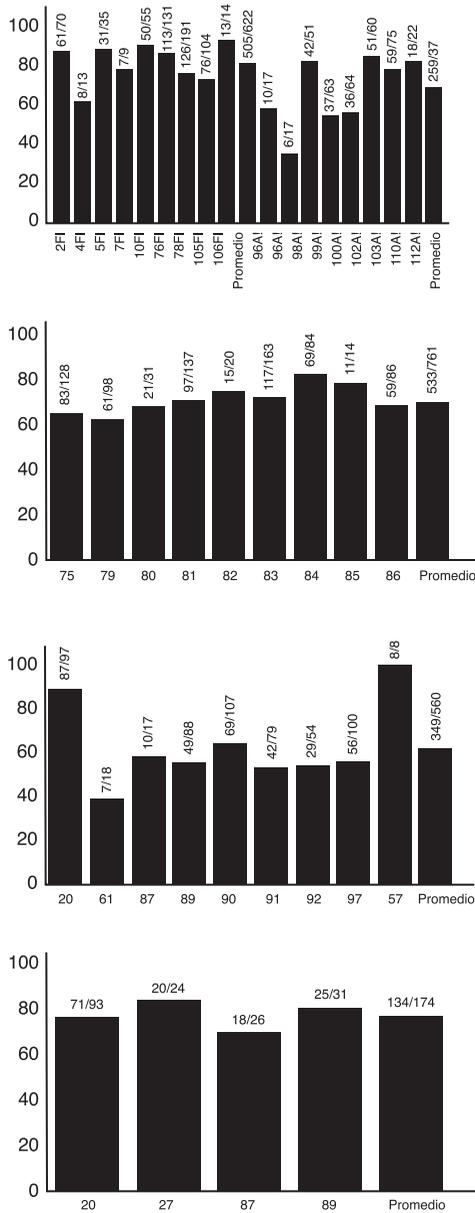


Fig. 5. Exito reproductivo de la progenie (expresada en porcentaje en el eje vertical) de cada uno de los ejemplares analizados: A, ejemplar 283; B, ejemp. 346; C, ejemp. 357 y D, ejemp. 359. En cada barra se señala el cociente semillas / óvulos.

Fig. 5. Reproductive success of the offspring (expressed in percentage in the vertical axis) of each one of the analyzed accessions: A, accession 283; B, accession 346; C, accession 357 and D, accession 359. The seeds / eggs fraction is indicated above each bar.

planta que presentaba ramificaciones secundarias en el mes de enero, pero no llegó a florecer.

Siembra de enero de 1999:

F2 del ejemplar 357 FLN: fueron sembradas ocho semillas producidas por el ejemplar 57; cinco plántulas exhibían raíz primaria fotosintetizante, raíces secundarias y cotiledones emergentes con la plúmula no completamente desarrollada. Las tres restantes presentaban raíz primaria y secundarias, pero ni los cotiledones ni la plúmula emergieron. Tres semillas obtenidas del ejemplar 61 fueron sembradas, dos plántulas murieron por estrangulamiento en el hipocótilo, y la tercera constaba de un eje con ramificaciones de segundo grado, sin embargo, no llegó a florecer.

Siembra de noviembre y diciembre del año 1999:

F2 del ejemplar 346 A!: fueron sembradas diez semillas del ejemplar 86 y germinaron siete. Las plántulas mostraron un desarrollo normal durante la primer semana, luego se produjo una zona de debilidad en el tallo (estrangulamiento). Si esta zona se encontraba en el hipocótilo, las plántulas morían, pero si ocupaba el epicótilo, moría el ápice y surgían yemas en el nudo cotiledonar que continuaban el crecimiento. Las plántulas fueron transplantadas a macetas de 10 l y fueron mantenidas en invernáculo, pero ninguna llegó a florecer.

F2 del ejemplar 357 FLN: del ejemplar 61 germinó el 100% de las semillas sembradas. Las plántulas obtenidas exhibieron las mismas características que en el caso anterior. Cuando las yemas cotiledonares retomaban el crecimiento, una de ellas se desarrollaba más que la otra, adquiriendo la dominancia apical. Igualmente las plantas no llegaron a florecer (Fig. 6).

F2 del ejemplar 283 A!: no germinó ninguna semilla del ejemplar 102.

F2 del ejemplar 359 FL!: germinaron todas las semillas del ejemplar 29. En un caso se observó un desarrollo anormal de la radícula, que presentaba un aspecto circinado. Las plántulas obtenidas sufrieron el mismo estrangulamiento que el observado en la progenie del ejemplar 61 (F2 de 357 FLN). Igualmente las plantas murieron antes de florecer (Fig. 7).

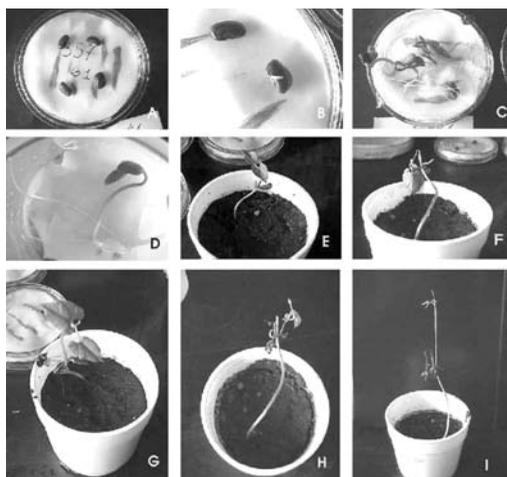


Fig. 6. Ejemplar 61 (progenitor 357): A, caja de germinación; B, emergencia de radícula; C, emergencia de los cotiledones; D, plántula completa; E, plántula con las hojas primordiales extendidas; F, plántula con el epicótil estrangulado; G, plántula normal; H, nudo cotiledonar con yemas desarrolladas y ápice seco; I, dominancia apical de una de las ramas.

Fig. 6. Accesion 61 (descendent of 357): A, germination box; B, radicle emergency; C, cotyledon emergency; D, complete plantlet; E, plantlet with extended primordial leaves; F, plantlet with epicotil strangled; G, normal plantlet; H, cotyledonar knot with developed buds and dry apex; I, apex dominance of one of the branches.

## DISCUSIÓN

El análisis de la progenie indica que en la descendencia del ejemplar 357FL! (presunto introgresante entre la var. *aborigineus* y la variedad cultivada) existe una segregación divergente bipolar nunca antes registrada (cfr. Freyre *et al.* 1996), la cual podría haber sido utilizada como base para la selección de semillas por las culturas andinas precolombinas. Los actualmente conocidos como cultivares primitivos serían el resultado de esa selección. Debe notarse que los ejemplares 89 y 97 en la Fig. 3 presentan una posición intermedia entre el grupo de la var. *aborigineus* y el ejemplar con características particulares. No sólo los caracte-

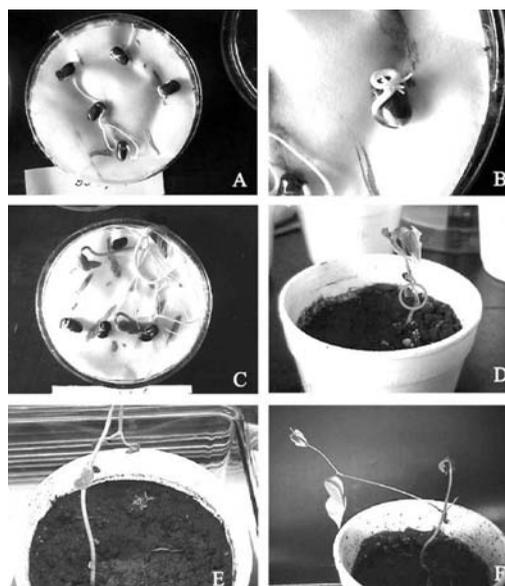


Fig. 7. Ejemplar 29 (progenitor 359): A, semillas con emergencia de radículas normales; B, radícula enroscada; C, emergencia de plúmula; D, plántula con hipocótil estrangulado (círculo); E, plántula con epicótil estrangulado; F, plántula con desarrollo de ramas en el nudo cotiledonar, predominio de una de las ramas (dominancia apical) y ápice seco.

Fig. 7. Accesion 29 (descendent of 359): A, seeds which radicles emerged normally; B, coiled radicle; C, plumula emergency; D, plantlet with strangled hipocotil (circle); E, plantlet with strangled epicotil; F, development of branches in the cotyledonar knot, prevalence of one of the branches (apex dominance) and dry apex.

res cuantitativos avalan la hipótesis de que el ejemplar parental sería un presunto híbrido, además, la morfología de las piezas florales constituye otro elemento de juicio relevante: la forma de las alas es elíptica, no orbicular como en la variedad *aborigineus*, y la forma del estandarte es cuculada como en ciertas líneas cultivadas, no recurvada como en la variedad *aborigineus*. Los análisis de ADN ya iniciados permitirán establecer el origen de esta línea, dado que se presume introgresión con cultivares primitivos.

Se ha notado en la progenie de los ejemplares representantes de la var. *aborigineus*, una diferencia notable según el tratamiento al que fueran expuestas las flores del ejemplar

parental: mientras que en la descendencia del ejemplar 283 FL! se observa variabilidad, seguramente debida al flujo génico intravarietal, en la descendencia del ejemplar 283 A! se observa un mantenimiento de los caracteres maternos para los parámetros largo y ancho de la semilla. Asimismo, su menor dispersión está expresada en el diagrama del Análisis Discriminante (Fig. 3), y reflejaría el efecto de la autofecundación, es decir, una disminución en la variabilidad.

Por el contrario, la descendencia del ejemplar 346 A!, también representante de la var. *aborigineus*, exhibe una segregación divergente, es decir, tendencia a un aumento de las dimensiones seminales o a un mantenimiento de las mismas. Se infiere que el ejemplar parental 346 A! no habría recibido sólo flujo génico de la var. *aborigineus*, sino también polen de otros cultivares (cfr. Fig. 2).

El análisis de la descendencia del ejemplar con características particulares (359 FL!), indica que existe una diferencia significativa respecto de los ejemplares con características silvestres para las variables analizadas. El Análisis Discriminante corrobora esta aseveración, ya que la nube delimitada por esta progenie se diferencia netamente del resto en el sentido de la 1° variable canónica, a la que aportan en mayor medida las magnitudes de la semilla. Se infiere, en consecuencia, que este ejemplar sería el representante de una línea estabilizada. Tal como se expuso en Resultados, parte de la progenie exhibe una tendencia a la reducción de las dimensiones respecto de los tres parámetros en las dimensiones seminales. Marèchal *et al.* (1978) y Beebe *et al.* (1997), señalaron que la coexistencia de la variedad silvestre con cultivares comerciales daban origen a líneas intermedias. Los resultados obtenidos en este aporte corroboran estas aseveraciones.

Los resultados del análisis sobre éxito reproductivo revelan que en la descendencia de los individuos correspondientes a la var. *aborigineus* con características de silvestre (283 FL!), el éxito es grande; mientras que en la descendencia de aquellos sometidos a autofecundación (283 A!), el éxito es menor. Es posible in-

ferir entonces, que las autofecundaciones repetidas deprimirían la producción de semillas.

En la descendencia del individuo 357 FL!, el éxito reproductivo promedio es significativamente menor que el de la progenie del 283 FL!. Sin embargo entre la descendencia, algunos individuos exhiben un valor alto (cfr. Fig. 5), mientras que el resto contribuye con menos del 50% al éxito reproductivo promedio de la progenie. Esto estaría evidenciando que la segregación divergente bipolar también afecta al éxito reproductivo de los descendientes.

En la descendencia del ejemplar con características particulares (359 FL!) se observa un alto éxito reproductivo, similar al de la var. *aborigineus*.

Se desea destacar que en todas las legumbres de la F1 se registra aborto de semillas ubicadas en la base, estos resultados concuerdan con el de Nakamura (1988), quien infiere selección materna con base al genotipo del polen. Los resultados aquí presentados, especialmente en la progenie de los ejemplares sometidos a autogamia, indican que existe competencia por los tubos polínicos, pero no selección por el genotipo del polen.

Con base en los resultados obtenidos en el presente estudio, es posible inferir que la simpatría de la variedad *aborigineus* y las líneas cultivadas permitiría un flujo génico conducente a la desintegración de ambas entidades. El impacto producido por la actividad humana en el área, que no refleja una intención de preservar la biodiversidad existente, sería el factor desencadenante de este flujo génico.

**Análisis de la F2:** Los resultados del análisis de la progenie realizado durante el período 1998/2000 indican que los descendientes del ejemplar 283 FL! presentaron mayor supervivencia y resistencia que aquellos sometidos a autofecundación (ejemplares 283A!, 346 A!). Estos resultados indican que al menos durante una generación, es posible mantener el vigor de la descendencia mediante autopolinización, pero se requiere de polinización cruzada para que esta característica perdure.

Algunos de los descendientes del ejemplar con presunto origen híbrido (357 FL!, FLN,

FLG), exhibieron problemas durante su desarrollo, lo cual podría ser interpretado como degeneración de la progenie híbrida. Sin embargo, otros llegaron a desarrollarse con vigor, aunque no resistieron el ataque de infecciones e infestaciones.

Los resultados obtenidos indican que existe polimorfismo en las poblaciones de la var. *aborigineus* en, al menos, una localidad del Noroeste de Argentina como consecuencia de hibridación natural por antropización del ambiente, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Freyre *et al.* (1996) y Beebe *et al.* (2001). Teniendo en cuenta los resultados del presente aporte, se implementarán nuevos estudios a nivel poblacional en otras áreas de Jujuy, Salta y Tucumán, con el fin de analizar la variabilidad existente, y aportar elementos de juicio como para implementar planes de preservación del germoplasma nativo.

## AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a la Universidad de Buenos Aires y al CONICET por los subsidios otorgados, con parte de los cuales fue financiada la presente investigación.

## RESUMEN

Se estudió una población polimórfica de *Phaseolus vulgaris* var. *aborigineus* que crece en el Noroeste de Argentina. Para dilucidar el origen de este polimorfismo fueron coleccionadas algunas plantas que pertenecían a la var. *aborigineus*, otras que exhibían dimorfismo floral y plantas que presentaban ciertos caracteres particulares. Luego de realizarles tratamientos de fecundación libre y autopolinización, se sembraron las semillas producidas en un invernáculo, aisladas del acceso de visitantes potencialmente polinizadores. Se siguió el crecimiento de cada planta hasta su fructificación. Se registró el número de plantas que se murieron debido a las infecciones. El número de plantas que florecieron y fructificaron fue registrado con el fin de estudiar su éxito reproductivo. Se analizaron los caracteres florales y se realizaron mediciones de las legumbres y sus semillas. Con los resultados obtenidos, las autoras concluyeron que los individuos que exhibían el dimorfismo floral probablemente sean el resultado de hibridación e introgresión entre la var. *aborigineus* y cultivares primitivos. Esta hipótesis se sustenta por la presencia de

segregación divergente, observada en la descendencia que exhibía esta segregación. Otros cultivares permiten un flujo génico entre las entidades parentales, con la consecuencia del establecimiento de una población híbrida coexistente con sus entidades parentales. Quizás como resultado de la introgresión, los ejemplares de la línea con características diferenciales exhiben caracteres diferentes a los de sus progenitores. Los resultados de la autopolinización y de la fecundación libre en los individuos asignados a la var. *aborigineus*, demuestran que la fecundación libre aporta una gran plasticidad genética, porque las generaciones posteriores persisten y son resistentes a las infecciones. Se hizo un seguimiento de la descendencia de la F1. Las plantas que pertenecían a la var. *aborigineus*, sometidas a fecundación libre, exhibieron crecimiento rápido y fueron saludables, mientras que la descendencia de los individuos con el dimorfismo floral mostraron características que permitieron concluir la posible existencia de degeneración de la progenie híbrida; estas características fueron: radícula recurvada con cotiledones que nunca surgen, ápice de las plántulas que se muere rápidamente, desarrollándose luego ramas en la axila uno de los cotiledones, y muerte de las plántulas después de algunas semanas. La degeneración de la progenie híbrida indica que un flujo génico no deseado en el área podría conducir a la disminución poblacional de la variedad silvestre en el área de estudio. El vigor, alto éxito reproductivo y resistencia a enfermedades de los ejemplares correspondientes a la var. *aborigineus* cuyo progenitor fue tratado para fecundación libre, y la progenie de la línea diferente estabilizada, son indicadores de la necesidad de preservar este germoplasma para evaluar su potencial agronómico a breve plazo. Los análisis de ADN ya iniciados permitirán confirmar las hipótesis aquí planteadas.

## REFERENCIAS

- Anónimo, 1998. STATISTICA for Windows [Computer program manual], StatSoft, Inc. Tulsa, UK.
- Baudet, J.C. 1977. Origine et classification des espèces cultivées du genre *Phaseolus*. Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique 110: 65-76.
- Beebe, S., J. Rengifo, E. Gaitan, M.C. Duque & J. Tohme. 2001. Diversity and origin of Andean landraces of common bean. Crop Sci. 41: 854-862.
- Beebe, S., O. Toro, A.V. Gonzalez, M.I. Chacon & D.G. Debouck. 1997. Wild-weedy-crop complexes of common bean (*Phaseolus vulgaris* L., Fabaceae) in the Andes of Peru and Colombia, and their implications for conservation and breeding. Genet. Res. Crop Evol. 44:73-91.
- Burkart, A. 1952. Las leguminosas argentinas silvestres y cultivadas. ACME. Buenos Aires. 569 p.

- Cattan-Toupance, L., Y. Michalakis & C. Neema. 1998. Genetic structure of wild bean populations in their South-Andean center of origin. *Theor. Appl. Genet.* 96: 844-851.
- Dafni, A. 1992. *Pollination ecology. A practical approach.* Oxford University. 250 p.
- Freyre, R.R., L. Ríos, D. Guzmán, D. Debouck & P. Gepts. 1996. Ecogeographic distribution of *Phaseolus* spp. (*Fabaceae*) in Bolivia. *Econ. Bot.* 50: 195-215.
- Hoc, P.S. & M.T. Amela García. 1999. Biología floral y sistema reproductivo de *Phaseolus vulgaris* var. *aborigineus* (*Fabaceae*). *Rev. Biol. Trop.* 47: 59-97.
- Marèchal, R., J.M. Mascherpa & F. Stainier. 1978. Estudio taxonómico de un grupo complejo de especies de *Phaseolus* y *Vigna*. *Boissiera* 28: 1-273.
- Nakamura, R.R. 1988. Seed abortion and seed size variation within fruits of *Phaseolus vulgaris*: pollen donor and resource limitation effects. *Amer. J. Bot.* 75: 1003-1010.
- Paredes, O.M. & P. Gepts. 1995. Extensive introgression of Middle American germplasm into Chilean common bean cultivars. *Genet. Resour. & Crop Evol.* 42: 29-41.