

EVALUACION DEL POTENCIAL AGRONOMICO DEL FRIJOL "ALADO" *Psophocarpus tetragonolobus* (L) D. C. EN LAS CONDICIO- NES DEL VALLE DEL CAUCA

Luis F. Hernandez O.*

Alvaro Muñoz C. *

Nelson Castellar P.**

COMPENDIO

En el ensayo se utilizaron cinco accesiones (ICA-66, UPS-018, UPS-020, UPS-139 y UPS-140) de frijol alado. Se realizó la caracterización botánica y fenológica del cultivo, aspectos referentes al comportamiento agronómico, fauna insectil que visitó el cultivo, enfermedades que lo afectaron y análisis bromatológico. La accesión de mejor comportamiento fue la ICA-66 ya que registró el mayor rendimiento de semillas por planta (120.13 g) y raíces tuberosas por planta (60 g). La accesión UPS-140 presentó el mayor valor de proteína en hojas (25.37 o/o), vainas (17.86 o/o) y semillas (35.03 o/o).

ABSTRACT

In this research five accessions (ICA-66, UPS-018, UPS-020, UPS-139 and UPS-140) of winged beans were used. The botanical and phenological characterization was accomplished and aspects relating to the agronomical behavior, insectile fauna visiting the crop, main diseases and bromatological analysis were studied too. The accession with better behavior was ICA-66 because of it showed the greater yield of seeds per plant (120.13 g) and tuberos roots per plant (60 g). The accession UPS-140 presented the greater value of protein in leaves (25.37 o/o), pods (17.86 o/o) and seeds (35.03 o/o).

* Estudiante de pre-grado. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

** Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

1. INTRODUCCION

Las leguminosas comestibles son fuente excelente de proteínas y aceites. Algunos expertos en nutrición sostienen que estas plantas pueden llegar a desempeñar un papel de importancia creciente en la solución de problemas alimenticios, en esta época de escasez de alimentos y común desnutrición.

Dentro de las leguminosas, el frijol alado, **Psophocarpus tetragonolobus** (L) D. C., se presenta como una planta de extraordinarias características nutritivas, por el hecho poco común de que no solamente sus semillas sino que también sus vainas, hojas y raíces tuberosas y sus flores son ricas en proteínas y se pueden consumir.

El frijol alado es una planta de mayor interés que las demás leguminosas por muchos aspectos: sus raíces engrosadas constituyen una fuente alimenticia similar al “ñame” (**Dioscorea** sp.), la “malanga” (**Colocasia esculenta**) o la “batata” (**Ipomea batatas**). Según la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos (2), las raíces tuberosas contienen 12-15 o/o de proteína, superando otras raíces y tubérculos comestibles como la yuca (1 o/o), la papa (2 o/o) o el ñame (2 o/o).

Otra característica de este frijol es que no necesita ser inoculado con bacterias nitrificantes para crecer vigorosamente ya que su capacidad de nodular es mayor que la soya y otras leguminosas.

Con el estudio se trató de analizar las posibilidades y perspectivas que ofrece este cultivo en nuestro medio. Los objetivos específicos de esta investigación sobre el frijol alado fueron: evaluar su comportamiento agronómico, elaborar la descripción morfológica de la planta, realizar la caracterización fenológica, hacer un inventario preliminar de los factores fitosanitarios y entomológicos asociados con su producción y realizar el estudio bromatológico de hojas, vainas, semillas y raíces.

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

La investigación se realizó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, en un lote perteneciente a la consociación Palmirita IP. T, cuyos suelos son profundos y evolucionados a partir de sedimentos aluviales, exhiben textura franco-arcillosa, drenaje externo lento, interno medio y natural moderado e imperfecto. La semilla de cinco accesiones (ICA-66, UPS-018, UPS-020, UPS-139 y UPS-140) de **Psophocarpus tetragonolobus** (L) D. C. fue facilitada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT.

Las distancias de siembra fueron 1.0 m entre surcos y 0.5 m entre plantas (Thompson y Haryono, 3); cada parcela constaba de cinco surcos con una longitud de 6.5 m. La siembra se realizó manualmente colocando una semilla por sitio a una profundidad de 3 cm, no siendo necesario resembrar debido al alto porcentaje de germinación de todas las accesiones (96 o/o). En la etapa de germinación y emergencia el riego que se empleó en el ensayo fue el de aspersión con regaderas, manteniendo el suelo con adecuada humedad, luego se aplicaron dos riegos por gravedad, uno a los 48 días y otro a los 63 días. Para el control de malezas se hicieron 4 desyerbas manuales, con azadón.

Con el fin de describir la morfología de la planta (caracteres botánicos) se tomó como modelo el registro utilizado en la caracterización morfoagronómica de la colección colombiana de frijol (Mesa y Mesa, 2). Para las observaciones y medidas se tomó un promedio de 30 plantas por accesoión. Las principales variables fueron fisiológicas, botánicas y agronómicas.

Se efectuaron cuatro análisis proximales o de Weende (hojas, vainas, semillas y raíces) de la accesoión que presentó mejor comportamiento (ICA - 66). Para las restantes accesiones (UPS-018, UPS-020, UPS-139 y UPS-140) sólo se determinó contenido de proteína total en hojas, vainas, semillas y raíces mediante el método de Kjeldahl, realizándose un total de 14 análisis.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Características morfológicas.

3.1.1. Características generales de la planta.

El hábito de crecimiento, en las cinco accesiones, fue indeterminado con guía larga. El ángulo de las ramas fue menor de 45° para todas las accesiones, sin embargo, en cinco plantas del surco central de la accesoión UPS-140 se observaron ángulos de ramificación de 45°.

3.1.2. Características del tallo y hojas.

En los primeros estados de desarrollo el tallo fue de color verde, luego cambió a morado en las accesiones ICA-66, UPS-018 y UPS-020; en las otras dos accesiones (UPS-139 y UPS-140) el color persiste durante todo su estado de desarrollo.

La longitud promedio del epicótilo osciló entre 1.75 y 3.26 cm, correspondiendo la menor longitud a la accesoión UPS-020 y la mayor a ICA-66;

el resto de accesiones registraron una longitud promedio de 2 cm. La accesión ICA-66 presentó mayor diámetro en la parte basal del tallo (0.73 cm); en las restantes el diámetro osciló entre 0.46 y 0.65 cm (Cuadro 1).

Las hojas se encuentran insertadas en los nudos del tallo principal y en sus ramificaciones, están formadas por tres folíolos los cuales se disponen en la extremidad del pecíolo. El largo y ancho del folíolo fue mayor en la accesión ICA-66 y menor para la accesión UPS-018.

3.1.3. Características de la flor.

La flor del frijol alado es típica de las papilionáceas: cáliz gamosépalo, de color verde (UPS- 139), morado (UPS- 140) o café oscuro (UPS-018, UPS-020 e ICA-66).

La flor fue de color azul claro (ICA-66 y UPS- 139), azul intenso (UPS-018 y UPS-020) o lila (UPS- 140). La inflorescencia es un racimo axilar, con pedúnculo largo y fino del cual salen más o menos cuatro pedicelos simples, cada uno con su respectiva flor.

3.1.4. Características de la vaina.

Una de las características sobresalientes de la vaina fueron sus cuatro alas longitudinales de forma prominente y onduladas. La sutura ventral está localizada entre los pares de alas, la superficie fue glabra y ligeramente rugosa.

La coloración varió ampliamente, desde verde con borde ligeramente morado (ICA-66), morado con sutura ventral verde (UPS-018 y UPS-020), hasta verde (UPS- 139 y UPS- 140).

La accesión ICA-66 (Cuadro 2) presentó las vainas más largas (24.85 cm) y anchas (2.36 cm).

El largo de las vainas secas no mostró diferencias entre UPS-018 y UPS-020, ya que osciló entre 14.3 y 14.5 cm; como tampoco entre UPS- 139 (11.1) y UPS- 140 (11.6 cm). El ancho de las vainas secas en UPS- 018, UPS-020, y UPS- 139 fue similar (1.80 cm); UPS- 140 presentó la menor dimensión (1.52 cm).

La accesión ICA-66 presentó el menor número de vainas por planta (13.17). La accesión UPS- 139 presentó el mayor número de vainas por planta (48.64) pero el menor número de semillas por vaina (5.21).

Cuadro 1

Características del tallo y hojas de frijol alado

Observaciones	Accesiones				
	ICA-66	UPS-018	UPS-020	UPS-139	UPS-140
	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}
Longitud del epicótilo (cm)	3.26	2.12	1.75	2.08	2.05
Color del epicótilo	Rosado	Verde	Verde	Verde	Verde
Largo del folíolo (cm)	14.64	8.43	9.11	8.83	8.63
Ancho del folíolo	10.62	7.09	7.60	6.97	7.31
No. de nudos en el tallo principal a floración	17.0	15.0	13.0	18.0	20.0
Grosor del tallo (cm)	0.73	0.46	0.57	0.55	0.65

Cuadro 2

Características morfológicas de la vaina de frijol alado

Observaciones	Accesiones				
	ICA-66	UPS-018	UPS-020	UPS-139	UPS-140
	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}
Largo de la vaina seca (cm)	24.85	14.33	14.51	11.13	11.67
Ancho de la vaina seca (cm)	2.36	1.83	1.80	1.78	1.52
Color de la vaina fresca	Verde-Morado	Morado-Verde	Morado-Verde	Verde	Verde
No. de vainas por planta	18.93	21.1	28.42	48.64	35.76
No. ramas con vainas	3.0	2.0	2.0	2.0	3.0
No. semillas por vaina	13.17	7.70	8.17	5.21	6.92

3.1.5. Características de la semilla.

La forma de la semilla fue redonda en las cinco accesiones, presentó un hilum como una cicatriz bastante sobresaliente. La capa epidérmica fue lisa y brillante (Cuadro 3).

A diferencia de la gran mayoría de los frijoles cultivados los cuales son de germinación epígea, la germinación hipógea del frijol alado le permite defenderse de los insectos trozadores. En efecto, cuando estos trozan los epicótilos de las plántulas, las semillas al cabo de unos días (cinco en promedio) vuelven a emitir otras estructuras con sus respectivos folíolos.

Esto permitió obtener un rebrotamiento del 100 o/o tanto en condiciones de campo como en pruebas de germinación con papel enrollado en las cuales se trozó artificialmente el epicótilo.

Las nuevas estructuras se desarrollan y conducen a plantas adultas normales. Estas estructuras salen de yemas laterales que se encuentran en las semillas.

3.1.6. Características de la raíz.

La raíz primaria adquiere un desarrollo exagerado con relación a las raíces secundarias, debido al almacenamiento de sustancias elaboradas por la planta, a este tipo de raíces se les denomina fasciculada-tuberosas.

En las accesiones UPS- 139 y UPS- 140 la raíz fue solamente fasciculada, no se sabe si por influencia del ambiente o porque su carga genética no les permite desarrollar tubérculos (Cuadro 4).

3.2. Descripción fenológica del cultivo.

El frijol alado presentó un período vegetativo promedio de 154 días en las accesiones UPS-018, UPS-020, UPS-139 y UPS-140, dividido en una fase vegetativa de 51 días y una fase reproductiva de 103 días. La fase vegetativa de la accesión ICA-66 duró 63 días y la reproductiva 144 días, para un total de 207 días.

3.3. Comportamiento agronómico.

3.3.1. Altura de planta.

En la etapa de desarrollo el frijol alado creció lentamente y a las cuatro semanas el crecimiento se aceleró hasta llegar a sobrepasar los tutores. En

Cuadro 3

Características de la semilla de frijol alado

Observaciones	Accesiones				
	ICA-66 \bar{X}	UPS-18 \bar{X}	UPS-020 \bar{X}	UPS-139 \bar{X}	UPS-140 \bar{X}
No. semillas por vaina	13.17	7.70	8.17	5.21	6.92
Forma de la semilla	Redonda				
Color básico de la semilla	Café claro	Púrpura osc.	Púrpura osc.	Crema	Verde oliva
Brillo de la semilla	Brillante				
Largo de la semilla seca (mm)	9.70	8.24	8.26	7.88	8.38
Grueso de la semilla seca (mm)	8.76	7.10	7.26	6.96	7.58
Peso de 100 semillas (g)	46.40	26.25	31.03	23.83	29.72
Rendimiento por planta	120.13	43.63	62.32	67.96	70.72
Rendimiento por parcela útil (kg)	3.96	1.44	2.06	2.24	2.33

Cuadro 4

Características morfológicas de la raíz de frijol alado

Observaciones	Accesiones				
	ICA-66 \bar{X}	UPS-018 \bar{X}	UPS-020 \bar{X}	UPS-139 \bar{X}	UPS-140 \bar{X}
Largo total de la raíz (cm)	60.0	54.0	53.0	56.0	55.0
Longitud de la raíz tuberosa (cm)	15.0	11.0	13.0	-	-
Diámetro de la raíz tuberosa (cm)	3.0	2.0	2.3	-	-
Rendimiento de raíces tuberosas por planta (g)	60.0	51.0	57.0	-	-
Rendimiento de raíces tuberosas por parcela útil (kg)	1.98	1.68	1.88	-	-

Cuadro 5

Análisis de proteína (método de Kjeldahl) para las accesiones UPS-018, UPS-020,
UPS-139 y UPS-140

Accesión	Proteína total (o/o)			
	Hojas	Vainas	Granos	Raíces tuberosas
UPS-018	21.14	16.04	33.68	18.75
UPS-020	21.00	17.50	34.78	19.50
UPS-139	23.91	15.16	33.68	
UPS-140	25.37	17.86	35.03	

Cuadro 6

Análisis proximal o de Weende para la accesión ICA-66

Determinación	Hojas o/o	Vainas o/o	Granos o/o	Raíces tuberosas o/o
Humedad	5.79	5.90	9.07	5.83
Cenizas	12.35	6.10	0.38	7.40
Grasas	5.11	3.23	16.32	4.17
Fibra cruda	14.77	19.85	6.74	17.0
Proteína	16.62	14.88	22.45	17.90
Extracto libre de Nitrógeno	45.36	50.04	45.04	47.70

el ensayo la altura sobrepasó los 2 m, destacándose la accesión UPS- 140 (3 m), la de menor crecimiento fue UPS-018 (2.70 m).

3.3.2. Defoliación.

En las cuatro accesiones UPS la defoliación se presentó en forma total a los 138 días; mientras que en ICA-66 se presentó una semana después.

3.3.3. Dehiscencia.

La forma como se realizó la dehiscencia fue ventro-dorsal, la cual es característica de las leguminosas. Se observó dehiscencia en las cinco accesiones, esta característica se presenta después de que la vaina llega a su madurez completa.

3.3.4. Nodulación.

El frijol alado desarrolla espontáneamente en nuestro medio una extraordinaria nodulación. Los nódulos son redondos o ligeramente ovalados; con un diámetro promedio de 8.5 mm, la mayoría son nódulos efectivos.

El número de nódulos fue superior a 100 por planta (según parámetros estipulados por el CIAT). Esta característica de abundante nodulación, permite a la planta fijar grandes cantidades de N_2 atmosférico.

3.3.5. Germinación.

Al germinar las semillas conservan los cotiledones en el interior del suelo, de donde origina los órganos aéreos.

La germinación en todas las accesiones fue alta presentando en promedio 96 o/o.

Las pruebas de germinación de semillas, mantenidas en condiciones ambientales ocho meses después de haber sido cosechadas, dieron un 100 o/o de viabilidad unido a alto vigor de plántula.

3.4. Plagas y enfermedades.

Los insectos plagas que presentan mayor potencial de daño son: el *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae); los chupadores del follaje, *Aphis* sp. (Homoptera, Aphididae); *Bemisia tabaci* (Homoptera, Aleyrodidae) y *Corythucha gossypii* (Hemiptera, Tingidae).

Los insectos benéficos de prevalencia en el cultivo fueron: **Hipodamia convergens** y **Cicloneda sanguinea** (Coleoptera, Coccinellidae); **Polystes** sp. (Hymenoptera, Vespidae) y **Chrysopa** spp. (Neuroptera, Chrysopidae).

Las principales enfermedades que afectaron al frijol alado fueron el añublo común, ocasionado por la bacteria **Xanthomonas phaseoli**, y una afección causada posiblemente por micoplasmas.

3.5. Análisis bromatológicos.

La accesión UPS- 140 (Cuadro 5) presentó el mayor contenido proteínico en hojas (25.37 o/o), vainas (17.86 o/o) y semillas (35.03 o/o).

Las raíces tuberosas producidas por las accesiones ICA-66 (Cuadro 6), UPS-018, y UPS-020 registraron un contenido proteínico promedio de 18.7 o/o. Las accesiones UPS- 139 y UPS- 140 no formaron raíces tuberosas.

4. CONCLUSIONES

- 4.1. El “frijol alado”, **Psophocarpus tetragonolobus** (L.) D. C. presentó en nuestro medio un buen comportamiento agronómico.
- 4.2. Su desarrollo fenológico, su comportamiento como cultivo semestral pero de largo período vegetativo, su forma de manejo, su múltiple aprovechabilidad y su alto valor nutricional, lo hacen apropiado para ser cultivado en las condiciones del campesino de escasos recursos y en suelos de baja fertilidad.
- 4.3. Dentro de las accesiones evaluadas existen varias promisorias, con buena adaptación, aparente resistencia a enfermedades, buena producción de semillas/planta (ICA-66) y buen contenido proteínico en hojas, vainas, semillas (UPS- 140) y raíces (ICA-66).

5. BIBLIOGRAFIA

1. MESA C, J. H.; MESA C, O. J. Caracterización morfoagronómica de la colección colombiana de frijol (**Phaseolus vulgaris** L.). Palmira, Universidad Nacional de Colombia, 77 p. 1977. (Trabajo de grado. Ing. Agr.).
2. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. The winged bean; a high protein crop for the tropics. Special Report. n. 17, 1975. 41 p.
3. THOMPSON, A. E.; HARYONO, S. K. Winged bean: unexploited tropical food crop. Hortscience. v. 15, p. 233-238. 1980.