

ESTRUCTURA ANATÓMICA DE LOS TALLOS DE *Phaseolus Vulgaris* L. (FABACEAE). RESISTENCIA AL VUELCO*

MARÍA DEL CARMEN MENÉNDEZ SEVILLANO¹;
ANA D'AMBROGIO¹ y M. DE SIMONE²

Recibido: 23/02/00

Aceptado: 14/07/00

RESUMEN

La aptitud varietal para la "recolección directa en planta" es uno de los criterios de selección utilizados en los trabajos de mejoramiento genético de poroto. Entre las características del ideotipo de planta para llevarla a cabo figura la resistencia al vuelco y se ha demostrado que existe correspondencia entre este carácter y la proporción de tejidos vasculares presente en el tallo de las plantas adultas. El objetivo de este trabajo es establecer si existe una correlación positiva entre la superficie ocupada por los tejidos vasculares en tallos jóvenes y adultos. Esto permitiría establecer las bases para desarrollar una metodología de evaluación temprana en la selección de líneas de poroto adaptadas a la cosecha directa. Se tomaron muestras de tallos en etapas tempranas y avanzadas, en lotes de multiplicación llevados a cabo en la Provincia de Salta. Se realizaron transcortes con micrótopo determinándose el área ocupada por los tejidos considerados usando un digitalizador de imágenes.

Los análisis estadísticos mostraron la existencia de una correlación positiva entre la proporción de los tejidos vasculares de tallos en etapas tempranas y adultas (0,967 significativo al nivel del 1%).

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris* L., poroto, mejoramiento, anatomía, tejido vascular, resistencia al vuelco, cosecha directa.

STEM ANATOMIC STRUCTURE OF *Phaseolus vulgaris* L. (FABACEAE) LODGING RESISTANCE

SUMMARY

Selection criteria used in genetic improvement of beans include the variety aptitude for "direct collection from the standing plant". Among the characteristics of the plant type to seek is lodging resistance and the correspondence between this character and the proportion of vascular tissues in the stems of adult plants, has been proved. The aim of this work is to establish whether there is positive correlation between the surface occupied by the vascular tissues in young and adult stems. This would allow to establish bases for developing early evaluation methodology in the selection of beans breeding lines adapted to direct combine harvesting. Stem samples were picked in early and advanced growth stages in multiplication fields in the province of Salta. Microtome transversal cuts were made to determine the area occupied by the tissues being studied, using an image digitalizer.

Statistical analysis showed that positive correlation existed between the proportion of vascular tissues in early and adult stages (0.967 significant at 1% level).

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., beans, improvement, anatomy, vascular tissue, lodging resistance, direct combine harvesting.

*Trabajo realizado con el apoyo institucional de la Universidad de Buenos Aires (UBA, Proyecto UBACYT N°AG034) y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

¹Cátedra de Botánica. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453, 1417 Bs As, Argentina. Tel: (54-11) 4524-8069. Fax: (54-11) 4522-1687. Correo electrónico: sevillan@mail.agro.uba.ar

²Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). EEA-INTA-Cerrillos. cc228, 4403 Salta, Argentina. Tel: (54-0387) 902081. Fax: (54-0387) 902214. Correo electrónico: mdesimone@inta.gov.ar

INTRODUCCIÓN

En las provincias del noroeste argentino (Salta, Tucumán y Jujuy) se produce poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) sobre una superficie media anual de 200.000 ha. El 90% de la producción se destina a la exportación, generando un ingreso de 135 millones de Euros al año (De Simone, 1999).

Para mantener y aumentar la inserción en el mercado exportador, es necesario reducir los costos de producción y mejorar la calidad del producto final. Una de las técnicas para conseguir esto es la "recolección directa en planta", del cultivo de poroto (Ablet, 1998) y su implementación depende de 3 factores: aptitud varietal, manejo cultural y equipamiento mecánico (De Simone *et al.*, 1992).

La cosecha convencional de poroto resulta exitosa en explotaciones de 50 a 200 ha, pero con el aumento de las unidades de explotación, que en la actualidad están entre las 1000 y 10.000 ha resulta inapropiado. Con el sistema convencional de arrancado, engavillado y acordonado el período de trilla se puede prolongar hasta 60-80 días, con importante pérdida de cantidad por desgrane, y de calidad por manchado y brotado de los granos durante el tiempo que permanecen en el cordón a la espera de la trilla (De Simone *et al.*, 1992). En los trabajos de investigación desarrollados en la Argentina uno de los principales criterios de selección de las líneas y variedades de poroto es la adaptación a la cosecha directa (De Simone *et al.*, 1993). Una de las características que permiten implementarla es la resistencia al vuelco (Carneiro *et al.*, 1991) y la proporción de tejido vascular presente en los tallos adultos al momento de la cosecha de poroto influye en dicha resistencia (da Silva y Do Carmo, 1991; Menéndez Sevillano *et al.*, 1993).

El objetivo de este trabajo es establecer si existe una correlación positiva entre la superficie ocupada por el tejido vascular presente en etapas tempranas de los tallos de poroto y en los tallos adultos correspondientes. Tal comprobación permitiría establecer las bases para el desarrollo de una metodología de evaluación temprana en la

selección de líneas de poroto adaptadas a la cosecha directa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material se obtuvo en lotes de multiplicación de la Estación Experimental Agropecuaria de Salta en la localidad de Cerrillos, Provincia de Salta (24° 55' Lat. S, 65° 25' Long. W y 1.154 msm).

En campañas agrícolas anteriores el material de los cultivos ya había sido caracterizado a campo en cuanto a su respuesta al vuelco que se realiza en la etapa R₈ (llenado de vainas)¹ considerándose volcadas aquellas plantas que forman un ángulo menor de 45° con la superficie del suelo.

Dado que en floración (R₆) es el momento de mayor susceptibilidad al vuelco, se hizo un estudio comparativo entre esta etapa y la etapa vegetativa de tercera hoja trifoliolada (V₄).

Entre los materiales evaluados a campo se seleccionaron 3 líneas tipo blanco grande (alubia, Arg.) con hábito de crecimiento tipo I (determinado erecto, CIAT, 1984) sobre la base de sus características contrastantes con respecto a su comportamiento al vuelco.

- **Alubia Cerrillos:** alto porcentaje de plantas volcadas al momento de la cosecha (90%).
- **Alule 91 y Línea 8:** menor porcentaje de plantas volcadas al momento de la cosecha, 25% y 15%, respectivamente.

De cada línea se tomaron muestras de tallos elegidos al azar en 3 repeticiones de 10 plantas cada una, en la etapa V₄ y en la etapa R₆. Se seccionó una porción de 1 cm del tercer entrenudo, contando a partir de la inserción de los cotiledones y se conservaron en FAA (formaldehído al 40%, ácido acético, alcohol 96° y agua).

Las porciones de tallo fueron lavadas y en el caso de las de la etapa R₆, hervidas en agua durante media hora Alubia, una hora y media Alule 91 y dos horas Línea 8, en función de la dureza de sus tallos.

Para la descripción de la estructura anatómica se seleccionaron tallos representativos de cada uno de los genotipos y se los incluyó en parafina, deshidratándolos mediante una serie de alcoholes etílicos ascendentes, clarificándolos con xileno e infiltrándolos en Paraplast. Los transcortes fueron realizados con micrótopo rotativo tipo Minot a 10 μm de espesor, desparafinados, coloreados con Safranina-Fast-green y montados con Depex. Se tomaron fotografías con un fotomicroscopio Zeiss Axioplan.

Para determinar el porcentaje del tejido vascular con

¹Las etapas de desarrollo de V y R corresponden a la "Escala de desarrollo de la planta de frijol" establecida por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1983)

respecto al área total considerada (Tejido vascular+ médula) presente en los tallos, se realizaron transcortes con micrótopo de deslizamiento de 15 μm , de todo el material recolectado, 30 cortes por cada línea (10 muestras por cada repetición).

Los cortes fueron montados en gelatina glicerada y esquematizados con tubo de dibujo Wild para estereomicroscopio Wild M-11, sobre los que se obtuvo el área ocupada por los tejidos con un digitalizador de imágenes Mini-Mop (Kontron, 1985).

Con los datos así obtenidos se realizó un análisis de varianza con un modelo de diseño completamente aleatorizado (D.C.A.) y un análisis de correlación del porcentaje de tejido vascular presente en las dos etapas R_6 y V_4 . Se realizaron comparaciones múltiples, por medio del test de Tuckey. Los datos fueron procesados con el programa estadístico Statgraphics (STTS, 1987).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción anatómica

La observación de la composición histológica de los tallos en las dos etapas V_4 y R_6 permiten delimitar los tejidos vasculares a mensurar en las tres líneas de porotos estudiadas.

En los transcortes de tallo (Figura 1) se pueden distinguir los siguientes tejidos: una epidermis unistrata y tejido colenquimático en los ángulos, 3-4 capas de células grandes parenquimáticas y una capa de células pequeñas a modo de vaina amilífera limitando la zona cortical; por debajo un cilindro discontinuo de fibras protofloemáticas presente en ambas etapas V_4 y R_6 , pero con elementos celulares de paredes más gruesas y lignificadas en R_6 .

En la etapa V_4 , los tejidos de conducción se

disponen en haces colaterales separados entre sí por amplias regiones de parénquima interfascicular; en R_6 la actividad cambial ya ha generado xilema secundario con gran proporción de fibras los vasos están dispuestos en grupos de 2-6, encontrándose también algunos solitarios.

Este modelo, si bien es común a las tres líneas, en Alubia Cerrillos se observa una menor proporción de tejido vascular y fibras protofloemáticas lignificadas con paredes más delgadas que en las fibras de las otras líneas, más evidente en la etapa R_6 .

En la figura 1, A_2 , B_2 y C_2 se observan las células de los radios xilemáticos, que de acuerdo con Doult (1932) son radialmente alargadas.

La médula tiene células parenquimáticas grandes con meatos y es compacta cuando el tallo es joven, pudiendo romperse a la madurez.

Determinación del porcentaje de tejido vascular

En la Figura 2 se representan los esquemas del área ocupada por el tejido vascular, en las tres líneas y en las dos etapas (V_4 y R_6). Se puede observar la menor superficie ocupada por el tejido vascular en Alubia Cerrillos con respecto a Línea 8 y Alule 91.

El Cuadro N°1 presenta los valores promedios del porcentaje de los tejidos, en relación al total del área considerada (tejido vascular + médula) en las tres líneas y las dos etapas. Estos mismos porcentajes se pueden observar en el gráfico de barras (Figura 3).

Cuadro N°1. Promedio del porcentaje de los tejidos, en relación al área considerada (tejido vascular + médula) en las tres líneas estudiadas y las dos etapas consideradas.

GENOTIPO	ETAPAS DE DESARROLLO	
	TERCERA HOJA TRIFOLIOLADA (V_4)	FLORACIÓN (R_6)
ALUBIA	26,8 % a	40,5 % a
ALULE 91	28,3% b	55,8% b
LÍNEA 8	29,8% c	65,6% c

Letras diferentes en las columnas indican significancia de $P < 0,05$

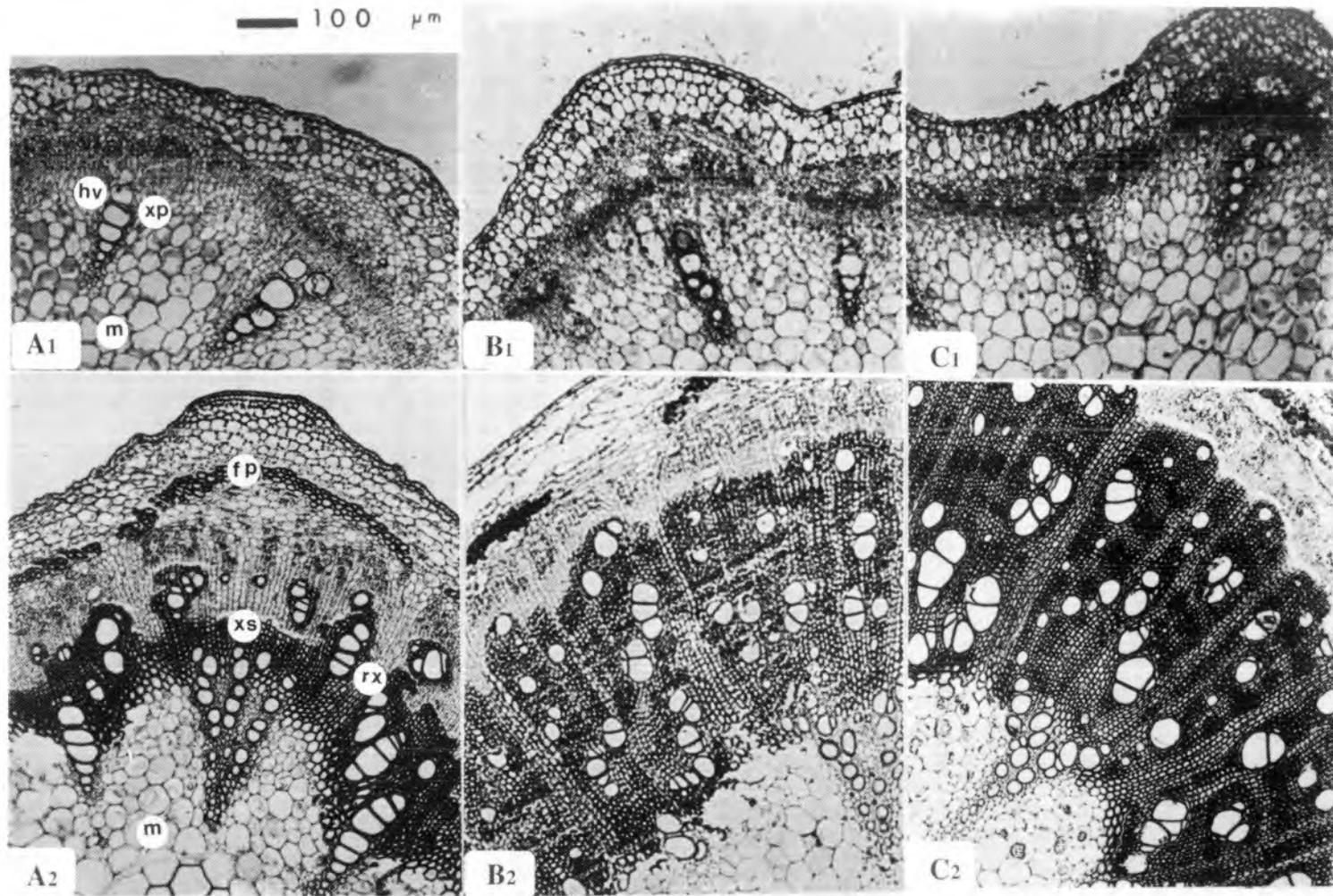


Figura 1. Fotomicrografías de los cortes transversales de los tallos de poroto de las tres líneas y en las dos etapas estudiadas. A: Alubia Cerrillos. B: Alule 91. C: Línea 8. 1: Etapa V_4 . 2: Etapa R_6
hv: haces vasculares. xp: xilema primario. xs: xilema secundario. fp: fibras protofloemáticas. rx: radios xilemáticos. m: médula

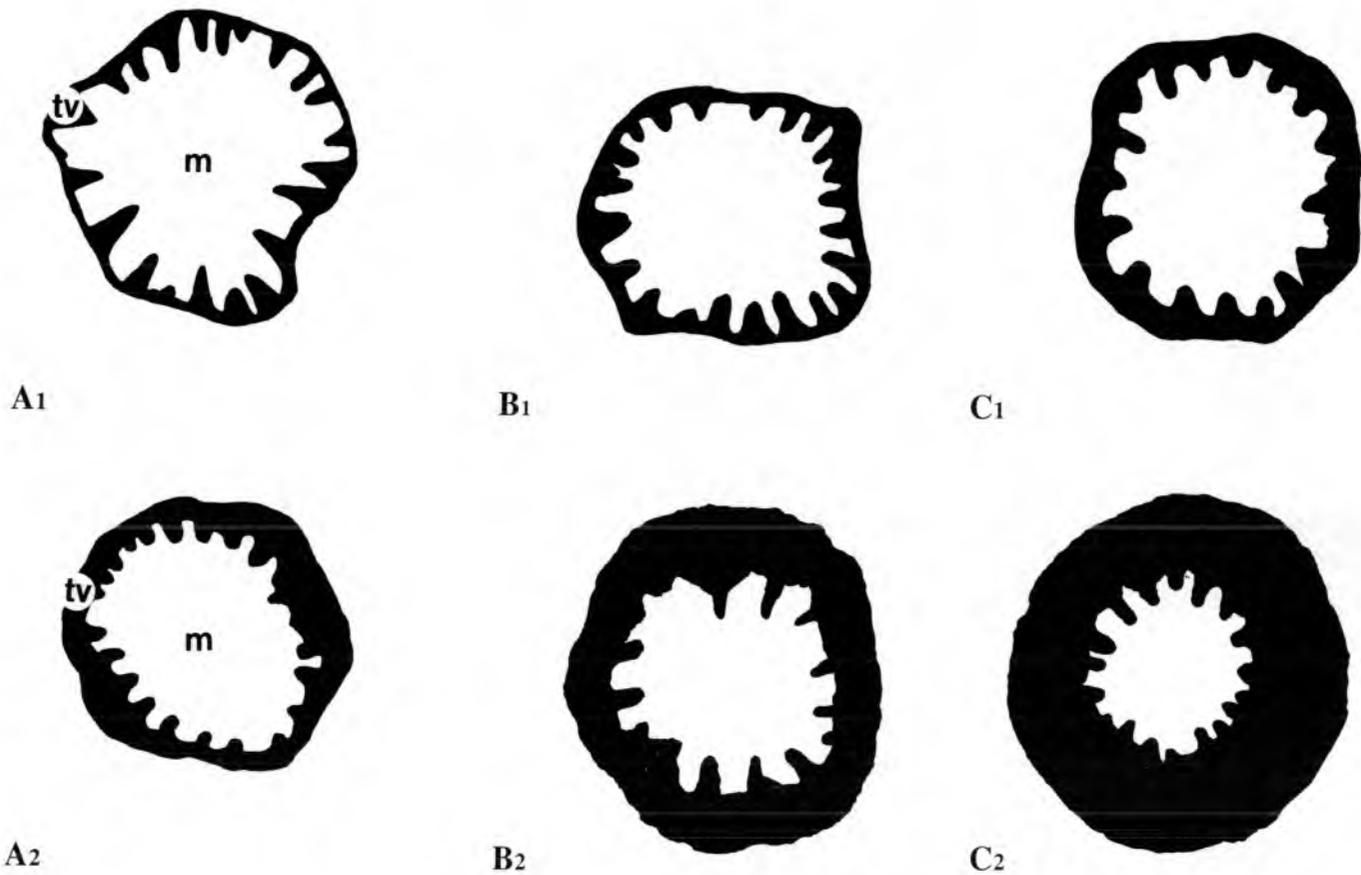


Figura 2. Esquemas del área ocupada por el tejido vascular. A: Alubia Cerrillos. B: Alule 91. C: Lína 8. 1: Etapa V₄ 2: Etapa R₆. tv: tejido vascular. m: médula

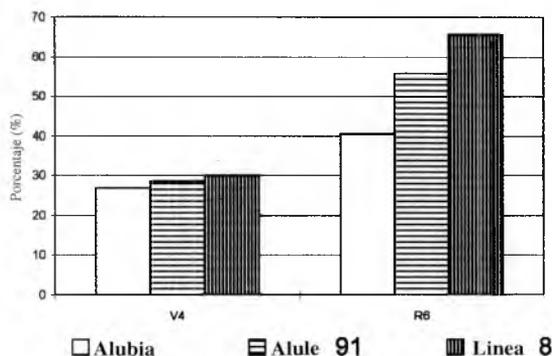


Figura 3. Relación espacial entre el tejido vascular y el área total considerada (Tejido vascular + médula) en las tres líneas y las dos etapas estudiadas.

La cantidad de tejido vascular mensurada estuvo relacionada con el comportamiento de las líneas a campo, ya que Alubia Cerrillos, la de mayor tendencia al vuelco, presenta el menor porcentaje de área ocupada por el tejido vascular en las dos etapas consideradas, 26,8% y 40,5 % V_4 y R_6 respectivamente. En las otras dos líneas, que mantienen una mayor proporción de plantas erectas al momento de la cosecha, presentan un mayor porcentaje de tejido vascular, Alule 91 con 28,3% y 55,8% y Línea 8 con 29,8% y 65,6%. Las diferencias de porcentaje de tejido vascular entre líneas fueron significativas en un valor de $P < 0,05$.

El análisis de correlación entre ambas etapas (Cuadro N° 2) muestra que en las tres líneas el

porcentaje de tejido vascular encontrado en la etapa R_6 presenta una correlación positiva con el de la etapa V_4 (0,97 significativo al nivel de 1%).

Cuadro N° 2. Coeficientes de correlación entre los porcentajes de tejido vascular en las dos etapas consideradas de las tres líneas estudiadas.

	Coef.Corr.	Signif.
Alubia	0,955	1%
Alule 91	0,963	1%
Línea 8	0,978	1%

CONCLUSIONES

La importancia del área ocupada por el tejido vascular en la selección de genotipos de porte erecto resistentes al vuelco, ya había sido establecida por da Silva y do Cormo (1991). La correlación encontrada en este trabajo, entre el tejido vascular presente en tallos adultos y jóvenes de porotonos permitiría implementar una metodología de selección temprana, lo cual disminuiría los tiempos requeridos para la obtención de líneas adaptadas a la "recolección directa en planta".

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al Ing. Eduardo Sierra por su colaboración en el análisis de los datos estadísticos.

BIBLIOGRAFÍA

- ABLET, G. 1998. Effect of seeding rate and harvest method on agronomic characteristics of white beans. *Canadian Journal of Plant Science* 68(3): 801-804.
- CIAT. 1983. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común. Guía de estudio. Ed. XYZ. CIAT. Cali Colombia. (Serie 04SB-09.03). 26 p.
- CIAT. 1984. Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Guía de estudio. Ed. XYZ. CIAT. Cali. Colombia. (Serie 04SB-09.01). 56 p.
- da SILVA, H.T. and M. P. do CORMO. 1991. Comparative stem anatomic study of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes. *Bean Improvement Cooperative*. 34:74-75.
- DE SIMONE, M. E., V.N. FAILDE, A.S. GARCÍA, C.A. y PANADERO. 1992. Recolección mecánica de judías para grano seco en la República Argentina. *Riv. di Ing. Agr.* 23 (2): 65-72.

- DE SIMONE, M. E., V.N. FAILDE, A.S.GARCÍA, y C.A. PANADERO.** 1993. Adaptación de variedades y líneas de judías secas a la recolección mecánica directa. *Actas 25º Conferencia Internacional de Mecanización Agraria*. Zaragoza. España. pp: 231-235.
- DE SIMONE, M.D.** 1999. Estudio de los principales parámetros de diseño y regulación del sistema de trilla convencional para judías secas. Tesis para optar al grado de Doctor Ingeniero Agrónomo. *Universidad Politécnica de Valencia*. España. 156 pp
- CARNEIRO, J.E., P.A.A. PEREIRA, H.AIDAR, C.C. DA SILVA and E.T. DE OLIVERA.** 1991. Development of dry bean cultivars adapted to mechanical harvest. *Bean Improvement Cooperative*. 34: 160-161.
- DOUTT, M. T.** 1932. Anatomy of *Phaseolus vulgaris* L. Black Valentine. *Technical Bulletin* N° 128: 4-31.
- KONTRON.** 1985. Mini-Mop. Image analysis systems. Kontron Electronic Group-Kontron Bildanalyse.
- MENÉNDEZ SEVILLANO, M. DEL C.; A.D'AMBROGIO; M. TOURN, M.C. GRÓTTOLA y G. ROÍTMAN.** 1993. Spacial relationship of the vascular and supporting tissues in stems of commercial beans genotypes: correlations with agronomic characterers. Preliminary results. *Bean Improvement Cooperative*. 36: 72-73.
- STTS.** 1987. Statistical graphics Corporation Inc. and Lauer Software.