

# RESPUESTA DE LAS SEMILLAS DE CINCO ESPECIES DE LEGUMINOSAS FORRAJERAS A TRATAMIENTOS PARA GERMINACION

José Enrique Ararat R.  
Luis V. Malaver H. (\*)

## I. INTRODUCCION

En Colombia la ganadería es de gran importancia, tanto por la necesidad que tiene el país de leche, carne y sus respectivos subproductos, como por los empleos directos e indirectos que genera.

El problema forrajero reviste cada vez mayor interés. El Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, ha recomendado las Gramíneas y Leguminosas adaptadas a las diversas regiones y señalado las posibilidades de obtener adecuadas mezclas, dadas las ventajas que ofrecen: aumentos en la cantidad y calidad de forrajes por unidad de superficie; conservación y mejoramiento de la fertilidad de los suelos; economía en la aplicación de fertilizantes nitrogenados, etc. Uno de los factores que obstaculiza la utilización de las mezclas de gramíneas y leguminosas, es la frecuente ocurrencia en éstas últimas de "semillas duras", de muy difícil germinación.

## II. MATERIALES Y METODOS

### A. Materiales.

1. Especies utilizadas. — En la Tabla I se describen las especies experimentales, cuyas semillas se habían cosechado y desgranado manualmente, tratado con DDT 5 o/o en polvo y almacenado en cajas de madera.

2. Medio para germinar. — En el invernadero se utilizó una mezcla 1:1 de suelo y arena, tratada con Brassicol 75 P.M. En el laboratorio se utilizó papel toalla esterilizado, colocado sobre parrillas de una cámara para germinación.

### B. Métodos.

1. Tratamientos. — Ver Tabla II.

2. Diseño Experimental. En el Invernadero se utilizó el diseño de Bloques al Azar con 4 repeticiones para cada especie y por tratamiento, a razón de 300 semillas en cada unidad experimental. En el Laboratorio el diseño que se siguió fué el Completamente al Azar con 3 repeticiones para cada especie y por tratamiento, a razón de 100 semillas en cada unidad experimental.

(\*) Sr. J.E. Ararat R. estudiante de pre-grado.

Dr. L.V. Malaver H. I.A., M.Sc. Profesor Facultad Ciencias Agropecuarias Palmira.

TABLA I

Descripción botánica de las especies utilizadas

Nombre		Común	Hábito	Duración	Propagación
Científico					
<i>Calopogonium mucunoides</i>	Desv.	Calopo	Rastrero	Semiperenne	Sexual
<i>Centrosema plumieri</i>	Benth	Centrosema	Rastrero	Bianual	Sexual
<i>Desmodium tortuosum</i> (Sw.)	DC	Pega-pega	Erecto	Perenne	Sexual
<i>Glycine wightii</i> (Grah.)	Verdcourt	Soya forrajera	Rastrero	Perenne	Sexual
<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb)	Benth	Kudzú tropical	Rastrero	Perenne	Sexual

TABLA II

Tratamientos realizados

No.	Especificaciones			
1	Testigo			
2				24 horas
3	a)	Remojo en agua a 18 <sup>o</sup> C	durante	48 horas
4				72 horas
5				1 minuto
6	b)	Remojo en agua a 96 <sup>o</sup> C	durante	5 minutos
7				10 minutos
8			al 5 o/o	
9	c)	Remojo en Acido Sulfúrico	al 25 o/o	
10		durante 10 minutos :	al 37 o/o	
11			al 95 o/o	
12			al 5 o/o	
13	c)	Remojo en Acido Clorhídrico	al 25 o/o	
14		durante 10 minutos :	al 37 o/o	

- a) Siembra de semilla húmeda
- b) Siembra de semilla secada a la sombra
- c) Siembra de semilla lavada y secada a la sombra

3. Análisis Estadístico. — Se realizó el Análisis de variancia a cada especie y en las condiciones de invernadero. Se estableció, en términos de porcentaje promedio, la diferencia estadística entre el Testigo y los Tratamientos mejorantes, entendiéndose bajo este término los tratamientos que aumentaron el porcentaje de germinación respecto al Testigo. Esto se hizo por el sistema de Prueba de F al nivel del 5 o/o de significancia y comparación entre medias de tratamientos.

### III. RESULTADOS

#### A. — En condiciones de laboratorio.

En las Tablas III y IV se presentan los datos, de la germinación promedia en el Testigo y en los tratamientos mejorantes de las especies *C. muconoides* y *C. plumieri* que exhibieron un comportamiento similar. Cuando se remojó con agua a 96°C se observaron efectos desfavorables para la germinación, más notorios a medida que aumentó el tiempo de exposición de la semilla a tales condiciones. En los tratamientos con agua a 18°C quedó el mayor número de semillas inalteradas, lo cual se traduce en mayor porcentaje de **semilla potencialmente germinable**. El ácido clorhídrico aumentó el porcentaje de germinación en proporción directa al aumento de concentración. Comparado con el ácido sulfúrico, dió resultado menos favorable, además de que disminuyó en mayor grado la cantidad de semilla potencialmente germinable. El mayor porcentaje de germinación se logró remojando la semilla en Acido Sulfúrico al 95 o/o durante 10 minutos.

En *D. tortuosum* se observó un efecto favorable para la germinación en proporción directa al aumento de tiempo de remojo en agua a 18°C y en proporción inversa al aumento de tiempo de remojo en agua a 96°C (Tabla V). Este efecto desfavorable se produjo más drásticamente en *P. phaseoloides* y *G. wightii* (Tablas VI y VII).

Respecto a los ácidos utilizados, las especies *D. tortuosum*, *G. wightii* y *P. phaseoloides* mostraron un comportamiento bastante similar, observándose la tendencia a disminuir el porcentaje de germinación en la medida en que se aumentó la concentración de la disolución ácida.

La Tabla VIII muestra los porcentajes de semillas duras determinados en las pruebas de laboratorio.

#### B. En condiciones de invernadero.

El porcentaje de germinación aumentó solamente en los tratamientos con ácidos, dando mejores resultados el Acido Sulfúrico y, se observó la misma tendencia exhibida en el laboratorio, es decir: A medida que aumentó la concentración de las disoluciones ácidas aumentó el porcentaje de germinación en *muconoides* y *C. plumieri* y disminuyó en *D. tortuosum*, *G. wightii* y *P. phaseoloides* (Tablas III, IV, V, VI y VII).

TABLA III

Diferencias entre el Testigo y los Tratamientos mejorantes de la germinación en Calopo

Tratamiento	Porcentaje promedio		Diferencias	
	(a)	(b)	(a)	(b)
Testigo	14	49	-----	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (5 <sup>o</sup> /o) - 10 min	15	51	1	2
HCl (5 <sup>o</sup> /o) - 10 min	15	(c)	1	-
H <sub>2</sub> O (18 <sup>o</sup> C) - 48 h	16	(c)	2	-
HCl (25 <sup>o</sup> /o) - 10 min	17	(c)	3	-
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (25 <sup>o</sup> /o) - 10 min	18	55	4	6
H <sub>2</sub> O (18 <sup>o</sup> C) - 72 h	20	(c)	6	-
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (37 <sup>o</sup> /o) - 10 min	21	61	7	12
HCl (37 <sup>o</sup> /o) - 10 min	22	(c)	8	-
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (95 <sup>o</sup> /o) - 10 min	44	81	30	* 32

\* Significativo al nivel del 5<sup>o</sup>/o

(a) Laboratorio: Conteo a los 10 días

(b) Invernadero: Conteo acumulativo durante 21 días

(c) No hubo aumento respecto al testigo

TABLA IV

Diferencias entre el Testigo y los Tratamientos mejorantes de la germinación en Centrosema

Tratamiento	Porcentaje promedio		Diferencias	
	(a)	(b)	(a)	(b)
Testigo	20	37	-----	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (5 <sup>o</sup> /o) - 10 min	21	38	1	1
H <sub>2</sub> O (18 <sup>o</sup> C) - 48 h	21	38	1	1
H <sub>2</sub> O (18 <sup>o</sup> C) - 72 h	24	40	4	3
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (25 <sup>o</sup> /o) - 10 min	22	42	2	4
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (37 <sup>o</sup> /o) - 10 min	24	45	4	* 8
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (95 <sup>o</sup> /o) - 10 min	40	71	20	** 34
HCl (37 <sup>o</sup> /o) - 10 min	(c)	38	-	1

\* Significativo al nivel del 5<sup>o</sup>/o\*\* Altamente significativo al nivel del 5<sup>o</sup>/o

(a) Laboratorio: conteo a los 10 días

(b) Invernadero: Conteo acumulativo durante 21 días

(c) No hubo aumento respecto al testigo

TABLA V

Diferencias entre el Testigo y los Tratamientos mejorantes de la germinación en Desmodium

Tratamiento	Porcentaje promedio		Diferencias	
	(a)	(b)	(a)	(b)
Testigo	40	43	-----	
HCl (37 <sup>o</sup> /o) - 10 min	42	(c)	2	-
H <sub>2</sub> O (96 <sup>o</sup> C) - 01 min	45	(c)	5	-
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (5 <sup>o</sup> /o) - 10 min	51	59	11	16
H <sub>2</sub> O (18 <sup>o</sup> C) - 72 h	61	(c)	21	-
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (95 <sup>o</sup> /o) - 10 min	(c)	51	-	8
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (37 <sup>o</sup> /o) - 10 min	(c)	52	-	9
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (25 <sup>o</sup> /o) - 10 min	(c)	56	-	13

(a) Laboratorio: Conteo a los 10 días

(b) Invernadero: Conteo acumulativo durante 21 días

(c) No hubo aumento respecto al testigo

TABLA VI

Diferencias entre el Testigo y los Tratamientos mejorantes de la germinación en Soya Forrajera

Tratamiento	Porcentaje promedio		Diferencias	
	(a)	(b)	(a)	(b)
Testigo	25	20	-----	
HCl (25 <sup>o</sup> /o) - 10 min	26	(c)	1	-
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (25 <sup>o</sup> /o) - 10 min	35	(c)	10	-
HCl (5 <sup>o</sup> /o) - 10 min	40	(c)	15	-
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (5 <sup>o</sup> /o) - 10 min	41	21	16	1

(a) Laboratorio: Conteo a los 10 días

(b) Invernadero: Conteo acumulativo durante 21 días

(c) No hubo aumento respecto al testigo

TABLA VII

Diferencias entre el Testigo y los Tratamientos mejorantes de la germinación en Kudzú Tropical

Tratamiento	Porcentaje promedio		Diferencias	
	(a)	(b)	(a)	(b)
Testigo	45	59	-----	
HCl (25 <sup>o</sup> /o) - 10 min	52	60	7	1
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (37 <sup>o</sup> /o) - 10 min	53	(c)	8	-
HCl (37 <sup>o</sup> /o) - 10 min	54	63	9	4
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (25 <sup>o</sup> /o) - 10 min	55	60	10	1
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (5 <sup>o</sup> /o) - 10 min	61	69	16	* 10

\* Significativo a un nivel del 5<sup>o</sup>/o

(a) Laboratorio: Conteo a los 10 días

(b) Invernadero: Conteo acumulativo durante 21 días

(c) No hubo aumento respecto al testigo

TABLA VIII

Porcentajes de Semillas duras determinadas en pruebas de laboratorio

Tratamiento	Especies				
	Calopo	Centrosema	Desmodium	Soya f.	Kudzú
Testigo	76	75	40	35	38
H <sub>2</sub> O (18°C) - 24 h	70	72	28	30	35
H <sub>2</sub> O (18°C) - 48 h	68	70	20	25	30
H <sub>2</sub> O (18°C) - 72 h	65	66	18	10	20
H <sub>2</sub> O (96°C) - 01 min	10	35	15	05	08
H <sub>2</sub> O (96°C) - 05 min	03	30	06	00	00
H <sub>2</sub> O (96°C) - 10 min	00	23	03	00	00
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (5 <sup>o</sup> /o) - 10 min	75	75	33	08	30
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (25 <sup>o</sup> /o) - 10 min	70	70	30	06	22
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (37 <sup>o</sup> /o) - 10 min	65	62	20	02	13
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (95 <sup>o</sup> /o) - 10 min	10	33	05	00	02
HCl (5 <sup>o</sup> /o) - 10 min	75	75	40	12	18
HCl (25 <sup>o</sup> /o) - 10 min	60	70	35	10	15
HCl (37 <sup>o</sup> /o) - 10 min	50	60	30	04	10

#### IV. DISCUSION

La proporción de semillas duras en cada especie, y la variación de esta condición entre las especies, es un factor importante para influir en las correspondientes respuestas a los agentes básicos: agua y ácidos.

En las leguminosas, la pared del ovario presenta un considerable aumento en el número de células después de la fecundación y madura en un Pericarpio con Exocarpio de membranas engrasadas, un Mesocarpio perenquimatoso de membranas delgadas y un Endocarpio muy esclerificado (Esaú, 6).

Las especies experimentales, presentaron en promedio, las siguientes cantidades de **semillas duras**:

<i>Calopogonium mucunoides</i> . . . . .	76 o/o
<i>Centrosema plumieri</i> . . . . .	75 o/o
<i>Desmodium tortuosum</i> . . . . .	40 o/o
<i>Pueraria phaseoloides</i> . . . . .	38 o/o
<i>Glycine wightii</i> . . . . .	35 o/o

Las especies con mayor porcentaje de semillas duras (70 o/o) o más mostraron un fuerte incremento en la germinación al someterse a las pruebas de invernadero, en relación a las de laboratorio. En cambio, las especies con bajo porcentaje de semillas duras, mostraron poco incremento positivo en las pruebas de invernadero siendo la especie *G. wightii* la que mostró mayor dificultad para germinar en tales condiciones. Esto concuerda con lo señalado por Maximov (10), cuando dice que para promover la imbibición y la germinación de las semillas duras, conviene escarificar el Tegumento por medios físicos o someterlo a la acción corrosiva del Acido Sulfúrico fuerte.

De los experimentos realizados en Hawaii, en los cuales se suministra a los cerdos melaza con semillas de *Leucaena glauca* (95 o/o de semillas duras), lográndose una recuperación del 58 o/o de la semilla y un 85 o/o de germinación en dicha semilla, se colige que las semillas de las leguminosas forrajeras no requieren ser sembradas húmedas o pregerminadas, sino escarificadas en su testa (Whyte, 15).

Para remover el exceso de ácido, es necesario lavar muy bien las semillas (4 a 6 veces con agua corriente), ya que en este proceso se origina mucho calor, y si el lavado se hace en recipientes sin movimiento continuo de agua fresca, puede causarse mucho daño a las semillas (Piper, 12), explicándose así el efecto desfavorable que se observó en las especies de bajo porcentaje de semillas duras y en la medida en que se aumentó la concentración de la disolución ácida.

En forma similar podría considerarse el efecto desfavorable observado en los tratamientos con agua caliente, ya que los grados extremos de calor causan daño a las proteínas de las leguminosas (Aykroyd y Doughty, 2), además de que el proceso de hervido dá lugar a pérdidas de nutrientes del orden de un 25 o/o que son necesarios para la germinación.

En *G. wightii*, se observó alta delicadeza de la semilla y un porcentaje bajo de germinación siendo que no mostró un porcentaje alto de semillas duras. Cabe pensar entonces que tanto para esta especie como para las demás mencionadas en este trabajo, la bajísima germinación en el testigo podría deberse a embriones rudimentarios ó presencia de inhibidores naturales (Cumarina, Abscisina, Acido Para-ascórbico), que pueden manifestarse como letargo (Rojas, 14).

## V. CONCLUSIONES

A. Las Leguminosas Forrajeras: Calopo, Centrosema, Desmodium, Soya pereme y Kuđzú tropical, presentaron diferentes índices de semillas duras, en términos de porcentaje, para una muestra dada y en las condiciones en que se adelantó



este trabajo. Bajo la anterior consideración se pueden establecer tres categorías para ubicar las especies utilizadas:

1. Alto número de semillas duras: 70 o/o o más.

*Calopogonium mucunoides* Desv.  
*Centrosema plumieri* Benth

2. Mediano número de semillas duras: entre el 40-69 o/o

*Desmodium tortuosum* (Sw) DC

3. Bajo número de semillas duras: menos del 40 o/o

*Glycine wightii* (R. Grah. ex Wiht and Arn.) Verdcourt  
*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth.

B. La impermeabilidad de la testa de la semilla dificulta la toma del agua requerida para el proceso de germinación. Sin embargo, su absorción forzada mediante el remojo en agua a 18°C resulta en una sobresaturación de las micelas coloidales, dañando la estructura de las mismas. Por otra parte, no se logra la imbibición de las semillas a menos de que se sometan a un remojo prolongado, con las consecuencias citadas.

De lo anterior se deduce que los tratamientos para aumentar la permeabilidad de la testa, y con ello la germinabilidad, deben estar dirigidos de tal manera que ablanden y permeabilicen la testa, pero sin llegar a afectar negativamente las condiciones anteriores de la semilla.

C. Antes de sembrar las semillas se deben lavar y secar a la sombra.

D. Para la realización de tratamiento de semillas con Acido Sulfúrico debe tenerse en cuenta:

1. Determinar la proporción de semillas duras presentes.

2. Utilizar el ácido en alta concentración en las especies que muestren un 70 o/o ó más de semillas duras, y en baja concentración para casos de menos del 40 o/o de semillas duras.

E. Se recomienda estudiar las causas del bajo porcentaje de germinación en Soya perenne, la cual mostró semilla delicada frente a los tratamientos realizados.

## VI. RESUMEN

Se hizo un experimento para estudiar la germinación de 5 especies Leguminosas Forrajeras de reconocida calidad, en 2 tipos de medio germinativo: Suelo y papel toalla.

Las pruebas con suelo se realizaron en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "Palmira". Las pruebas con papel toalla se realizaron en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de Palmira, Universidad Nacional, en una cámara para pruebas de germinación tipo Mangelsdorf.

Se estudiaron, bajo los mismos tratamientos, las especies:

**Calopogonium mucunoides, Centrosema plumieri, Desmodium tortuosum, Glycine wightii y Cueraria phaseoloides.**

El Acido Sulfúrico fué el agente que mejor cumplió con el objetivo de aumentar el porcentaje de germinación. Esto, de acuerdo con cada especie. En general, las especies **C. mucunoides** y **C. plumieri**, que tuvieron un 70 o/o o más de semillas duras respondieron con aumento significativo frente al Testigo, cuando sus semillas se trataron con Acido Sulfúrico en alta concentración.

En el caso de **D. tortuosum, G. wightii** y **P. phaseoloides**, que presentaron porcentajes más bajos de semillas duras, en relación con las arriba citadas, mostraron mejoramiento en el porcentaje de germinación en aquellos tratamientos en los cuales se usó el Acido Sulfúrico al 5 o/o.

Los tratamientos con agua caliente no mejoraron el porcentaje de germinación.

Algunos tratamientos produjeron aumento del porcentaje de germinación en condiciones de laboratorio, pero no mostraron la misma consistencia en las condiciones de invernadero, como en el caso de la respuesta obtenida en **D. tortuosum** con el tratamiento de remojo en agua a 18°C durante 72 horas.

Las especies Calopo y Centrosema mostraron, respecto al Testigo, una mejor respuesta a los tratamientos de germinación; siguieron el Kudzú, que mostró la mayor germinación en el testigo, el Desmodium y, finalmente, la Soya perenne que acusó la más difícil germinación, semillas bastante delicadas y por ende, poca o ninguna respuesta favorable a los tratamientos realizados.

## SUMMARY

An experiment was performed to study the germination of five species of Forage Legumes of Wellknown quality in two types of germinative medium: Soil and paper towels.

The trials with soil were performed in the Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "Palmira". The trials with paper towels were performed in the Facultad de Ciencias Agropecuarias de Palmira, Universidad Nacional, in a Mangelsdorf germination chamber.

Under the same treatments the following species were studied:

*Calopogonium mucunoides*, *Centrosema plumieri*, *Desmodium tortuosum*, *Glycine wightii* and *Pueraria phaseoloides*.

The treatments applied were:

1. - Control

2 - 3 - 4 Soak in water (18°C) for 24, 48 and 72 hours.

5 - 6 - 7 Soak in water (96°C) for one, five and ten minutes.

8 - 9 - 10 - 11 Soak in 5 o/o, 25 o/o, 37 o/o and 95 o/o Sulfuric acid for ten minutes.

12 - 13 - 14 Soak in 5 o/o, 25 o/o, 37 o/o Hydro chloric acid for ten minutes.

The Sulfuric acid was the agent most instrumental to increase the percentage of germination; this held true for every species. In general, the species *C. mucunoides* and *C. plumieri*, which had 70 o/o or more "hard seeds", responded with significant increases (compared to controls) when the seeds were treated with Sulfuric acid in high concentration.

*D. tortuosum*, *G. wightii* and *P. phaseoloides*, which had lower percentages of "hard seeds" than the species above, improved percentage germination resulted when treated with 5 o/o Sulfuric acid.

The treatments with hot water (96°C) did not increase the germination percentage of any species tested.

Some treatments produced increased germination in laboratory conditions, but did not produce the same results in the greenhouse environment, as in the case of *D. tortuosum* soaked in cold water (18°C) for 72 hours.

The species *C. mucunoides* and *C. plumieri* showed, compared to controls, the best response to the treatments to increase germination, followed by Kudzu, which showed better germination than the controls, then by *D. tortuosum*, and finally the perennial soybean. The last in acknowledged to have very difficult germination due to very delicate seeds, and therefore showed no favorable response to any of the treatments performed.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- 1.- AHLGREN, G. H. Forage Crops. 2nd ed. New York, Mc Craw-Hill 1.956 pp: 45 - 49, 305 - 306, 309 - 310.
- 2.- AYKROYD, W. R. y DOUGHTY, J. Las leguminosas en la nutrición humana. Roma, FAO 1.964 pp: 62 - 69.
- 3.- BERMUDEZ G., L. A. Leguminosas espontáneas posiblemente forrajeras en el Valle del Cauca. Cali, Imp. Deptal. 1.956 100 p.

- 4.- BURKART, A. Las Leguminosas Argentinas silvestres y cultivadas. Buenos Aires, Acme 1.943 pp: 51 - 52.
- 5.- CROCKER, W. y BARTON, L. Physiology of seeds Waltham, Mass. (USA), Chromica Botanica 1.953 pp: 87 - 138.
- 6.- ESAU, K. Anatomía Vegetal. Trad. de J. Pons R. Barcelona, Ediciones Omega 1.959 pp: 63 - 68, 211, 228 - 234, 593, 616 - 623.
- 7.- EVANS, W. F. y STIKLER, F. C. Grains Sorghum Seed germination under moisture and temperature stresses. Agr. Journ. 53 (6) : 369 - 378 1.961.
- 8.- GROF, B. Conferencia especial de la FAO sobre Pastos y Forrajes en América Tropical. Cali, Colombia Enero 17 - 22 1.972 p. irr.
- 9.- KAINS, M. G. y McQUESTEN, L. M. Propagation of Plants New York, Orange Judd Publishing 1.945 466 p.
- 10.- MAXIMOV, N. Fisiología Vegetal Trad. de A. T. Hunziker Buenos Aires, Acme 1.946 pp: 18 - 19, 54, 62 - 72, 100 - 102, 417 - 419.
- 11.- MICHIELIN, A. Algunas leguminosas aptas para clima calinete. Programa de Pastos y Forrajes C.N.I.A. Palmira s.f. 10 p.
- 12.- PIPEŔ, C. V. Forage Plants and their culture. New York, McMillan 1.924 pp: 72 - 75.
- 13.- PORRAS, M., E. Semillas dignas de sembrarse. El Surco Latinoamericano N. 3 : 4 1.973.
- 14.- ROJAS, G., M. Fisiología Vegetal Aplicada. México, McGraw-Hill. 1.972 pp: 185 - 188.
- 15.- WHYTE, R. O., NILSSON - LEISSNER, G. y TRUMBLE, H. C. Las Leguminosas en la Agricultura. Belgrado, Estudios Agropecuarios de la FAO. 1.955 pp: 287 - 358.