

COMPORTAMIENTO DE VARIEDADES Y/O LINEAS DE SOYA (*Glycine max* L. Merrill) EN SUELOS ACIDOS, NEUTROS Y SODICOS DEL VALLE GEOGRAFICO DEL RIO CAUCA

Por:

Anibal De J. Peñalosa G. *

José A. Puente C. *

Orlando Agudelo D. **

COMPENDIO

En tres suelos del Valle geográfico del río Cauca (Colombia), ácido, normal, y sódico, se evaluó el comportamiento agronómico y potencial de rendimiento de seis líneas promisorias y de la variedad comercial de soya ICA Tunía. Los genotipos respondieron en forma diferente de acuerdo al suelo en donde se sembraron, lo cual se explica por la alta interacción suelo por variedad. El mejor comportamiento se obtuvo en el suelo normal, seguido por el sódico y en el suelo ácido fueron pobres el crecimiento y la producción.

ABSTRACT

In three soils, acid, normal and sodic, of the geographic Cauca Valley River, Colombia, an experiment was made in order to evaluate the agronomic behavior and to find the yield potential of six promissory lines of soybeans and the commercial variety ICA Tunía. The genotypes responded in different way according to the soil where they were cropped, and the explanation of these was the higher soil x variety-interaction, the best behavior was obtained in normal soil, followed by sodic soil and acid soil, where growth and production was low.

1. INTRODUCCION

Como el contenido excesivo de sales y la acidez del suelo impiden obtener rendimientos satisfactorios en los cultivos, se han realizado trabajos de recuperación y manejo para integrar esas zonas marginales a la producción. Pero por lo costoso del enclavamiento y lo anti-económico de recuperar suelos salinos y/o sódicos, se ha propuesto como alternativa la adaptación de la planta a estos suelos. Lora y Marin (5).

* Estudiante de pre-grado U. Nacional - Palmira

** Instituto Colombiano Agropecuario - Palmira

Aunque en Colombia la soya no se ha sembrado en estas condiciones adversas, en la literatura se plantean algunas consideraciones sobre el crecimiento de las plantas en esos suelos. Las deficiencias de Ca y/o Mg, P, Mo y la toxicidad por exceso de Al y Mn, son las causas del crecimiento pobre en suelos ácidos, León (4). El exceso de sodio intercambiable compacta el suelo e impide la toma de agua y nutrimentos, Ramirez (6). En suelos salinos las fallas en la población de ciertas especies, se debe a su sensibilidad extrema a las sales durante la germinación, Allison (2).

Debido a la importancia económica y social del cultivo de la soya a que tolera ligeramente la acidez y moderadamente la salinidad, el ensayo se propuso evaluar el comportamiento agronómico y el potencial de rendimiento de siete genotipos de soya en suelos ácidos, neutros y sódicos.

2. PROCEDIMIENTO

El trabajo se llevó a cabo en el segundo semestre de 1979 en tres suelos (Cuadro 1) del Valle geográfico del río Cauca: la hacienda Cupresia, vereda Villa Rica, municipio Puerto Tejada; hacienda Britania, corregimiento Palmaseca, municipio Palmira, y en el ICA Palmira.

El diseño experimental fué el de bloques completamente al azar utilizando siete tratamientos (las líneas promisorias: L-119, L-124, L-128, L-129, L-130, L-131 y la variedad comercial ICA Tunía), con cuatro repeticiones. La distancia de siembra fué de 5 cm entre plantas y 50 cm entre surcos de 6 m. El área de la parcela total fué de 18 m² (6 surcos) y de 12 m² el de la parcela útil.

Las observaciones se hicieron en 10 plantas por parcela en el estado de floración (50o/o de las plantas con una flor), llenado de vainas (70o/o de cuajamiento), madurez fisiológica (hojas amarillas) y en cosecha. Se tomaron los siguientes datos: altura a cobertura en floración y en maduración, altura de carga, peso seco de hojas, tallos, vainas, semillas y nódulos, número de ramas por planta, número de nudos reproductivos, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 semillas y peso de semillas en los tallos y en las ramas. Después de la cosecha por parcela se determinaron el rendimiento por hectárea, contenido de aceite y proteína.

Para las variables de mayor interés se efectuó un análisis de varianza por cada suelo, y otro, en el cual los tres suelos aparecen integrados. Para las variables granos por vaina, vainas por planta, peso de 100 semillas rendimiento por parcela y altura de carga, se realizó la prueba de rango múlti-

ple de Duncan, para diferenciar medias entre tratamientos en cada suelo y medias entre suelos. Se efectuaron correlaciones para determinar la relación existente entre las diferentes variables.

Cuadro 1

Análisis químico de tres suelos del Valle geográfico del Rio Cauca utilizados en el ensayo

	Villa Rica	Palmira	Palmaseca
Profundidad (cm)	0 - 30	0 - 30	0 - 30
Textura	Ar. A	Ar.	Ar.
pH	5.3	6.8	8.0
Materia orgánica	5.1	2.9	2.1
P (ppm)	3.3	59.2	323.8
Al (meq/100g)	0.2	-	-
Ca (meq/100g)	4.3	13.6	16.8
Mg (meq/100g)	1.4	7.8	5.8
K (meq/100g)	0.42	0.46	0.98
Na (meq/100g)	0.36	0.20	4.60
C I C (meq/100g)	10.60	22.00	28.10
C E (mmhos/cm)	0.24	0.68	1.90
Na (o/o)	0.74	0.90	16.30

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Altura a cobertura.

La altura a cobertura (desde la superficie del suelo hasta la parte más alta del follaje) es un factor importante, porque relacionada con la altura a maduración (desde la superficie del suelo hasta el meristemo apical), indica si la variedad es determinada o indeterminada y por consiguiente, su capacidad para expresar mayor cantidad de nudos y flores. Agudelo y Bastidas (1).

Con base a este criterio, las líneas L-128 y L-131 se comportaron como indeterminadas en los tres sitios y obtuvieron la mayor altura en maduración (Cuadro 2). Este comportamiento indica que se prefieran estas líneas por su mayor potencial de rendimiento.

Cuadro 2

Altura en floración y maduración y porcentaje de crecimiento de plantas de soya en tres suelos del Valle geográfico del Río Cauca

Variedades y/o líneas	FLORACION (cm) *			MADURACION (cm)**			CRECIMIENTO (o/o)***		
	Villa Rica	Palmira	Palmaseca	Villa Rica	Palmira	Palmaseca	Villa Rica	Palmira	Palmaseca
ICA L-119	31.2	47.9	54.2	31.9	44.1	30.9	98	122	155
ICA L-124	30.9	47.4	53.2	30.9	42.3	35.1	100	125	135
ICA L-128	24.2	55.6	61.1	36.4	61.8	62.6	55	98	89
ICA L-129	25.9	48.8	48.6	27.6	44.7	51.2	94	108	95
ICA L-130	24.1	38.7	49.4	28.8	45.3	34.8	84	109	111
ICA L-131	23.6	47.1	51.6	37.9	55.9	54.9	62	92	86
ICA Tunía	22.9	45.9	47.6	22.3	45.9	42.8	102	103	109
\bar{X}	26.1	47.3	52.3	30.8	48.6	44.6			

* Altura tomada desde la superficie del suelo a cobertura.

** Altura tomada desde la superficie del suelo al ápice de crecimiento.

*** Porcentaje de crecimiento = $\frac{\text{altura a floración}}{\text{altura a maduración}} \times 100$

3.2. Altura de carga.

La altura de carga (desde la superficie del suelo hasta la inserción de la primera vaina en el tallo central) es una variable importante para el sistema de cosecha mecánica directa. Las líneas L-128 y L-131 fueron las mejores en las tres localidades y obtuvieron altura de carga mayor a 10 cm (Cuadro 3). En la localidad de Villa Rica se obtuvo la mayor altura de carga en relación a Palmira y Palmaseca, en donde se obtuvo el menor promedio.

3.3. Ramificación y producción de nudos reproductivos.

En Villa Rica L-131 fué la de mayor producción de ramas, L-128 en Palmira y L-124 en Palmaseca (Cuadro 4). En los tres sitios L-128 y L-131 produjeron el mayor número de nudos reproductivos por planta, confirmando su mayor producción en las variedades indeterminadas, Agudelo y Bastidas (1).

Cuadro 3

Altura promedio de carga (cm) de la soya en tres suelos del Valle geográfico del Río Cauca

Variedades y/o líneas	Villa Rica	Palmira	Palmaseca
ICA L-119	9.7 bc	7.5 c	6.3 c
ICA L-124	10.6 b	9.3 bc	7.1 c
ICA L-128	13.7 a	12.2 a	11.6 a
ICA L-129	10.0 bc	8.4 bc	8.7 b
ICA L-130	10.5 b	9.5 bc	6.8 c
ICA L-131	12.8 a	10.4 ab	9.1 b
ICA Tunía	8.5 c	9.8 b	7.8 bc
	*	*	*
\bar{X}	10.8 a	9.6 b	8.2 c

* Significativo al nivel del 0.05 en la prueba de Duncan
Promedios con la misma letra son iguales estadísticamente.

Cuadro 4

Número promedio de ramas y de nudos reproductivos por planta de soya en tres suelos del Valle geográfico del Río Cauca

Variedades y/o líneas	VILLA RICA		PALMIRA		PALMASECA	
	Ramas	Nudos Reproduc- tivos	Ramas	Nudos Reproduc- tivos	Ramas	Nudos Reproduc- tivos
ICA L-119	1.6	8.8	4.2	19.8	3.8	17.2
ICA L-124	1.3	8.1	3.5	17.0	4.5	18.2
ICA L-128	1.9	10.2	6.0	30.5	3.3	23.6
ICA L-129	1.3	8.4	3.9	26.4	2.4	16.4
ICA L-130	1.1	8.3	3.4	21.8	3.2	17.1
ICA L-131	2.3	10.2	4.9	28.0	2.7	19.6
ICA Tunía	0.6	6.9	2.4	16.5	1.8	14.4
\bar{X}	1.5	8.7	4.1	22.9	3.1	18.1

En los tres sitios la variedad ICA Tunía produjo el menor número de ramas y nudos reproductivos. Estas características son importantes, ya que las variedades ramificadoras pueden compensar bajas poblaciones que con mucha frecuencia se presentan en el campo, Camacho (3) y con este tipo de variedades se alcanzan rendimientos satisfactorios.

En la localidad de Villa Rica, todos los genotipos produjeron mayor porcentaje de nudos en el tallo que en las ramas; en Palmira, en donde los genotipos obtuvieron la mayor ramificación, hubo más nudos reproductivos en las ramas que en los tallos. Mientras que en Palmaseca, la tendencia fué de aportar cada parte el 50o/o, resaltando la L-124 que por su buena ramificación en esta localidad presentó mayor porcentaje de nudos en las ramas. En las tres localidades ICA Tunía fué más estable en cuanto a su mayor porcentaje de nudos en el tallo que en las ramas, indicando así que es una variedad poco ramificadora.

3.4. Materia seca.

En el estado de la floración (Cuadro 5) y en los tres sitios, en forma general se registró una mayor acumulación de materia seca en hojas que en tallos; esta relación fué más amplia en Villa Rica que las otras localidades, debido a la poca ramificación de las variedades en este suelo.

En general en llenado de vainas (Cuadro 6), los genotipos acumularon en los tres sitios mayor cantidad de materia seca en tallos que en hojas, haciéndose esta relación más amplia en Palmira y Palmaseca, debido al mayor número de ramas por plantas.

En el estado de madurez fisiológica (Cuadro 7), en Villa Rica y en Palmira se presentó el proceso normal de acumulación de materia seca para las variedades; mientras que en Palmaseca el orden de acumulación fué : semillas, tallos, vainas y hojas; probablemente por efecto del sodio en la absorción y translocación de los nutrimentos por la planta. En general, en este estado las variedades acumularon un 42o/o de materia seca en semillas, 23o/o en vainas, 23o/o en tallos y 13o/o en hojas.

La relación peso seco de semilla/peso seco de vaina, fué mayor en Palmaseca, por el menor peso seco de vainas. Le siguieron en su orden Palmira y Villa Rica.

3.5. Nodulación.

En las tres localidades el peso seco de nódulos fué mayor en llenado de vainas que en floración (Cuadro 8), debido a la mayor actividad de los nódulos para abastecer de nitrógeno la planta.

Cuadro 5

**Distribución de materia seca (o/o) en soya en el estado de
floración en las tres localidades**

Variedades y/o líneas	VILLA RICA		PALMIRA		PALMASECA	
	Tallos	Hojas	Tallos	Hojas	Tallos	Hojas
	o/o	o/o	o/o	o/o	o/o	o/o
ICA L-119	39.9	60.1	45.5	54.5	50.1	49.9
ICA L-124	37.6	62.4	46.4	53.6	50.2	49.8
ICA L-128	37.1	62.9	48.6	51.4	49.5	50.5
ICA L-129	34.6	65.4	42.8	57.2	47.6	52.4
ICA L-130	35.5	64.5	42.1	57.9	44.7	55.3
ICA L-131	35.8	64.2	46.3	53.7	48.5	51.5
ICA Tunía	36.1	63.9	49.3	50.7	55.4	44.6
\bar{X}	36.7	63.3	45.9	54.1	49.4	50.6

Cuadro 6

**Distribución de materia seca (o/o) en soya en estado de
llenado de vaina en las tres localidades**

Variedades y/o líneas	VILLA RICA		PALMIRA		PALMASECA	
	Tallos	Hojas	Tallos	Hojas	Tallos	Hojas
	o/o	o/o	o/o	o/o	o/o	o/o
ICA L-119	53.3	46.7	64.3	35.7	64.4	35.6
ICA L-124	52.3	47.7	64.8	35.2	64.0	36.0
ICA L-128	49.6	50.4	61.9	38.1	60.3	39.7
ICA L-129	51.0	49.0	60.1	39.9	56.9	43.1
ICA L-130	51.4	48.6	62.5	37.5	60.2	39.8
ICA L-131	50.2	49.8	60.5	39.5	57.7	42.3
ICA Tunía	59.7	40.3	70.7	29.3	67.2	32.8
\bar{X}	52.5	47.5	63.5	36.5	61.5	38.5

Cuadro 7
Distribución de materia seca (o/o) en soya en estado de maduración en las tres localidades

Variedades y/o líneas	VILLA RICA				
	Tallos o/o	Hojas o/o	Vainas o/o	Semillas o/o	Semilla/ Vaina
ICA L-119	21.6	13.9	26.4	38.1	1.44
ICA L-124	23.3	13.0	29.5	34.2	1.16
ICA L-128	39.0	13.0	28.1	27.9	0.99
ICA L-129	27.6	12.0	24.9	35.5	1.42
ICA L-130	21.7	14.3	25.9	38.1	1.47
ICA L-131	31.2	12.3	24.6	31.9	1.29
ICA Tunía	19.3	9.4	27.7	43.6	1.57
\bar{X}	26.2	12.5	26.7	35.6	1.33
	PALMIRA				
ICA L-119	19.7	13.7	20.7	45.9	2.22
ICA L-124	19.8	12.6	22.3	45.3	2.03
ICA L-128	24.9	12.5	21.2	41.4	1.95
ICA L-129	19.7	11.8	23.4	45.1	1.93
ICA L-130	19.8	12.1	21.7	46.4	2.14
ICA L-131	21.9	9.2	23.1	45.8	1.98
ICA Tunía	17.4	10.8	24.0	47.8	1.99
\bar{X}	20.4	11.8	22.3	45.3	2.03
	PALMASECA				
ICA L-119	18.9	14.3	18.3	48.5	2.65
ICA L-124	23.5	15.5	19.4	41.6	2.14
ICA L-128	24.2	13.2	18.9	43.7	2.31
ICA L-129	26.8	13.7	18.7	40.8	2.18
ICA L-130	21.3	15.6	19.5	43.6	2.23
ICA L-131	24.5	12.5	19.5	43.5	2.23
ICA Tunía	18.2	9.7	21.4	50.7	2.37
\bar{X}	22.4	13.5	19.3	44.6	2.30
\bar{X} general	23	13	23	42	

Cuadro 8

Peso seco de nodulos (mg) de soya en inicio de floración y llenado de vainas
en tres suelos del Valle geográfico del Río Cauca

Variedades y/o líneas	VILLA RICA		PALMIRA		PALMASECA	
	Inicio floración	Llenado vainas	Inicio floración	Llenado vainas	Inicio floración	Llenado vainas
ICA L-119	103	306	933	2820	503	1183
ICA L-124	171	221	980	3467	550	717
ICA L-128	76	184	889	3230	440	775
ICA L-129	167	386	1118	3197	550	935
ICA L-130	182	363	472	2321	630	780
ICA L-131	116	205	870	2136	434	909
ICA Tunía	241	493	1078	2470	425	889
— X	151	308	906	2806	506	884

En Villa Rica, la variedad ICA Tunía fué la de mayor nodulación en floración y en llenado de vainas; en Palmira, la mejor en floración fué L-129 y en llenado de vainas L-124; en Palmaseca, la mejor en floración correspondió a la L-130 y en llenado de vainas a la L-119.

El mayor peso seco de nódulos, se obtuvo en Palmira, indicando que las bacterias nitrificantes trabajan adecuadamente y que las cepas nativas son eficientes. En Villa Rica y Palmaseca se presenta baja nodulación lo que hace suponer que en estos suelos hay problemas de deficiencias o toxicidad de algunos nutrimentos esenciales para el buen desarrollo del *Rhizobium japonicum*: Por consiguiente se hace necesario realizar investigaciones en suelos ácidos, salinos y alcalinos, para seleccionar las mejores cepas adaptables a estos suelos y compatibles con las variedades comerciales de soya.

3.6. Distribución en la planta y componentes del rendimiento.

En cuanto al número de vainas por planta, (Cuadro 9), en Villa Rica no hubo diferencia estadística entre las variedades, en Palmira las mejores variedades fueron la L- 128, L- 129 y la L- 131 siendo iguales estadísticamente y en Palmaseca fueron iguales estadísticamente la L- 124, L- 128, L- 129 L- 130 y L- 131. En las tres localidades el menor número de vainas por planta correspondió a ICA Tunía.

Todas las variedades en Villa Rica produjeron mayor porcentaje de vainas en el tallo que en las ramas; en las otras dos localidades, aunque se observó la misma tendencia, las ramas fueron importantes en el aporte de las vainas; en Palmira y Palmaseca se destacaron las variedades L- 128 y L- 124 por su mayor producción de vainas y mayor ramificación.

En Palmira y Villa Rica las variedades no presentaron diferencias estadísticas respecto al número de granos por vaina (Cuadro 9), mientras que en Palmaseca se registró entre L- 128 y las restantes. Como este genotipo es de grano pequeño, por el efecto de compensación, tiende a producir un mayor número de granos por vaina, comportándose de esta forma en el suelo sódico.

Las variedades de mayor peso de 100 semillas en los tres suelos fueron la L-119, L-124 e ICA Tunía, siendo iguales estadísticamente entre sí en Villa Rica y Palmira. En las tres localidades el menor peso se obtuvo con la L-128.

El rendimiento (Cuadro 10) en Villa Rica fué bajo comparado con el de

Cuadro 9

Número promedio de vainas por planta de soya y de granos por vaina en tres suelos del Valle geográfico del Río Cauca

Variedades y/o líneas	VILLA RICA		PALMIRA		PALMASECA	
	Vainas por planta	Granos por vaina	Vainas por planta	Granos por vaina	Vainas por planta	Granos por vaina
ICA L-119	13.9 a	1.5 a	36.9 cd	1.6 a	27.2 b	1.8 bc
ICA L-124	13.1 a	1.4 a	39.7 bcd	1.6 a	30.7 ab	1.8 bc
ICA L-128	13.0 a	1.5 a	52.3 ab	1.7 a	40.6 a	2.4 a
ICA L-129	12.9 a	1.6 a	57.9 a	1.5 a	30.8 ab	2.0 b
ICA L-130	12.9 a	1.4 a	42.5 bcd	1.6 a	30.9 ab	1.7 c
ICA L-131	13.8 a	1.6 a	50.6 abc	1.7 a	34.0 ab	1.9 bc
ICA Tunía	10.1 a	1.6 a	35.2 d	1.7 a	27.2 b	1.9 bc
	*	*	*	*	*	*
X	12.8 a	1.5 c	45.0 a	1.6 b	31.6 b	1.9 a

* Significativo al nivel del 0.05 en la prueba de Duncan.
Promedios con la misma letra son iguales estadísticamente.

Cuadro 10

Rendimiento promedio de la soya (kg/ha) en tres suelos del Valle geográfico del Río Cauca

Variedades y/o líneas	Villa Rica	Palmira	Palmaseca
ICA L-119	1008 a	2602 c	2544 bc
ICA L-124	964 ab	3056 ab	2962 ab
ICA L-128	785 c	3045 ab	2975 ab
ICA L-129	861 abc	3251 a	2332 cd
ICA L-130	931 abc	2713 bc	2047 d
ICA L-131	918 abc	2956 abc	2875 ab
ICA Tunía	805 bc	2863 abc	2856 ab
	*	*	*

* Significativo al nivel del 0.05 en la prueba de Duncan.
Promedios con la misma letra son iguales estadísticamente.

las otras dos localidades; en este sitio la L-119 obtuvo el mayor valor y fué igual estadísticamente a la L-124, L-129, L-130 y L-131. En Palmira el mayor rendimiento correspondió a la L-129 y fué igual estadísticamente a la L-124, L-128, L-131 e ICA Tunía. En Palmaseca la L-128 obtuvo el mayor valor y estadísticamente fué igual a la L-124, L-131 e ICA Tunía. La poca diferencia entre las variedades en cada localidad indica la bondad de todos los genotipos. La distribución de las semillas en tallos y en ramas siguió una tendencia similar a la de las vainas.

3.7. Resultados de aceite y proteína.

El porcentaje de aceite y proteína de las variedades en las tres localidades fué normal, oscilando entre 14.5 y 23.0% y la proteína entre 33.1 y 40.2%. Las variedades L-119, L-124 e ICA Tunía sobresalieron por su mayor contenido de aceite en los tres sitios, así mismo, la L-128, L-129 y L-131 se caracterizaron por su buen contenido de proteína. La L-128 obtuvo el menor porcentaje de aceite en las tres localidades.

3.8. Correlaciones.

El número de vainas por planta fué uno de los componentes del rendimiento que tuvo correlación altamente significativa con el rendimiento por planta en cada suelo; lo mismo que el peso de 100 semillas, que correlacionó significativamente con el rendimiento por planta en Villa Rica y Palmaseca. Cuando se consideraron los tres suelos en conjunto, se observó correlación altamente significativa entre la mayoría de las variables comprobándose así la gran diferencia existente entre localidades en cuanto al comportamiento de todas las variedades.

3.9. Comparación entre medias de localidades.

Para la mayoría de las características estudiadas se observó diferencia estadística entre los promedios de las localidades, lo cual indica, que hubo interacción genotipo x ambiente (suelo x variedad), por eso, las variedades se vieron afectadas por el factor suelo, a pesar que los factores climáticos también influyeron en su comportamiento.

Los promedios más altos para cada una de las características se obtuvieron en Palmira, seguido de Palmaseca y Villa Rica; esto indica que el bajo contenido de fósforo en el suelo ácido de Villa Rica, fué más limitante que las condiciones del suelo sódico de Palmaseca, en el desarrollo de las variedades. Una excepción fué la altura de carga, cuyo promedio fué mayor en Villa Rica seguido de Palmira y Palmaseca, posiblemente debido a la escasa ramificación de las variedades en Villa Rica.

4. CONCLUSIONES

- 4.1. Las líneas L-128 y L-131 obtuvieron altura de carga mayor a 10 cm. en las tres localidades.
- 4.2. Las líneas L-128 y L-131 se consideraron indeterminadas y produjeron el mayor número de nudos reproductivos en los tres suelos.
- 4.3. En Villa Rica el rendimiento de las variedades L-119, L-124, L-129, L-130 y L-131 fué igual estadísticamente y promediaron 936 kg/ha. En Palmira las variedades L-124, L-128, L-129, L-131 e ICA Tunía promediaron 3034 kg/ha y fueron iguales entre sí estadísticamente. En Palmaseca las variedades L-124, L-128, L-131 e ICA Tunía fueron iguales entre sí estadísticamente y promediaron 2917 kg/ha.

5. BIBLIOGRAFIA

1. AGUDELO, O. y BASTIDAS, R. G. El aborto natural de las flores en soya, *Glycine max* (L) Merrill, bajo condiciones del Valle del Cauca. Revista Comafi (Colombia). 5 (1): 4-11. 1978.
2. ALLISON, L. E. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. México, Limusa, 1974. 172 p.
3. CAMACHO, L. H. Capacidad de rendimiento de cultivos de soya en condiciones ambientales tropicales. Palmira, ICA, s. f.
4. LEON S, A. L. La acidez del suelo y el encalamiento. En: Interpretación del análisis de suelos y recomendaciones de fertilizantes. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario. 199 p. s.f.
5. LORA, S. R. y MARIN, J. G. Acidez y encalado de los suelos. En: Los suelos y su fertilidad. Bogotá. ICA. Compendio 23, 1978. pp: 5-17.
6. RAMIREZ, V, A. Efecto de las sales y del sodio sobre las plantas. Palmira, Instituto Colombiano Agropecuario, 1977. 25 p.