

EVALUACION DE VARIEDADES "PROMISCUAS" DE SOYA (*Glycine max* L.) EN EL TROPICO HUMEDO DE COSTA RICA *

Franklin Herrera M.**

Wilbert Campos***

Franklin Rosales****

ABSTRACT

Agronomic appraisal of soybean genotypes (*Glycine max* (L.) Merrill) of intermediate vegetative cycle in the humid Costarrican tropic. An assay was conducted, from June through September 1984, in order to study the agronomic performance of 15 soybean genotypes (*Glycine max* (L.) Merrill) in the humid Costarrican tropic (Turrialba-Cartago, Costa Rica).

The highest producing genotypes were Papillón, SIATSA 194A, TGX 297 – 192 C and TGX-536-100 C, with yields of over 3 t/ha.

Papillón showed several desirable characteristics as large cream colored grains, upright standing plants and an adequate height of lower pods which allows a mechanical harvesting.

INTRODUCCIÓN

El trópico húmedo del Istmo Centroamericano, presenta varias características que limitan la producción de muchos cultivos, especialmente, aquellos que producen cantidades adecuadas de proteína; mientras que, favorecen a los de alto contenido de carbohidratos (banano, raíces y tubérculos). Esta situación hace que la región sea deficiente en fuentes de proteína vegetal para la alimentación humana y animal.

La soya es una alternativa potencial en estas áreas, por ser una planta mas tolerante que el frijol común, la vinya y el maíz, en condiciones de mucha lluvia (Campos, 1983; Smith *et al* 1983; Wien, 1977;

* Parte del Proyecto "Evaluación de Genotipos", Departamento de Producción Vegetal, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

** Ing. Agr. Programa de Combate de Malezas, Estación Experimental Fabio Baudrit M. Apartado 183, 4050 Alajuela, Costa Rica.

*** Ing. Agr. Programa Agroforesteria, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

**** Ph. D. Secretaria de Recursos Naturales, Honduras.

Costa, 1973), temperatura y exceso de humedad en el suelo; además, por ser una buena fuente de proteína para la alimentación humana y animal.

El exceso de lluvia ocurrida en estas áreas tropicales causa fuerte lixiviación de varios elementos, dentro de las cuales los nitratos son más afectadas; esta situación se hace más difícil cuando el agricultor, por diversas razones, utiliza cantidades mínimas de insumos, especialmente fertilizante, la cual, reduce aún más los rendimientos.

Las variedades de soya que tengan un mejor comportamiento bajo estas circunstancias, y una mayor capacidad para establecer asociaciones con cepas nativas de *Rhizobium* podrían ser de gran beneficio para los pequeños agricultores, debido a que normalmente no disponen de fuentes comerciales de inóculo. En este campo, existen programas de mejoramiento que tratan de combinar varias características deseables (capacidad para fijar nitrógeno en asociación con cepas nativas de *Rhizobium* (variedades promiscuas) producción, resistencia al acame, y desarrollar variedades para tierras bajas tropicales (IITA, 1979).

Las objetivos de este trabajo fueron: a. identificar genotipos con mayor rendimiento y mejor comportamiento agronómico en condiciones del trópico húmeda bajo y b. estudiar su capacidad para nódular bajo condiciones naturales, sin inocular.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se sembró en junio de 1984 en la Estación Experimental La Montaña, ubicada en Turrialba, Costa Rica (9° 53' N y 83° 39' O). A una altura de 602 msnm, y lluvia promedio anual de 2700 mm, distribuidas durante 250 días por año. La temperatura promedio anual es de 21,6°C. La Figura 1, describe la lluvia ocurrida durante el ciclo del cultivo.

El suelo es de origen aluvial-fluvio-lacustre y pertenece a la serie Instituto arcillosa fase normal. La fertilidad es de mediana a baja (Cuadro 1). En este terreno no se había sembrado soya anteriormente.

Se evaluarán nueve líneas avanzadas y mejoradas del programa de mejoramiento del IITA (Nigeria), y cuatro variedades, entre las cuales, la variedad Bossie tiene poca capacidad para nodular bajo estas condiciones. Se incluyeron además las variedades Jupiter y SIATSA-194A, utilizadas comercialmente en Costa Rica.

Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. La parcela total estuvo formada por cuatro surcos de 4 m de largo separados a 0,75 m; la distancia entre plantas fue de 0,05 m. El rendimiento se obtuvo de un área útil de tres metros cuadrados de plantas en "competencia completa".

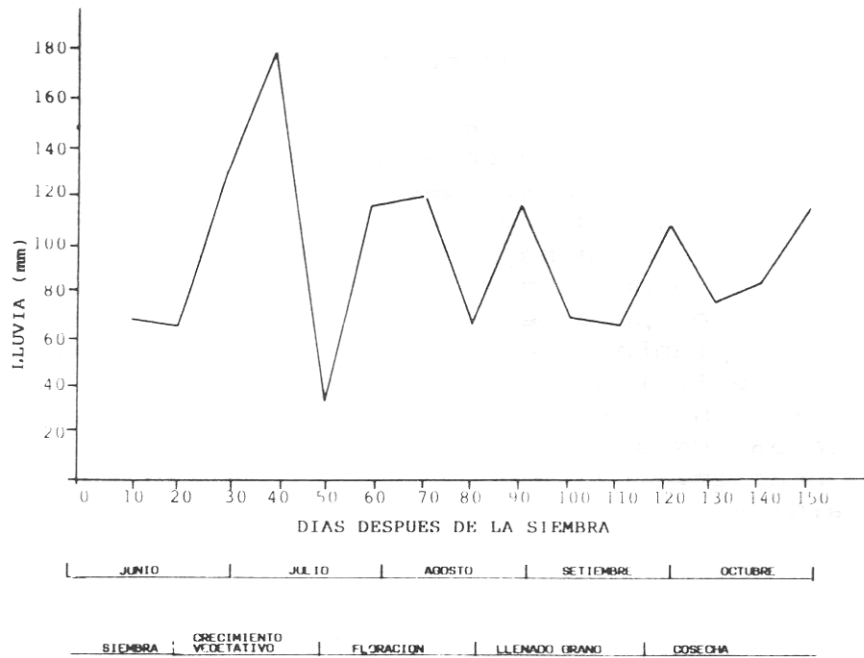


Figura 1. Cantidad y distribución de lluvia durante el ciclo del cultivo de nueve líneas y seis variedades de soya. Turrialba, Costa Rica, 1985.

Cuadro 1. Análisis químico* del suelo a una profundidad de 0 a 20 cm, donde se realizó el experimento.

Elemento	ug/ml
Fósforo	14,6
Cobre	23,5
Cinc	12,3
Manganeso	20,4
	Meq/100 ml de suelo
Calcio	2,48
Magnesio	1,04
Potasio	0,27
Acidez extraíble	1,75
Ph	5,03

*Laboratorio de Suelos, Departamento Producción Vegetal, CATIE, Turrialba. Costa Rica.

El fertilizante se adicionó a razón de 20-80-20 kg/ha de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente, al momento de la siembra y al fondo de un surco paralelo al surco de siembra, Ramírez, 1984. El control de malezas se realizó con el herbicida alachor (Lazo), 1,0 kg i.a./ha aplicado en preemergencia.

La incidencia de plagas y enfermedades fue mínima, por la cual, sólo se hicieron dos aplicaciones de carbaryl (Sevin), para disminuir la población de *Diabrotica* sp.

Las variables evaluadas fueron: días y altura de planta a la floración y cosecha, altura a las primeras vainas, número de plantas cosechadas, número de vainas por planta, porcentaje de vainas vanas, pesa de grano por planta, granos por vaina, pesa de 100 granos, rendimiento y pesa seco de nódulo por planta. Los componentes de rendimiento y el pesa seco de nódulos se determinó en una muestra de 10 plantas por parcela, y este último se obtuvo al momento de la floración. Otras variables cualitativas evaluadas fueron: incidencia de hongos, virus, insectos, color y tamaño de grano, distribución de vainas, uniformidad en la maduración, dehiscencia en el campo, color del hilo, de la vaina y de la pubescencia, número de nudos y tipo de ramas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los Cuadros 2, 3, 4 se presentan algunas características fenológicas de las líneas y variedades y también, los promedios de las variables evaluadas en el experimento.

Rendimiento

El rendimiento de grano al 13% de humedad varió desde, 2223 kg con la línea TGX 604-027C hasta 3713 kg con la variedad Papillón, una diferencia aproximada de 1,5 t/ha. Los genotipos de mayor producción (más de 3 t/ha) fueron, Papillón, SIATSA 194A, TGX 297-192C y TGX 536-100C, diferencias significativas entre sí (Cuadro 3).

De los testigos locales, sólo Jupiter, fue significativamente menor a la variedad Papillón, aunque el número de plantas cosechadas fue inferior en un 33% respecto, a Papillón; debido a germinación deficiente; no obstante, no hubo correlación entre rendimiento y número de plantas cosechadas.

El rendimiento solamente estuvo correlacionado con el peso de 100 granos ($r = 0,48$; $P \leq 0,05$).

Los mayores rendimientos observados en esta evaluación concuerdan con los que obtuvieron varios genotipos similares evaluados en Nigeria y Taiwán (1, 2, 5, 6) y también obtenidos en experimentos ISVEX del INTSOY), ASFET (de AVRDC) y VINASOY (vivero nacional), realizado en la zona pacífica de Costa Rica, en los cuales los mejores rendimientos variaron alrededor de los 3000 kilogramos por hectárea, las “variedades locales” Júpiter y SIATSA 194A estuvieron entre las mejores, Quesada, 1984.

Cuadro 2. Algunas características fenológicas de nuevas líneas y seis variedades de soya, evaluados en Turrialba, Costa Rica. 1985.

Genotipo	Color del hilo	Color del grano	Color de de vaina	Color de pubescencia	Nº de nudos
TGX 330 054D	Café-oscuro	Crema-brillante	Café-claro	Gris	10
TGX 604-027C	Café-negro	Crema-brillante	Dorado	Dorado	12
M-79	Café-negro	Crema-opaco	Café-claro	Gris	10
M-90	Café-claro	Crema	Café-claro	Gris	9
TGX 536-100C	Negro	Negro-brillante	Dorado	Dorado	10
TGX 297-192C	Negro	Negro-opaco	Dorado	Dorado	11
TGX 342-375D	Negro	Negro-opaco	Dorado	Dorado	10
TGX 604 – 01D	Café-negro	Crema-brillante	Café	Café	14
TGX 724 – 01D	Café-rojizo	Crema-verde	Dorado	Dorado	13
TGX 713 – 06D	Café-rojizo	Crema	Café	Dorado	10
TGX 711 01D	Café-negro	Crema-opaco	Café	Dorado	18
Bossier	Negro	Crema-brillante	Café-dorado	Café	9
Papillon	Negro	Crema-opaco	Dorado	Dorado	11
Jupiter	Negro	Crema-Verde	Café-claro	Café	10
SIATSA 194A	Negro	Crema-opaco	Café	Café	18

Continuación del Cuadro 2

Genotipo	Tipo de rama	Distribución mayor concentración de vaina/tallo	Uniformidad de la maduración	Tipo de porte
TGX 330 054D	Cortas	General	Regular	Semi-erecta
TGX 604 027C	Largas	Central	Buena	Semi-postrada
M-79	Largas	Central	Buena	Erecta
M-90	Cortas	2/3 superior	Regular	Semi-postrada
TGX 536 100C	Cortas	2/3 inferior	Muy Buena	Erecta
TGX 297 192C	Cortas	Central	Regular	Semi-postrada
TGX 342 375D	Cortas	General	Muy Buena	Semi-erecta
TGX 604 – 01D	Cortas	Central	Buena	Postrada
TGX 724 - 01D	Mediana	Central	Buena	Semi-postrada
TGX 713 – 06D	Sin ramas	General	Buena	Semi-postrada
TGX 711 – 01D	Largas	Central	Buena	Semi-postrada
Bossier	Cortas	General	Muy buena	Erecta
Papillon	Cortas	Central	Regular	Erecta
Jupiter	Cortas	2/3 Superiores	Regular	Erecta
SIATSA 194A	Largas	Central	Regular	Semi-erecta

Peso seco de nódulos

La materia seca de nódulos varió desde 0,09 gramos por 10 plantas, en la variedad Dossier hasta 110 en la variedad M-90, Cuadro 4.

Cuadro 3. Promedios del rendimiento y sus componentes de nueve líneas y 6 variedades de soja evaluados en Turrialba, 1985.

Genotipo	Rendimiento kg/ha	Número de plantas co- sechadas/3 m	Número de vainas por planta	% de vainas vanas	Peso del grano/ planta (g)	Peso de 100 gramos (g)
Papillón	3713a*	78abc	40cde	1b	18bcd	22a
SIATSA	3621ab	83abc	32e	1b	14cd	22a
TGX 297-192 C	3441ab	77abc	54bcde	1b	18bcd	15ef
TGX 536-100 C	3246abc	89a	34e	3b	11d	16cde
TGX 342-375 D	2933bcd	87ab	48cde	2b	15bcd	19abcd
Jupiter	2900bcd	52ef	65bc	3b	28a	21a
TGX 604-01 D	2694cd	84abc	41cde	2b	14cd	16cde
TGX 713-06 D	2597cd	83abc	30e	1b	13cd	21a
M-90	2569cd	73bcd	62bcd	11a	18bcd	16cde
Bossier	2553cd	63de	32e	1b	14cd	19abcd
TGX 330-054 D	2485cd	73bcd	37ed	2b	15bcd	17bcde
TGX 711-01 D	2465d	74abc	42cde	1b	16bcd	20abc
TGX 724-01 D	2434d	71bcd	75b	1b	22avc	15def
M-79	2405d	45f	115a	10a	23ab	12f
TGX 604-027 C	2223d	78abc	42cde	2b	15bcd	16de

Cuadro 4. Promedio de algunas variables de nueve líneas y seis variedades de soja evaluadas en Turrialba, 1985.

Genotipo	Peso seco nódulos	Días a floración g/100 plantas	Altura plan- tas cosechadas (cm)	Altura a primeras vainas (cm)	% de acame	Días de cosecha
Papillón	0,54	54d*	87def	25abcd	28bcd	119e
SIATSA	0,52	54d	112ab	26abc	15bcd	112g
TGX 297-192 C	0,77	60c	82efg	23abcd	40bcd	115f
TGX 536-100 C	0,36	54d	67gh	16ef	10bcd	108h
TGX 342-375 D	1,03	60c	71gh	27ab	30bcd	109gh
Jupiter	0,14	65b	65h	17def	8dc	131b
TGX 604-01 D	0,53	54d	103abc	19cdef	97a	119e
TGX 713-06 D	0,35	54d	105abc	27ab	57abcd	121de
M-90	1,11	67a	67gh	20bcdef	43abcd	123cd
Bossier	0,09	44f	49i	13f	0d	100i
TGX 330-054	0,60	48e	79fgh	18def	26bcd	110g
TGX 711-01 D	0,27	54d	98bcd	23abcde	30bcd	124c
TGX 724-01 D	0,56	67a	95bcd	19cdef	67ab	135a
M-79	0,82	65b	67gh	19cdef	20bcd	120de
TGX 604-027 C	0,69	60c	117a	28a	63abc	125c

*Medidas con igual letra no difieren significativamente según prueba de Duncan 5%.

Aunque las diferencias fueron significativas al 10%, solamente se encontró correlación positiva baja con la altura de planta a la floración ($r = 0,38$; $P \leq 0,05$) y días a floración ($r = 0,31$; $P \leq 0,05$).

Si bien el peso seco de nódulos no se correlacionó con el rendimiento, es importante señalar que algunos genotipos como el TGX 342-375 D, M-90 y M-79 mostraron una mayor capacidad para nodular con capas nativas, al dar mayor peso seco de nódulos.

Resultados similares han encontrado en el IITA, donde algunos genotipos con mayor habilidad para nodular no necesariamente han dado los mejores rendimientos, lo que indica que no son eficientes en la fijación de nitrógeno (IITA, 1978). Sin embargo, es conveniente señalar que las variedades M-90 y M-79 mostraron un porcentaje de vainas vanas relativamente alto, grano pequeño y en el caso de la M-79 un menor número de plantas cosechadas, factores que probablemente ocultaran un efecto beneficioso de su mayor habilidad para nodular bajo estas condiciones.

Se confirma también la poca capacidad de la variedad Bossier para nodular bajo condiciones naturales, encontrada en el IITA (5), ya que en este experimento este cultivar mostró el menor peso seco de nódulo. De las dos variedades utilizadas comercialmente en Costa Rica, SIATSA 194A tiene mayor habilidad para nodular que Júpiter, la cual puede favorecerla (Cuadro 4).

La dificultad de recuperar la totalidad de nódulos de las raíces bajo condiciones de campo, y la posible falta de una distribución homogénea de bacterias en el suelo sin inocular, probablemente, expliquen gran parte del alto coeficiente de variación obtenido. Así mismo, se observó una mayor cantidad de nódulos en raíces que crecieron sobre residuos de cormos en descomposición de *Xanthosoma sagittifolium*.

Días a floración

El rango de días a floración (Etapa R2) varió desde 44 días en Bossier hasta 67 días con la variedad M-90. En general, para la mayoría de los genotipos este periodo fue mayor que el observado en otros experimentos; probablemente, debida a la mayor duración del día durante el periodo de esta prueba.

Esta variable se correlacionó positivamente con altura de planta a la floración ($r = 0,72$; $P \leq 0,01$) días a la cosecha ($r = 0,71$; $P \leq 0,01$) con número de vainas por planta, peso de grano por planta y con el porcentaje de vainas vanas ($r = 0,63$; $r = 0,48$; $r = 0,49$; $P \leq 0,01$; respectivamente), y con el porcentaje de vainas vanas, resultados que son características en evaluaciones de variedades según Montero, 1984.

Las Variedades más "tardías" mostraron tendencia a ser más altas al momento de la floración; tuvieron una mayor incidencia de vainas vanas y como consecuencia un menor número de granos por vaina ($r = -0,51$; $P \leq 0,01$ así mismo mostraron una mayor número de vainas por planta y peso de grano por planta ($r = 0,63$ y $0,48$; $P \leq 0,05$, respectivamente).

Altura de planta a la cosecha, altura de las primeras vainas acame.

La altura promedio fue de 84 cm y varió desde 49 a 117 cm. Se encontró una correlación positiva con el porcentaje de acame $r = 0,54$; $P \leq 0,01$) y la altura a las primeras vainas $r = 0,53$; $P \leq 0,01$).

La altura de las plantas, con excepción de las variedades SIATSA 194A y TGX 604-027C, concuerdan bien con la altura deseable de 80 cm, Quesada, 1984. La altura a las primeras vainas, con excepción de la variedad Bossier, en todas las variedades fue superior a los 15 cm, lo cual es una característica deseable especialmente para la recolección mecánica.

El porcentaje de acame varió desde un 0% con la variedad Bossier hasta un 97% con la línea TGX 604-01D, sin embargo los genotipos de mayor rendimiento tuvieron porcentajes de acame relativamente bajos y generalmente este ocurrió al final del ciclo del cultivo.

Días a la cosecha

La variación en el ciclo de vida de los genotipos evaluados fue amplio (110-135 días). Los genotipos "tardíos" tuvieron a su vez un mayor número de vainas por planta y peso de grano por planta ($r = 0,42$ y $0,52^*$ $P \leq 0,05$) respectivamente) pero no mayor rendimiento.

Número de plantas cosechadas

El número de plantas cosechadas varió de 45 a 89 plantas por parcela útil, (150.000 a 296.667 pl/ha). Las variedades más afectadas por la baja población fueron la M-79 y Júpiter, esta última como consecuencia de una baja germinación, provocada por un mayor tiempo de almacenamiento al ser variedad local, sin embargo, estas mismas variedades mostraron un mayor rendimiento por planta y mayor número de vainas por planta ($r = 0,69$, $P \leq 0,05$), por la que sería deseable evaluarlas nuevamente.

Número de vainas por planta

Se detectó una amplia variación entre genotipos en el número de vainas por planta (30-115), sin embargo, no se observó correlación de esta variable con rendimiento.

Los genotipos tardíos mostraron mayor número de vainas por planta. Esta variable estuvo correlacionada positivamente con número de vainas vanas (0,00; $P \leq 0,01$) y en forma negativa con el peso de 100 granos ($r = 0,49$; $P \leq 0,01$), lo que indica que algunas variedades no pudieron desarrollar todo su potencial genético, posiblemente por limitaciones ambientales o nutricionales; esto es especialmente evidente con los genotipos M-79 y M-90 que mostraron un 10 y 11% de vainas vanas respectivamente, mientras que para el resto de genotipos varió entre 1 y 3%, Cuadro 4.

Peso de grano por planta

Debido a que hubo diferencias significativas en el número de plantas cosechadas, se tomó el peso de grano por planta como una estimación aproximada del potencial de las variedades.

La producción por planta varió de 11 a 28 gramos. Las variedades Júpiter y M-79 mostraron la mayor producción por planta; sin embargo, éstas también presentaron el menor número de plantas cosechadas, por la cual es posible que exista un efecto adicional confundido debido a la menor competencia en esta variedades ($r = -0,69$; $P \leq 0,01$).

La mayor producción por planta estuvo definida también por una mayor producción de vainas por planta ($r = 0,67$; $P \leq 0,01$).

Peso de 100 granos

Las diferencias en el peso de 100 granos fueron significativos y variaron desde 12 gramos en la variedad M-79 hasta 22 gramos con las variedades Papillón y SIATSA 194A.

El peso de 100 granos estuvo correlacionado en forma positiva con el rendimiento ($0,48$; $P \leq 0,05$), aunque hay varias excepciones, como las variedades TGX 297-192C y TGX 536-100C de alto rendimiento y grano pequeño (15 y 16 gramos/100 granos mientras que la TGX 711-01D de grano grande (20 gramos/100 granos) dio un rendimiento bajo, debido fundamentalmente a una menor producción de vainas por planta y menor número de granos por vaina.

RESUMEN

De junio a setiembre de 1984, se realizó un experimento para estudiar el comportamiento agronómico de 15 genotipos de soya (*Glycine max* (L.) Merrill) en el trópico húmeda de Costa Rica (Turrialba, Cartago).

Los genotipos con mayor producción de grano fueron Papillón, SIATSA 194A, TSX 297-192C y TGX-536-100C, con rendimientos superiores a 3 t/ha.

Papillón mostró varias características deseables como granos de color crema y de tamaño grande, plantas de porte erecto, con altura a las primeras vainas adecuadas para la recolección mecánica y uso extensivo.

LITERATURA CITADA

1. ASIAN VEGETABLE RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTER. 1977. Progress report 1977. Shanhua, Taiwan. pp. 55-62.
 2. _____. 1978. Progress report 1978. Shanhua, Taiwan. pp. 93-105.
 3. CAMPOS, A. W. 1983. Comportamiento de nueve cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) bajo condiciones inundadas del suelo. Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica.
 4. COSTA, J. A. 1973t Efeito da inundacao sobre a soja (*Glycine max* (L.) Marril). Agronomía Su1riograndense. 9 (1): 133-139.
 5. INTERNATIONAL INSTITUE OF TROPICAL AGRICULTURE. 1979. Annual report for 1978. Ibadan, Nigeria, pp. 39-46.
 6. _____. 1979. Research highilights for 1978. Ibadan, Nigeria. pp. 5-12.
 7. MONTERO, A. R. 1984. Caracterización de variedades de soja. IN CARE y Comisión Técnica de Soya. Primer Curso de Producción de Soya. San José, 1984. Memoria. San José, p. irr.
 8. QUESADA, H. G. 1984. Resultados y avances de la investigación de soja en Costa Rica. In: CARE Comisión Técnica de Soya. Primer Curso de Producción de Soya, San José, 1984. Memoria. San Jose p. i rr.
 9. RAMIREZ1, M.S. 1984. Fertilización en el cultivo de soja. IN CARE y Comisión Técnica de Soya. Primer Curso de Producción de Soya, San José, 1984.
 10. SCOTT, O.W.; ALDRICH, R.S. 1975. Producción moderna de la soja. Buenos Aires, Editorial Hemisferio sur, pp. 25-27.
 11. SMITH, E.M.; HERRERA, M.F.; KASS, D. 1984. Evaluación de 14 variedades de soja bajo condiciones de exceso de agua en el suelo. IN Reunión Anual de PCCMCA, 30a, Managua, 1984. Memorias, Managua, Nicaragua.
 12. WIEN, C.; LAL, R.; PULVER, E. L. 1977. Effects of transiert flooding on growth and yield of some tropical crops. IN Soil Physical Properties and Crop Production in the Tropics. 235-245.
-