

# **Comportamiento de genotipos de arroz (*Oryza sativa* L.) en diferentes niveles de salinidad de suelos de la región noroeste de la República Dominicana<sup>(1,2)</sup>**

Ephesien Zidor<sup>(3)</sup>, Jean Cajou<sup>(3)</sup>, Bernardo Viña<sup>(4)</sup>, Freddy Contreras<sup>(4,5)</sup> y Elpidio Avilés<sup>(4, 5)</sup>

## **Abstract**

The productivity of the rice regions of the Dominican Republic has been affected by the salinity and alkalinity of their soils. These soils, located mainly in the northwestern part of the Dominican Republic, comprise an extension of approximately 180,000 hectares (11,250 ha). As a result of this problem, the effect of four levels of soil salinity on the behavior of three rice genotypes was studied under greenhouse conditions. For these purposes, soils with different concentrations of salts were collected in a Laguna Salada farm, based on the electrical conductivity (EC) of the solution of the saturated extract of the soil. The experiment was conducted at the Juma Rice Experimental Station of Idiaf in Bonao, Monseñor Nouel province, using masts with 8 kg of soil. The experimental design was completely randomized with factorial arrangement and three replicates. The varieties 'Prosequisa 4', 'Juma 57' and 'Juma 67' and salinity levels of 0.1, 2, 4 and 6 mS.cm<sup>-1</sup> were used. Among the most relevant results we can mention that the height of the plant decreases with the increase of soil salinity, for the three varieties studied. The 'Juma 67' rice variety showed a lower variation in height due to the increase in the salinity of the soils, which may indicate a greater tolerance to the salt content in the soil. The three varieties under study showed a reduction of yield with the increase of the salinity, being to a less degree for the variety 'Juma 67'.

Keywords: rice, soil, salinity, yield, electrical conductivity, varieties

## **Resumen**

La productividad de las regiones arroceras de la República Dominicana ha sido afectada por la salinidad y la alcalinidad de sus suelos. Estos suelos, ubicados principalmente en la zona noroeste de la República Dominicana, comprenden una extensión de aproximadamente de 180,000 hectáreas (11,250 ha). En virtud de esta problemática, se estudió, en condiciones de invernadero, el efecto de cuatro niveles de salinidad del suelo en el comportamiento de tres genotipos de arroz. Para tales fines, se recolectaron suelos con diferentes concentraciones de sales, en una finca de Laguna Salada, Valverde, R.D., basado en la conductividad eléctrica (CE) de la solución del extracto saturado del suelo. El experimento fue conducido en la Estación Experimental Arroceras Juma del Idiaf en Bonao, provincia Monseñor Nouel, empleando masetas con 8 kg de suelo. El diseño experimental fue completamente al azar con arreglo factorial y tres repeticiones. Se emplearon las variedades 'Prosequisa 4', 'Juma 57' y 'Juma 67' y los niveles de salinidad de 0.1, 2, 4 y 6 mS.cm<sup>-1</sup>. Dentro de los resultados más relevantes podemos citar que la altura de la planta disminuye con el aumento de la salinidad de suelo, para las tres variedades estudiadas. La variedad de arroz 'Juma 67' presentó una menor variación de la altura por el aumento de la salinidad de los suelos, esto indica una mayor tolerancia al contenido de sales en el suelo. Las tres variedades en estudio mostraron una reducción del rendimiento con el aumento de la salinidad, siendo en menor grado para la variedad 'Juma 67'.

Palabras clave: arroz, suelo, salinidad, rendimiento, conductividad eléctrica, variedades

## **INTRODUCCIÓN**

El arroz es el cereal que más se consume en el mundo después del trigo. A más de la mitad de la población mundial les proporciona más del 50% de las calorías de su alimentación. El arroz es el principal alimento en la dieta de los dominicanos, aporta más del 25% de la ingesta diaria de calorías y 7% de la proteína, para cerca del 60% de los hogares del país, con un consumo anual per cápita de 50 a 55 kg, MA (2010). En el período 2000

al 2008, el área nacional dedicada a la producción de arroz osciló entre 120 y 140 mil ha por año, MA (2010). Más del 90% de la producción nacional se utiliza para el consumo local.

En la República Dominicana, hay cuatro ecosistemas definidos para el cultivo de arroz, estos son: región nor-central (incluye a Bonao con 2,625 hectáreas) y parte

<sup>(1)</sup> Parte de los trabajos de tesis para optar por el título de ingeniero agrónomo en la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD)

<sup>(2)</sup> Proyecto arroz MESCyT –UASD

<sup>(3)</sup> Estudiantes de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD).

<sup>(4)</sup> Investigadores del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuaria y Forestales (Idiaf)

<sup>(5)</sup> Profesores de Agronomía de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), fcontreras72@uasd.edu.do

del nordeste que representan aproximadamente el 40 % del área arrocera nacional; la región noroeste con más de 24 mil ha representa el 24 % del área arrocera nacional, Limón del Yuna, nordeste del país representa cerca del 20 % y el suroeste con aproximadamente 13 %.

El principal problema en la producción del cultivo de arroz es la disponibilidad de alternativas tecnológicas adaptadas a las condiciones de cultivo, propio de cada ecosistema nacional, que permitiría mantener niveles de productividad como garantía o base para la sostenibilidad y competitividad del cultivo, de cara a la apertura internacional del mercado de arroz a partir del año 2020.

Se debe destacar que la productividad de varias regiones arroceras de la República Dominicana ha sido afectada por la salinidad y la alcalinidad de sus suelos. Estas áreas están ubicadas en la zona noroeste de la República Dominicana y comprende una extensión de 180,000 tareas.

El proceso de salinización y alcalinización en suelos arroceros sigue avanzando cada año, disminuyendo el rendimiento de los cultivos, afectando la actividad económica de esas regiones, Cheany y Peralta (1970).

El uso de suelos para la producción arrocera con utilización indiscriminada de agua de riego, ha resultado en suelos, tanto aluviales como residuales del bajo Yaque del Norte, altamente salinos. Tanto en los extremos occidental, cerca de Laguna Salada, como en el oriental en la parte de Pontoncito, es posible apreciar a simple vista, terrenos salinos por la presencia de eflorescencias cristalinas de sales depositadas en la superficie del suelo por la intensa evaporación. Esto es notorio en los alrededores del poblado situado a un kilómetro al suroeste de Villa Bisonó (Navarrete) en la provincia Santiago, en la parte norcentral de la República Dominicana, Tirado (2003).

Los problemas de anegamiento y salinización secundaria son importantes en las zonas de regadío, por uso de agua en exceso, ya sea por sistemas de riego poco eficiente, sistemas de distribución defectuosos o malas prácticas de riego. Con frecuencia, menos del 60% del agua aplicada se emplea en transpiración del cultivo (Jensen *et al.* 1990).

De acuerdo a Richards (1954), son utilizados varios criterios para la clasificación de los suelos afectados por sales, entre los cuales se encuentran la conductividad eléctrica (CE), porcentaje de saturación de sodio intercambiable (PSI), la relación de adsorción de sodio (RAS) y le pH del suelo

Los suelos pueden ser clasificados como salinos cuando presentan elevada concentración de sales en la solución de suelo, para la distinción de esa categoría se tomó como base una conductividad eléctrica de 4 dSm<sup>1</sup>,

donde ocurre 50% de reducción en la producción de la mayoría de los cultivos agrícolas, Richards (1954). El Comité de Terminología de la Sociedad Americana de Ciencia de Suelo (SSSA) recomendó una disminución a un nivel de 2 dSm<sup>-1</sup> (Bohn *et al.* 1979), sin embargo, para efectos de manejo de cultivos se debe considerar el nivel crítico de cada especie en particular. El arroz tolera la salinidad y se obtiene alta productividad de granos en suelos salinos, Vargas (2010). Si los valores de conductividad eléctrica pasan de 10 dSm<sup>-1</sup>, las sales afectarán drásticamente el crecimiento de las plantas de arroz, Mackill *et al.* (1996).

El objetivo de este estudio fue determinar el comportamiento de genotipos de arroz a diferentes niveles de salinidad de los suelos de la región noroeste de la República Dominicana.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionó suelos de una finca arrocera que presentó variación en por lo menos 4 niveles de salinidad, localizada en Lagunas Salada, provincia Valverde, en la región noroeste de la República Dominicana. Localizada a 19°38'57.38 latitud N y 71°7'32.73 longitud O, a una altura de 52 msnm. Estos suelos fueron analizados en el campo con un medidor de pH, CE y concentración de sodio total (TDS).

Luego de seleccionar las muestras con diferente salinidad (TDS), fueron transportadas a la Estación Experimental Arrocera Juma en Bonao, provincia Monseñor Nouel, donde fueron secadas a la sombra por separado y trituradas con una maquina moledora de suelo y tamizadas con diámetro de 1 cm.

Para la obtención de los suelos con diferentes salinidades se utilizó la fórmula de dilución de la concentración de salinidad;

$$C_z = A_x + B_y$$

Donde:

A: Concentración de salinidad muestra de suelo A

B: Concentración de salinidad muestra de suelo B

C: Concentración de salinidad deseada

x: Cantidad de suelo A mezclar, desconocido

y: Cantidad de suelo B a mezclar, desconocido

z: cantidad de suelo deseada para las 3 repeticiones del experimento

Los suelos obtenidos fueron llevados a un área de invernaderos para llenar las macetas con 8 kg de suelo.

El estudio fue iniciado en abril del 2014, el experimento

se realizó en invernadero en macetas (tarros), se trasplantaron las plántulas con 15 días de siembra, a la semana se realizó la primera fertilización a base del 30% de nitrógeno, 100% de fósforo y 50% de potasio de la dosis general de 120-80-80 kg/ha de NPK, respectivamente. Después de tres semanas de la primera aplicación, se realizó la segunda aplicación de fertilizantes mineral con 50% de nitrógeno y 50% de potasio. La última aplicación de fertilizante se realizó en la diferenciación del primordio floral, a base del 20 % restante del nitrógeno. El suelo fue mantenido en inundación constante, siendo regado con agua diariamente, de acuerdo a las necesidades de la planta.

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial, con dos factores y tres repeticiones, donde el factor A correspondió a los genotipos de arroz, las variedades comerciales 'Juma 67', 'Prosequisa 4' y 'Juma 57' y el factor B es la salinidad del suelo, con cuatro niveles de salinidad, determinado por la conductividad eléctrica, siendo estos niveles de 0,1, 2, 4 y 6 dSm<sup>-1</sup>.

Las variables evaluadas fueron altura de planta, donde se escogieron plantas de cada unidad experimental y se midió la altura en cm desde la superficie del suelo hasta la última espiguilla de la panícula. El número de panícula por maceta, se evaluó una semana antes de la cosecha, contando el número de panícula por cada tarro. Después de cosechada las panículas por tarros, estas fueron secada en funda de papel y separada del raquis, obteniendo así el rendimiento en gramos por maceta.

Para el análisis de los datos correspondientes a las variables en estudios, se realizaron diferentes pruebas para verificar que cumplieran con los supuestos para el análisis de varianzas (normalidad, aditividad, homogeneidad e independencia). Se realizó un análisis de tendencias mediante pruebas de regresión, utilizando el paquete estadístico SAS.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Altura de la planta

Para la variable altura de planta, la variedad 'Juma 57' presentó un comportamiento cuadrático representado por la ecuación  $Y=90.567-0.780X-0.402X^2$ , con coeficiente de determinación  $R^2=0.82$ , de igual forma la variedad 'Prosequisa 4' se ajustó a una ecuación de segundo grado, representada por la ecuación  $Y=113.614+0.218X-0.507X^2$ , mientras que la altura de la planta de la variedad 'Juma 67' en relación al aumento de la conductividad eléctrica presentó un comportamiento lineal, siendo representado por la ecuación  $Y=94.073-1.456X$  con  $R^2=0.84$ , esto indica que la altura de la variedad 'Juma 67' disminuye a 1.46 cm por cada grado aumentado de la salinidad. La variedad 'Prosequisa 4' presentó mayor efecto de la salinidad con una disminución de 2.9 cm por cada grado aumentado de salinidad, Figura 1.

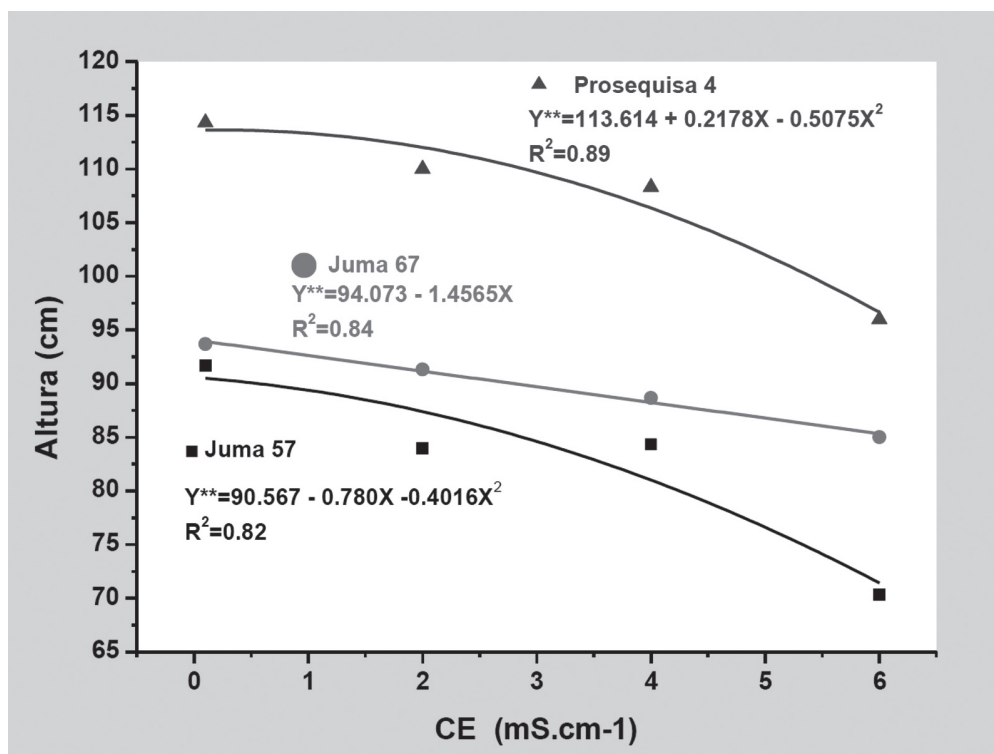


Figura 1. Altura de planta (cm) en relación a diferentes niveles de salinidades del suelo para las tres variedades de arroz evaluadas y cultivadas en inundación.

## Número de panículas

La cantidad de panículas por maceta varió con el contenido de sales en el suelo. Todas las variedades de arroz fueron ajustadas a una ecuación de segundo grado. La variedad 'Juma 67' fue representada por la ecuación  $Y=23.953 + 0.526X - 0.253X^2$ , con  $R^2=0.73$ , de acuerdo a la ecuación ajustada podemos inferir que la mayor cantidad de panículas para la variedad 'Juma 67' es cuando la salinidad es de  $1.04 \text{ mS.cm}^{-1}$ , a partir de este valor de salinidad la cantidad de panículas desciende, llegando hasta 18 panículas por maceta con  $6 \text{ mS.cm}^{-1}$ ; esta reducción representa una disminución de un 25% de la cantidad de panículas para esta variedad de arroz.

La variedad 'Prosequisa 4', presentó un comportamiento similar a 'Juma 67', pero en menor cantidad de panículas iniciales, siendo ambas ecuaciones paralelas. Para la variedad de arroz 'Juma 57', los datos de la cantidad de panículas por tarro fueron ajustado a una ecuación de segundo grado, Figura 2, pero esta variedad baja 2.79 panículas por cada grado de salinidad que aumente en el suelo, siendo este valor el más altos en las demás variedades de arroz, denotando una mayor susceptibilidad de 'Juma 57' a la cantidad de sales en el suelo para la cantidad de panículas.

## Rendimiento en grano

El rendimiento en grano fue afectado por la concentración de sales en el suelo, para todas las variedades estudiadas. Para la variedad 'Juma 57' fue representado por la ecuación  $Y^{**}=38.464 - 9.831X + 0.698X^2$ , mientras que para la variedad 'Juma\_67' fue  $Y^{**}=32.099 - 1.375X - 0.571X^2$ , siendo una ecuación de primer grado para la variedad 'Prosequisa 4', con la ecuación  $Y^{**}=23.467 - 3.262X$ , Figura 3.

De acuerdo a la reducción del 50% de los rendimientos ajustado a las diferentes ecuaciones, podemos calcular la concentración de sales. La variedad de arroz 'Juma 67' presentó una reducción del 50% de sus rendimientos cuando la salinidad fue de  $4.24 \text{ mS.cm}^{-1}$ , para la variedad 'Prosequisa 4' fue de  $3.64 \text{ mS.cm}^{-1}$  y para 'Juma 57' la salinidad de  $2.34 \text{ mS.cm}^{-1}$  bajos los rendimientos en 50%, esto concluye que la variedad de arroz 'Juma 67' es la variedad con mayor tolerancia a la concentración de sales, mientras que la variedad 'Juma 57' es la más susceptible a la concentración de sales en el suelo. La variedad 'Prosequisa 4' presentó una respuesta intermedia.

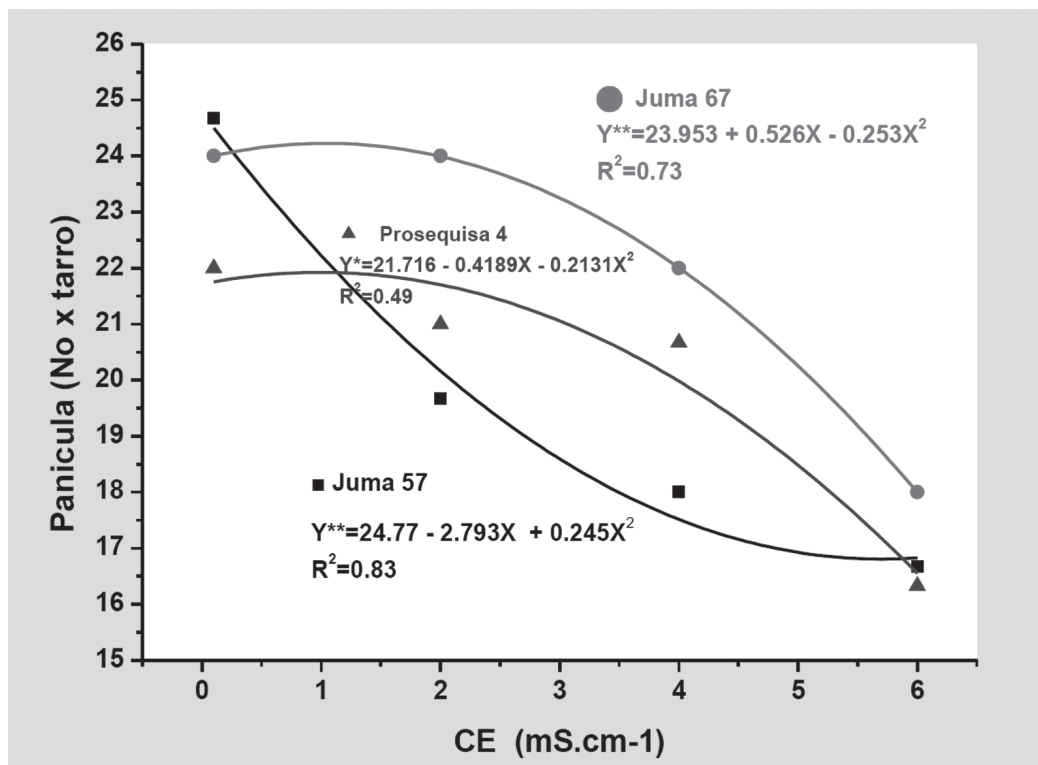


Figura 2.- Número de panículas por tarro en relación a diferentes niveles de salinidades del suelo para las tres variedades de arroz evaluadas

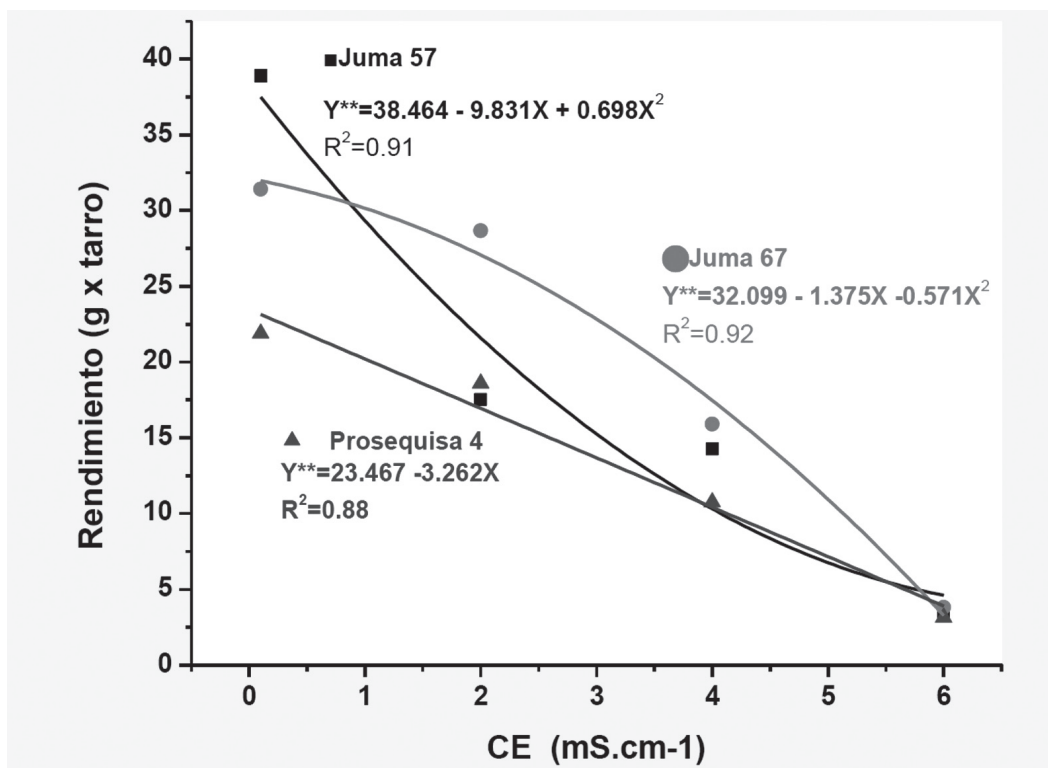


Figura 3.- Rendimiento en grano por maceta en relación a diferentes niveles de salinidades del suelo entre las variedades de arroz por inundación evaluadas.

A partir de la concentración de sales de 3.5 mS.cm-1, las variedades de arroz 'Juma 57' y 'Prosequisa 4', presentaron rendimientos similares. La variedad de arroz 'Juma 67' representa una mejor opción varietal cuando los niveles de sal superan los 1.5 mS.cm-1, mientras que si estos valores son inferiores, la variedad 'Juma 57' representa la mejor alternativa para el productor por los rendimientos reportados.

### CONCLUSIONES

En las condiciones en que fue realizado este experimento, se concluye:

La variedad de arroz 'Juma 67' presentó un mejor comportamiento agronómico en la variación de la altura, número de panícula y rendimiento en relación al aumento de la salinidad de suelos

La variedad 'Juma 57' presentó el mayor descenso en la cantidad de panículas, altura de la planta y rendimientos, en función del aumento de la salinidad de los suelos, esto puede indicar una menor tolerancia al aumento del contenido de sales en el suelo.

### LITERATURA CITADA

- Bohn, H.; McNeal, B.; O'Connor, G. 1979. Soil Chemistry. New York. Wiley Interscience. 329 p.
- Cheany, R.; Peralta, E. 1970. La salinidad y alcalinidad del agua y los suelos y sus efectos en la agricultura. Instituto Superior de Agricultura (ISA). Santiago, DO. Pp 1-5,33.
- Jensen, M.; Rangeley, W.; Dieleman, P. 1990. Irrigation trends in world agriculture. In: Irrigation of Agricultural Crops. Amer. Soc. Agron., Madison, WI. Pp 31-67.
- MAackill, D.; Coffman, W.; Garrity, D. 1996. Rainfed Lowland Rice Improvement. International Rice Research Institute (IRRI), Los Baños, PH. 242p.
- MA (Ministerio de Agricultura, DO). 2010. Subsecretaría de Producción y Mercadeo. Departamento Nacional de Fomento Arrocero. División de Programación.
- Richards, L. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. US Salinity Lab. US Department of agricultural Handbook 60. California, US
- Tirado, F. 2003. Los Suelos de la República Dominicana. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Santo Domingo. DO. 240p
- Vargas, J. 2010. El Arroz y su Medio Ambiente, Eco-Eficiente del Arroz en América Latina. Editado por Víctor Degiovanni B., César P. Martínez R. y Francisco Motta O. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, CO. Pp 81-99.

