

Productividad de dos Variedades de Arroz (*Oryza sativa L*) a Cinco Niveles de Potasio en Suelo con Altas Concentraciones de Hierro

Por: Jaime Arismendi Acosta Padilla, Ms¹, Ing. Edwin Díaz Méndez², Ing. Edwín Samael Khomeinis Viloria Moreno² e Ing. Mario Ramón Brito².

Resumen

La Provincia Sánchez Ramírez, posee 8,250 ha, con potencial para la producción de arroz, actualmente, su rentabilidad es afectada por varios factores, siendo uno de ellos altas concentraciones de hierro. Esta investigación se realizó durante los meses de enero-junio del 2007. El diseño experimental, consistió en un bifactorial, con un arreglo combinatorio y una distribución en parcelas divididas, se evaluaron las variables: rendimiento de Arroz en Cáscara, número de panículas por m², peso de mil granos y porcentaje de fertilidad del grano. Se encontró que el factor variedad de forma individual, reportó diferencias estadísticas para las variables: rendimiento de arroz en cáscara y peso de la panícula. El factor niveles de potasio de manera individual no reportó diferencias estadísticas para ninguna de las variables consideradas. La interacción de los factores variedad y niveles de potasio, sólo reportó diferencias estadísticas para la variable rendimiento de arroz en cáscara. En el análisis económico, las variedades reportaron comportamientos diferentes

¹ Decano de la Facultad de Ingeniería y Recursos Naturales

² Colaboradores

Introducción

En suelo con altas concentraciones de hierro, es común que se presente la toxicidad férrica en variedades sensibles. Para Dobermann y Fairhurst (2000), entre las condiciones más comunes en las cuales las altas concentraciones de hierro puede ser tóxico al arroz, se destacan la baja concentración de potasio en la solución del suelo con alto contenido de arcilla. En presencia de excesivas cantidades de Fe²⁺ en suelos pobremente drenados se retarda el crecimiento de las raíces y la absorción de potasio. Pérez (2002) plantea que las raíces de arroz saludables tienen un pronunciado poder de oxidación, haciendo que el hierro soluble (Fe²⁺) sea precipitado como hierro insoluble (Fe³⁺) en la superficie de la misma. La aplicación de fertilizantes potásicos tiene su efecto en el comportamiento de la productividad de variedades susceptibles. Dobermann y Fairhurst (2000), reportan que la eficiencia del uso del potasio en condiciones de manejo óptimo, es de 69 kg de granos por kg de K₂O absorbido, es decir que se remueve 14.5 kg de potasio/ t de granos. Jiménez (1999), coincide con Contreras y Moquetes (2001), al señalar que entre las bondades de la aplicación de potasio al arroz se destacan el aumento de la resistencia al acame, la disminución del porcentaje de granos vanos, la disminución de la incidencia de enfermedades y de la severidad de la toxicidad del hierro. Por su lado, Mena (1981), encontró que existe una relación entre los niveles de potasio (0, 75, 150, 225, 300, 375 y 450 Kg.ha⁻¹) y el rendimiento del grano que se explica por medio de una ecuación cuadrática, siendo el nivel de máximo rendimiento 225 Kg.ha⁻¹ de K₂O. En ese mismo orden, Solórzano (2003), encontró efecto significativo de las aplicaciones de potasio sobre el rendimiento de arroz. Las dosis recomendadas varían entre 30 y 120 kg K₂O.ha⁻¹. Acosta y Betemí (2005), trabajando con la variedad Juma 57, en suelos con altas concentraciones de hierro, reportaron diferencias estadísticas significativas entre los niveles de 0, 80 y 160 kg.ha⁻¹ de potasio. Además publicaron que los mejores beneficios económicos se reportaron cuando se aplicaba niveles bajos de fósforo y altas dosis de potasio.

Metodología

La investigación en la finca del señor Aquile Brito del municipio Villa La Mata, provincia Sánchez Ramírez, República Dominicana. (19°03'10 y 70°). El suelo donde se montó el experimento se caracteriza por niveles adecuados de nutrientes, con altas concentraciones de hierro (133ppm) y bajo nivel de potasio (0.30mq/100 ml.)

El diseño experimental, consistió en un bifactorial, con un arreglo combinatorio y una distribución en parcelas divididas. La combinación de los factores y tratamientos en estudio, se presentan en la Tabla 1, los tratamientos resultaron de la combinación de cinco niveles de potasio (0, 80, 160, 240 y 320 kg.ha⁻¹) y dos variedades comerciales de arroz (Prosequisa-4 y Juma 57).

En el análisis estadístico, se utilizó el paquete estadístico SAS, versión 8, se aplicó el modelo de análisis de ANDEVA, con una distribución en parcela dividida. Para el factor variedad, se aplicó la Prueba Tukey, mientras que para el factor niveles de potasio, se utilizó análisis de regresión. El nivel de significación fue $\alpha = 0.05$. Para análisis económico, se partió de la práctica de costos – benéficos.

Tabla 1 Arreglo de los Factores y tratamientos, Villa La Mata, Provincia Sánchez Ramírez, 2007.

Factor B kg.ha ⁻¹ de Potasio	Factor A, Variedad	
	Prosequisa-4 (V1)	Juma 57 (V2)
0	V ₁ N ₁	V ₂ N ₁
80	V ₁ N ₂	V ₂ N ₂
160	V ₁ N ₃	V ₂ N ₃
240	V ₁ N ₄	V ₂ N ₄
320	V ₁ N ₅	V ₂ N ₅

V: Variedad N: Niveles de Potasio

Para establecimiento y conducción del experimento, se inició con la construcción de un semillero el cual se manejó bajo los criterios agronómicos actuales. Para establecer el experimento, se realizó un análisis de suelo. La preparación de terreno, se efectuó mediante tres pasos de un tractor mediano. El suelo, se inundó antes de proceder a la nivelación con una tabla de tracción animal. Los muros fueron cubiertos con un plástico. La siembra, se efectuó mediante el método de siembra transplante manual con una densidad de siembra de 28 plantas por m². El riego, se realizó con una frecuencia que varió en función a las condiciones climáticas. El drenaje se realizó de forma individual para cada subparcela.

Para el manejo de malezas se realizó mediante la aplicación pre-emergente en postsiembra a base de una mezcla de los herbicidas pendimentalina a razón de 3 l.ha⁻¹ y pirasulfuron - etil a 250 g.ha⁻¹ más auxina a razón de 0.5 l.ha⁻¹. Las malezas más comunes fueron: *Echinochloa colonum*, *Echinochloa crusgalli*, *Cyperus fimbrites*, *Cyperus alternifolius* y *O. sativa*. Para la aplicación de fertilizante, el fósforo se incorporó en las dos primeras aplicaciones en una mezcla a razón de 80 kg.ha⁻¹ de fósforo y 80 kg.ha⁻¹ de nitrógeno. El potasio se incorporó en las dos primeras aplicaciones siguiendo las dosis definidas en los tratamientos. El control de *Ratus ratus*, se efectuó con una aplicación basada en una mezcla de 0.50 kg.ha⁻¹ de cumatetralyl (0.75% p/p) y 9.0 kg.ha⁻¹ de afrecho. Para el control de plagas insectiles, se realizaron tres aplicaciones de una mezcla de imidacloprid (70% p/p) a razón de 0.5 kg.ha⁻¹ y cipermetrina (25%p/p) a razón de 0.24 l.ha⁻¹ para controlar *Spodoptera frugiperda* e *Hydrelia sp.* Para el control de enfermedades, se realizaron tres aplicaciones de fungicidas; con una mezcla de isoprotiolano (40% p/p) a razón de 1 l.ha⁻¹, triazol con una dosis de 0.5 kg.ha⁻¹ y carbendazin a razón de 0.64 kg.ha⁻¹.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento

La aplicación de crecientes niveles de potasio (0, 80, 160, 240 y 320 kg.ha⁻¹), afecta el rendimiento del cultivo de arroz en las variedades Prosequisa-4 y Juma 57 (Tabla 2, Figura 1, Pr=0.0508). Estos resultados difieren a los reportados por Ángeles y Cruz (2005). Para la variedad Prosequisa-4 al pasar de 0 a 160 kg.ha⁻¹ de potasio el rendimiento disminuye 1.58 kg.10 m⁻², al pasar de 160 a 240 kg.ha⁻¹ el rendimiento aumenta 2.04 kg.10 m⁻² y finalmente al pasar de 240 a 320 kg.ha⁻¹ disminuye 1.630 kg.10 m⁻². Por su lado, la variedad Juma 57 al pasar de 0 a 80 kg.ha⁻¹ de potasio aumenta 2.53 kg.10 m⁻², al pasar de 80 a 160 kg.ha⁻¹ disminuye 1.64 kg.ha⁻¹ y finalmente al pasar de 160 a 320 kg.ha⁻¹ aumenta 0.49 kg.ha⁻¹ (Tabla 3, Figura 2).

Tabla 2 Resumen de la Comparación de Medias de Tukey por Variable en las Variedades de Arroz Prosequisa-4 y Juma 57, 2007.

Variables		Prosequisa-4	Juma57
	N	20	20
Rendimiento de arroz en Cáscara	40	11.80 a	10.00 b
No. de Hijos por Plantas	40	7.75 a	7.28 a
No. de Panículas por m ²	40	298.50 a	319.85 a
No. de Granos por Panículas	40	120.67 a	109.68 a
Peso de la Panícula	40	4.05 a	3.41 b
Peso de Mil Granos	40	30.24 a	28.10 a
Porcentaje de Fertilidad del Grano	40	0.79 a	0.75 a

*Letras iguales dentro de una misma fila indican que no hay diferencias estadísticas, Tukey al 5%.

Tabla 3 Rendimiento en kg.10m⁻² de las Variedades de Arroz Prosequisa-4 y Juma 57 a Cinco Niveles de Potasio, 2007.

Niveles de potasio (kg.ha ⁻¹)		Prosequisa-4	Juma 57	Media
	N	20	20	20
0	8	12.53	8.85	10.69
80	8	11.20	11.38	11.29
160	8	10.95	9.74	10.35
240	8	12.99	9.85	11.42
320	8	11.36	10.23	10.79
Media	8	11.81	10.01	10.91

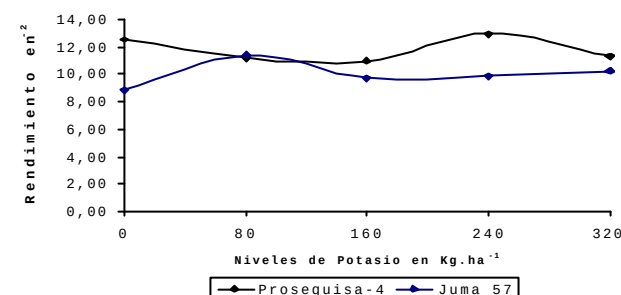


Figura 1 Comportamiento del Rendimiento en kg.10m⁻² de dos Variedades de Arroz Prosequisa-4 y Juma 57 a Cinco Niveles de Potasio, 2007.

Para los niveles de potasio 0, 80, 160, 240 y 320 kg/ha, el rendimiento no reportó diferencias estadísticas, promediando 10.90 kg.10m⁻² (Tabla 3, Figura 2, Pr=0.4980).

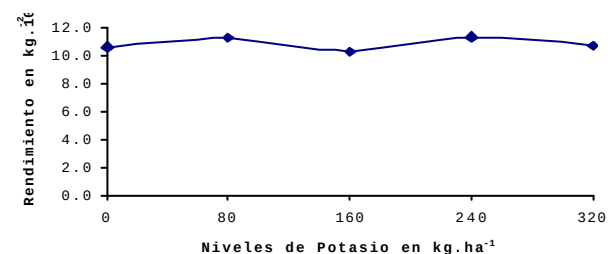


Figura 2 Comportamiento del Rendimiento en kg.10m⁻² a Cinco Niveles de Potasio, 2007.

Número de Panículas por m²

La aplicación de crecientes niveles de potasio (0, 80, 160, 240 y 320 kg.ha⁻¹) no afecta el número de panículas por m² en las variedades Prosequisa-4 y Juma 57 (Tabla 2, Figura 3, Interacción, Pr=0.5267). Para las variedades Prosequisa-4 y Juma 57 al aumentar el nivel de potasio, el número de panículas por m² presenta un comportamiento similar, promediando 309.18 (Tabla 4 y Figura 3).

Tabla 4 Número de Panículas por m² de las Variedades de Arroz Prosequisa-4 y Juma 57 a Cinco Niveles de Potasio, 2007.

Niveles de potasio (kg.ha ⁻¹)		Prosequisa-4	Juma57	Media
	N	20	20	20
0	8	269.50	288.75	279.13
80	8	281.50	337.25	309.38
160	8	285.50	316.75	301.13
240	8	326.50	328.00	327.25
320	8	329.50	328.50	329.00
Media	8	298.50	319.85	309.18

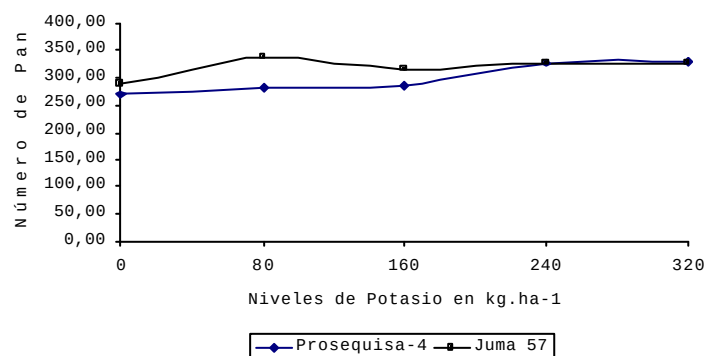


Figura 3 Comportamiento del Número de Panículas por m² de las Variedades de Arroz Prosequisa-4 y Juma 57 a Cinco Niveles de Potasio, 2007.

Para los niveles de potasio 0, 80, 160, 240 y 320 kg.ha⁻¹ el número de panículas por m² del cultivo de arroz no reportó diferencias estadísticas, promediando 309.18. (Tabla 4 y Figura 4, Pr=0.0667). Acosta y Betemí (2005), coinciden con estos resultados.

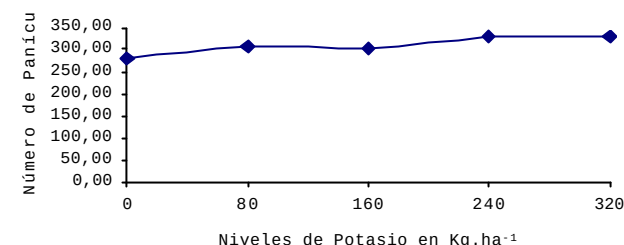


Figura 4 Comportamiento del Número de Panículas por m² a Cinco Niveles de Potasio, 2007.

Peso de Mil Granos

La aplicación de crecientes niveles de potasio (0, 80, 160, 240 y 320 kg.ha⁻¹) no afecta el peso de mil granos en las variedades Prosequisa-4 y Juma 57 (Tabla 2, Figura 5, Interacción, Pr=0.7154). Para las variedades Prosequisa-4 y Juma 57 el peso de mil granos presenta un comportamiento similar promediando 29.17 g (Tabla 5 y Figura 5).

Tabla 5 Peso de Mil Granos de las Variedades de Arroz Prosequisa-4 y Juma 57 a Cinco Niveles de Potasio, 2007.

Niveles de Potasio (kg.ha ⁻¹)		Prosequisa-4	Juma 57	Media
	N	20	20	20
0	8	30.28	27.03	28.65
80	8	29.93	29.83	29.88
160	8	29.30	26.75	28.03
240	8	31.50	28.60	30.05
320	8	30.26	28.30	29.28
Media	8	30.25	28.10	29.17

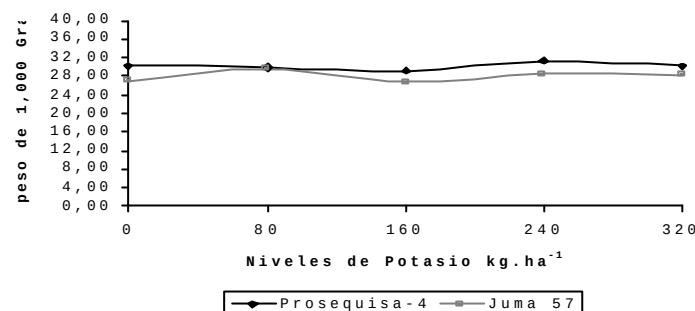


Figura 5 Comportamiento del Peso de Mil Granos de las Variedades de Arroz Prosequisa-4 y Juma 57 a Cinco Niveles de Potasio, 2007.

Para los niveles de potasio 0, 80, 160, 240 y 320 kg.ha⁻¹ el peso de mil granos del cultivo de arroz no reportó diferencias estadísticas, promediando 29.17 g. Sin embargo, el mejor peso de mil granos lo acumuló 80 kg.ha⁻¹ de potasio (Tabla 5 y Figura 6, Pr=0.4374). Acosta y Betemí (2005), coinciden con estos resultados al reportar que el peso de 1,000 granos no se relaciona con la aplicación de niveles crecientes de potasio.

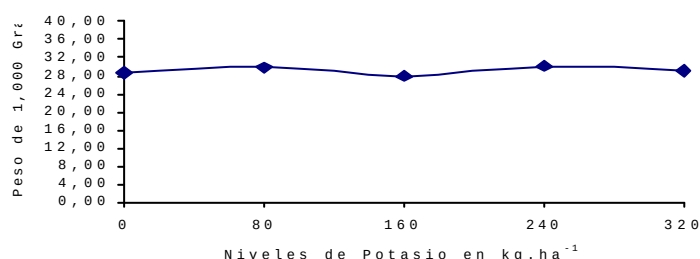


Figura 6 Comportamiento del Peso de Mil Granos a Cinco Niveles de potasio, 2007.

Porcentaje de Fertilidad del Grano

La aplicación de crecientes niveles de potasio (0, 80, 160, 240 y 320 kg.ha⁻¹) no afecta el porcentaje de fertilidad del grano en las variedades Prosequisa-4 y Juma 57 (Tabla 2, Figura 7, Pr=0.8621). Para las variedades Prosequisa-4 y Juma 57 al aumentar el nivel de potasio, el porcentaje de fertilidad del grano presenta un comportamiento similar, promediando 0.756 (Tabla 6, Figura 7).

Tabla 6 Porcentaje de Fertilidad del Grano de las Variedades de Arroz Prosequisa-4 y Juma 57 a Cinco Niveles de Potasio, 2007.

Niveles de potasio (kg.ha ⁻¹)		Prosequisa-4	Juma 57	Meda
	N	20	20	20
0	8	0.78	0.75	0.77
80	8	0.740	0.74	0.74
160	8	0.77	0.76	0.76
240	8	0.74	0.77	0.76
320	8	0.76	0.75	0.76
Meda	8	0.76	0.75	0.71

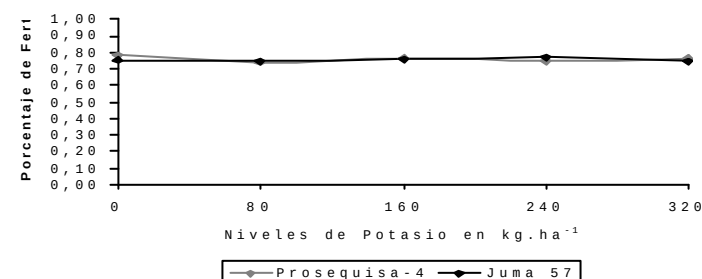


Figura 7 Comportamiento del Porcentaje de Fertilidad del Grano de las Variedades de Arroz Prosequisa- 4 y Juma 57 a Cinco Niveles de Potasio, 2007.

Para los niveles de potasio 0, 80, 160, 240 y 320 kg.ha⁻¹ el porcentaje de fertilidad del grano del cultivo de arroz no reportó diferencias estadísticas, promediando 309.18. Sin embargo, el mejor porcentaje de fertilidad del grano lo acumuló 0 kg.ha⁻¹ de potasio (Tabla 6, Figura 8, Pr=0.9000). Acosta y Betemí (2005), coinciden con estos resultados al reportar que el porcentaje de fertilidad del grano no se relaciona con la aplicación de niveles crecientes de potasio.

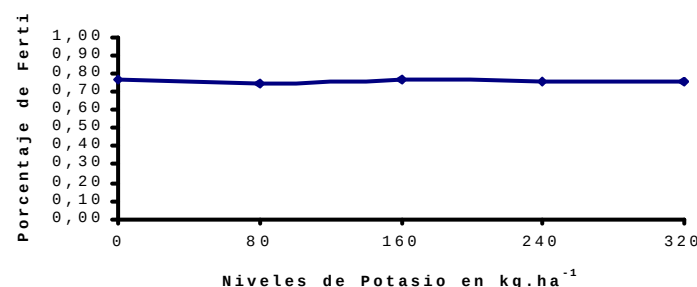


Figura 8. Comportamiento del Porcentaje de Fertilidad del Grano a Cinco Niveles de Potasio, 2007.

4.8 Análisis Económico

Para la variedad de arroz Proseguisa-4, los mejores beneficios de obtienen con 240 kg.ha⁻¹ de potasio, sin embargo, al evaluar la relación beneficio costo a medida que se aumenta el nivel de potasio se incrementan las pérdidas económicas. Para la variedad Juma 57 los mejores beneficios de obtienen con 80 kg.ha⁻¹ de potasio. Al pasar de 0 a 80 kg.ha⁻¹, se obtienen beneficios marginales del orden de 5%, sin embargo, a partir de 80 kg.ha⁻¹ a medida que se aumenta el nivel de potasio se incrementan las pérdidas económicas (Tabla 7, Figura 9). Acosta y Betemi (2005), trabajando con la variedad Juma 57, reportaron resultados similares.

Tabla 7 Análisis Económico, relación Beneficio / Costo en RD\$ de las Variedades de Arroz Proseguisa-4 y Juma 57 a Cinco Niveles de Potasio, 2007.

Potasio	Proseguisa-4				Juma57			
	Ingreso	CT	Ben	Ret	Ingreso	CT	Ben	Ret
0	150,7118	46,1209	104,5909	23	106,537.7	46,1209	60,4168	1.3
80	134,7721	49,4764	85,2957	1.7	136,8773	49,4764	87,4010	1.8
160	131,7646	51,3944	80,3702	1.6	117,148.1	51,3944	65,7537	1.3
240	156,2697	55,1531	101,1166	1.8	118,531.6	55,1531	63,3785	1.1
320	136,6600	57,3947	79,2653	1.4	123,042.8	57,3947	65,6481	1.1

CT= Costo Total Ben=Beneficio

Ret= Retorno

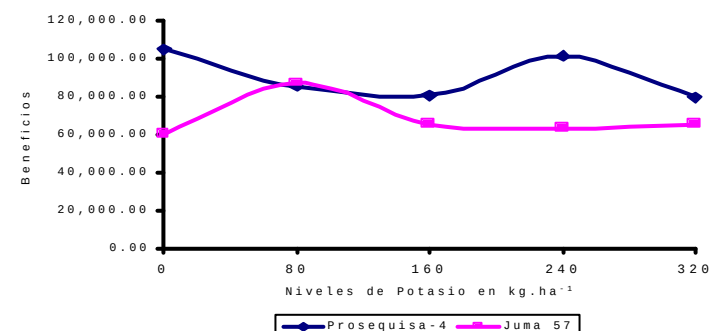


Figura 9 Comportamiento del Análisis Económico Costo Beneficio en RD\$ de las Variedades de Arroz Proseguisa-4 y Juma 57 a Cinco Niveles de Potasio, 2007.

Conclusiones

- El factor variedad de forma individual, reportó diferencias estadísticas para las variables: rendimiento de arroz en cáscara y peso de la panícula.
- El factor niveles de potasio de manera individual no reportó diferencias estadísticas para ninguna de las variables consideradas.
- La interacción de los factores variedad y niveles de potasio, sólo reportó diferencias estadísticas para la variable rendimiento de arroz en cáscara.
- En el análisis económico, las variedades reportaron comportamientos diferentes. Para la variedad Prosequisa-4 a medida que se incrementan los niveles de potasio, se aumentan las pérdidas económicas.
- Para la variedad Juma 57, al se incrementar el nivel de potasio, de 0 a 80 kg.ha⁻¹, se obtienen beneficios del orden de 5%, y a partir de 80 kg.ha⁻¹ a medida que se incrementa el nivel de potasio, se incrementan las pérdidas económicas.

Recomendaciones

De forma preliminar se recomienda para la variedad Juma 57 aplicaciones de potasio próximo a los 80 kg.ha⁻¹.

Para la variedad Prosequisa-4, se recomienda seguir realizando investigaciones, ya que a pesar de ser la más cultivada no manifestó respuesta a niveles crecientes de potasio.

BIBLIOGRAFIA

Acosta J.A y Betemí, D (2005) Efecto de Dos Sistemas de Labranza, Tres Niveles de Fósforo y Tres Niveles de Potasio sobre la Productividad de Arroz (*Oryza sativa L*), Variedad Juma 57 en Presencia de Altas Concentraciones de Hierro en el Suelo, Tesis para la maestría en Ciencias en Generación y Transferencia de Tecnología del Instituto Superior de Agricultura, 120 Pag.

Contreras, F y Moquete, C. (2001) Fertilización en el Cultivo de Arroz (*Oryza sativa L*) en la República Dominicana. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Nota Técnica. Programa de Cereales. 2-3, Bonao. República Dominicana.

Dobermann, A. y Fairhurst T. (2000) Rice nutrient disorders & nutrient management. Potash and Phosphate del Institute and internacional Rice reserarch institute, Capítulo V.

Jiménez, J. A. (1999) Tecnología Llave en Mano. División Agrícola (ES). Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), México. 188 Pág.

Mena, W. (1981) Respuesta del Arroz (*Oryza sativa L*) Variedad CR- 113 a la Fertilización Potásica. Tesis de Fitotecnia. Universidad de Costa Rica. 72 Pág.

Pérez, D. (2002) Anaranjamiento o Bronceado del Arroz. Química de los Suelos Inundados. Revista FERZAN No.52. Tomado de las Guías de Estudios. Centro Internacional de Agricultura (CIAT). Trabajo Realizado en República Dominicana. 82-85 Pág.

Senci3n, J. (1998) Toxicidad Férica en el Cultivo de Arroz, Fomento Arroceros, 25 p.

Sol3rzano, P. (2003) Crecimiento y Nutrici3n del Arroz (*Oryza sativa L*) en Venezuela. Informaciones Agron3micas. INPOFOS No.51. 21 Pág.