



Efecto de cuatro niveles de n y dos niveles de KCl en el cultivo de arroz bajo riego en Llanos de Coclé En Panamá con prevención de Bronzeamiento

Effect of four levels of N and two levels of KCl on the paddy rice culture al Cocle Llanos in Panama with prevention of Bronzing

Efeito de quatro níveis de n e dois níveis de KCl no cultivo de arroz irrigado em Llanos de Coclé no Panamá com prevenção de bronzeamento

Kentaro Tomita¹
ktomita@espol.edu.ec
tomiken30@hotmail.com

José E. Villarreal²
jevilla38@gmail.com

¹Facultad de Ciencias de la Vida, Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL): Campus Gustavo Galindo, Ecuador. Voluntario Senior de Agencia de Cooperación Internacional del Japón: JICA (1Pre-Investigador principal: IDIAP (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá). Centro sucursal de la investigación Agropecuaria en El Coco y Voluntario Senior de JICA

²IDIAP (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá). Centro de Investigación Agropecuaria Central

Artículo recibido enero 2019, arbitrado mayo 2019 y publicado en septiembre 2019

RESUMEN

El trabajo se realizó en la finca experimental de El Coco perteneciente al Subcentro Pacífico Marciaga del IDIAP, distrito de Penonomé, provincia de Coclé, sobre un suelo clasificado en la familia fino, mezclado, isohipertérmico, Aerico Tropaeum. El clima del sitio se caracteriza por ser tropical húmedo, con promedio de 1,480 mm de precipitación al año, con una temperatura promedio que oscila entre 20 y 35°C. Se evaluaron 4 niveles de Urea (0, 30, 60 y 100kgN/ha) y 2 niveles de KCl (0 y 40kgK2O/ha) en el cultivo de arroz bajo riego con 3 réplicas en Llanos de Coclé en Panamá. La siembra se realizó al voleo y la cantidad fue de 113kg/ha de semilla (La Variedad: IDIAP145-05), ajustada de acuerdo el porcentaje de germinación. De los resultados de análisis de varianza, se observó diferencia significativa al 1% no sólo en los niveles de N sino también en los de K sobre rendimiento del grano. Se aumentó hasta 3779 kg ha-1 como el rendimiento por la aplicación de 100 kgN ha-1 y de 40kg K2O ha-1. Se considera que la aplicación óptima-económica de N y K fue muy importante para asegurar el rendimiento adecuado para el cultivo de arroz bajo riego en la región de Llanos de Coclé en Panamá. Por otra parte, en el experimento, se observó diferencia significativa al 5% sobre la absorción de Fe en la planta en los tratamientos de K. Se esperará prevenir la absorción elevada de este elemento y Bronzeamiento en la planta de arroz bajo riego. En realidad, por presencia de Cl- (Electrodo potencial estándar: E0=1.46V), el Fe2+ se convertiría al Fe3+ (Electrodo potencial estándar: E0=0.77V). Por eso, se considera que hay dos efectos no sólo para abono potásico como nutrimento en el cultivo de arroz sino también para oxidación del hierro como mejoramiento química del suelo.

Palabras clave: Arroz bejo recano; Branzamiento; Cloruro de potasio; Inceptisol; Nirógeno

ABSTRACT

This work was carried out at the experimental field of El Coco perteneciente to the Subcenter Pasífico Marciaga of IDIAP, district pf Penonome, Province of Cocle, about a soil classified on the family fine, mixed, isohyperthermic, Aerico Tropaeum. The clime of the localization was characterized as tropical humid, with average of 1,480mm of precipitation a year, with average temperature which oscilate between 20 and 35°C. It was evaluated 4 levels of N (0, 30, 60 y 100kgN ha-1) and 2 levels of K (0 y 40kgK2O ha-1) on the paddy rice culture with 3 replications at Llanos of Cocle in Panama. The sowing was carried out broadcast and the amount was 113kg ha-1 of seed (The variety: IDIAP 145-05), adapted in accordance with the germination's percentage. From the results of analysis of variance, it was observed significant difference to 1% not only in the N levels but also in the K levels about the grain yield. It increased until 3779kg ha-1 as the grain yield by the application of 100kgN ha-1 and 40kgK2O ha-1. It is considered that the optimum and economic application of N and K was very important for obtain suitable yield on the upland rice culture at the region of Cocle Llanos in Panama. In other wise, it was observed significant difference to 5% in the K levels about the potassium absorption in the rice plant to the 50 days after sowing. Specially, it was observed a tendency that the potassium absorption decreased in accordance with the chemical nitrogen application on the both treatments of K. It is considered a diluted effect of the potassium absorption by the growth increase. On the experiment, it was observed significant difference to 5% about the Fe absorption in the rice plant on the treatments of K. It will expect to prevent from the absorption and Bronzing in the rice plant by the potassium suitable application on the soil. In fact, by existence of the Cl- (Electrode potential standard: E0=1.36V), the Fe2+ will be changed to the Fe3+ (Electrode potential standard: E0=0.77V). Therefore, it is considered that there are two effects not only for potassium fertilizer as a nutrient on the rice culture but also for Iron oxidation as chemical improvement of the paddy soil.

Key words: Bronzing; Nitrogen, Inceptisol; Paddy rice; Potassium cloridee

Alfa, Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias Vol. 3, Nro. 9, Septiembre - Diciembre 2019

RESUMO

O trabalho foi realizado na fazenda experimental El Coco, pertencente ao IDIAP Pacífico Marciaga Subcenter, distrito de Penonomé, província de Coclé, em solo classificado na família fina, mista e iso-hipertermica Aerop Tropaquept. O clima do local é caracterizado por ser tropical úmido, com uma média de 1.480 mm de precipitação por ano, com temperatura média variando entre 20 e 35°C. Quatro níveis de uréia (0, 30, 60 e 100kgN / ha) e 2 níveis de KCl (0 e 40kgK2O / ha) foram avaliados na cultura do arroz irrigado com 3 repetições em Llanos de Coclé no Panamá. A semente foi realizada por difusão e a quantidade foi de 113kg / ha de semente (The Variety: IDIAP145-05), ajustada de acordo com o percentual de germinação. A partir dos resultados da análise de variância, observou-se diferença significativa de 1%, não apenas nos níveis de N, mas também nos níveis de K no rendimento de grãos. Aumentado para 3779 kg ha⁻¹ como rendimento para a aplicação de 100 kgN ha⁻¹ e 40 kg K2O ha⁻¹. A aplicação econômica ideal de N e K é considerada muito importante para garantir um rendimento adequado para o cultivo de arroz irrigado na região de Llanos de Coclé, no Panamá. Por outro lado, no experimento, observou-se uma diferença significativa de 5% na absorção de Fe na planta nos tratamentos de K. Espera-se evitar a alta absorção desse elemento e o curtimento na planta de arroz irrigado. Na realidade, devido à presença de Cl⁻ (eletrodo de potencial padrão: E₀ = 1,46V), o Fe²⁺ seria convertido em Fe³⁺ (eletrodo de potencial padrão: E₀ = 0,77V). Portanto, considera-se que existem dois efeitos não apenas para o fertilizante de potássio como nutriente no cultivo do arroz, mas também para a oxidação do ferro como uma melhoria química do solo.

Palavras-Chave: Arroz Bejo Recano; Ramificação; Cloreto de potássio; Inceptisol; Nirogen

INTRODUCCIÓN

El arroz es el grano más importante en la dieta del panameño, esto se refleja en el alto consumo. De acuerdo al Ministerio de Desarrollo Agropecuario (2003) se consumen mensualmente 21,411.5 toneladas de arroz con cáscara. En el año 2002, para suplir esta demanda en el país, se sembraron 74,752 hectáreas. En esta actividad participaron unos 1,381 productores, que cultivaron 60,824 hectáreas en secano (81.4%), mientras 122

productores plantaron 13,928 hectáreas con riego (18.6%). El rendimiento promedio nacional en el año 2003 fue de 5,517 kg ha⁻¹.

Gran parte de los suelos del Arco Seco de la República de Panamá han sido identificados como suelos degradados, con baja fertilidad, así lo plantea la Autoridad Nacional del Ambiente (2004). Actualmente, ya no es sostenible la producción de arroz bajo el sistema de secano. En la finca experimental de El Coco (Llanos de Coclé), tiene mucha diversidad como los suelos secos y los suelos húmedos. Se observó gran rendimiento del grano en el suelo que tiene alta humedad que el rendimiento en el suelo seco, relativamente.

Por otra parte, se realiza cultivo de arroz bajo riego en cerca de 80% de la región arrocero con Llanos de Coclé (Camargo, y otros, 2005). El cultivo de arroz bajo riego es muy importante para aumentar el rendimiento y mantener la producción estable en la región que podemos asegurar agua (Pero, tenemos que evitar el agotamiento de agua baja tierra).

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la finca experimental de El Coco perteneciente al Subcentro Pacífico Marciaga del IDIAP, distrito de Penonomé, provincia de Coclé (Ver Figura 1), sobre un suelo clasificado en la familia fina, mezclado, isohipertérmico, Aerico Tropaquept. El clima del sitio se caracteriza por ser tropical húmedo, con promedio de 1480 mm de precipitación al año, con una temperatura promedio que oscila entre 20 y 35°C.

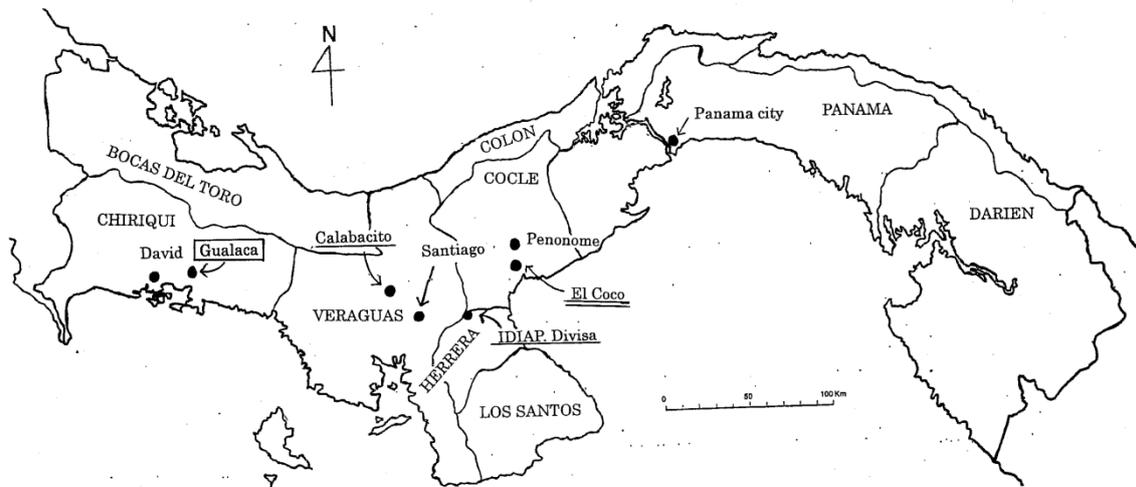


Figura 1. Sitio de la Finca Experimental de El Coco en el Subcentro Pacífico Marciaga del IDIAP en la Provincia de Coclé, Panamá.

Se evaluaron 4 niveles de Urea (0, 30, 60 y 100kgN ha⁻¹) y 2 niveles de KCl (0 y 40kgK₂O ha⁻¹: Fuente fue el KCl) (Fox, y Piekielek, 1983; Guerrero, 1990, Tomita, y Sánchez, 2007) en el cultivo de arroz bajo riego con 3 réplicas en Llanos de Coclé en Panamá (Reyes, 1980). La siembra se realizó al voleo y la cantidad fue de 113kg ha⁻¹ de semilla (La Variedad: IDIAP145-05), ajustada de acuerdo el porcentaje de germinación.

Se utilizaron el DAP como abono nitrogenado principal: al momento de la siembra es de 0, 30, 30 y 30kgN ha⁻¹; y urea como abono nitrogenado adicional: a los 35 y 60 días de sembrado son de 0, 0, 15 y 35kgN ha⁻¹ (un tercio) y 0, 0, 15 y 35kgN ha⁻¹ (un tercio); respectivamente. Las dosis de P2O₅ (80 kg ha⁻¹: Fuente fue el DAP) se aplicó al voleo al momento de la siembra (el SFT se utilizó en el tratamiento de 0kgN ha⁻¹), y se aplicó 20kgS ha⁻¹, usando azufre.

Se realizó control de maleza y plaga de acuerdo con el sistema convencional de la Finca Experimental de El Coco del IDIAP, y se realizó análisis de suelo y tejido foliar de la planta de arroz (Rumeu, y Hunter, 1978) en el Laboratorio de Suelos del IDIAP en Divisa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis física-química del suelo

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis de suelos antes de la siembra de arroz y la aplicación en el cultivo de arroz bajo riego. Se observó un bajo contenido de arcilla (23.3%) y alto contenido de arena (60.3%) en el suelo. Por otra parte, el contenido de Ca intercambiable en el suelo fue de 5.2 (cmolc kg⁻¹), y el contenido de M.O. fue de 1.10 (%) en el suelo húmedo (Jaramillo, 1991).

Tabla 1. Característica física-química de los suelos antes de la aplicación: Análisis realizados en el Laboratorio de suelos del IDIAP en Divisa.

Granulometría			pH H ₂ O	Disponible		Intercambiables		Al	CICE	M.O.
Arena	Limo	Arcilla		P	K	Ca	Mg			
(%)			1;1	(mg L ⁻¹)		cmol _c kg ⁻¹		(%)		
60.3	16.0	23.3	4.5	2.4	37.6	5.2	1.0	0.1	6.3	1.10
Elementos menores										
Mn	Fe	Zn	Cu							
(mg L ⁻¹)										
81.0	58.9	6.8	1.1							

Métodos analíticos: pH en agua (1:1); P, K, Mn, Fe, Zn y Cu = Extractor Mehlich N° 1 (0.05M HCl + 0.0125M H₂SO₄); Ca, Mg y Al = Extractor KCl al 1M; M.O. = Materia Orgánica (Walkey-Black modificado); Análisis física = Bouyoucos.

Rendimiento del grano

La Foto 1 muestra el escenario vegetativo para el arroz bajo riego en el experimento, mientras que, para la Foto 2, cerca de la cosecha, respectivamente.



Foto 1. Escenario vegetativo final de la cosecha del arroz bajo riego, 2008.



Foto 2. Cerca de la cosecha del arroz bajo riego, 2009.

La Figura 2 muestra la dinámica del rendimiento del grano de acuerdo la aplicación nitrogenada química entre los tratamientos de 0 y 40kgK₂O ha⁻¹. De los resultados de análisis de varianza, se observó diferencia significativa al 1% no sólo en los niveles de N sino también en los niveles de K.

Se aumentó hasta 3779kg ha⁻¹ como el rendimiento por la aplicación de 100kgN ha⁻¹ y de 40kgK₂O ha⁻¹. Se considera que la aplicación óptima-económica de N y K fue muy importante para asegurar el rendimiento adecuado para el cultivo de arroz bajo riego en la región de Llanos de Coclé en Panamá.

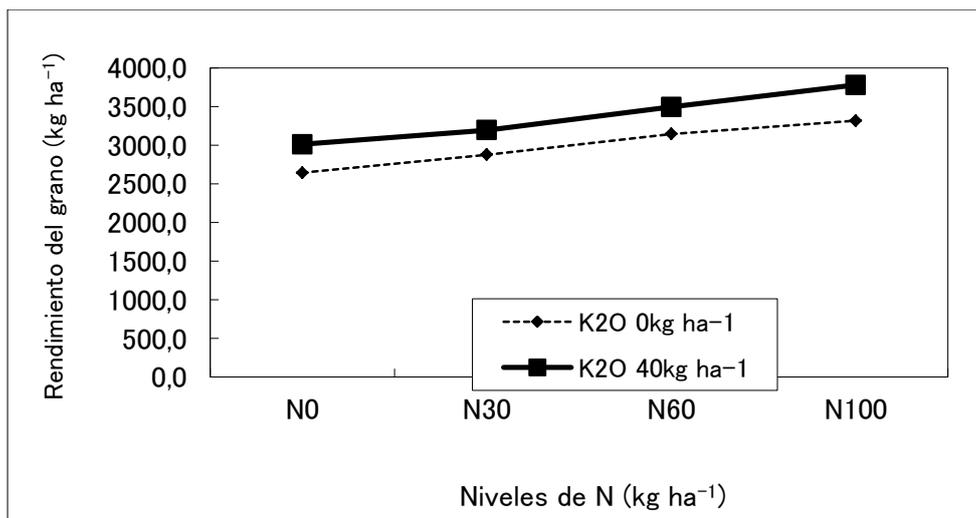


Figura 2. Dinámica del rendimiento del grano de acuerdo con la aplicación nitrogenada química entre los tratamientos de 0 y 40kgK₂O ha⁻¹.

Macro nutrientes absorbidos en la planta de arroz a los 50 días después de la siembra

N absorbido en la planta de arroz a los 50 días después de la siembra

La Figura 3 muestra la dinámica del N absorbido en la planta de arroz a los 50 días después de la siembra de acuerdo con la

aplicación nitrogenada química entre los tratamientos de 0 y 40kgK₂O ha⁻¹. De los resultados de análisis de varianza, se observó que hubo diferencia significativa al 5% en los niveles del N, solamente. No se observó la diferencia del N absorbido entre los tratamientos de 0 y 40kgK₂O ha⁻¹ en los tratamientos de 30 a 100kgN ha⁻¹.

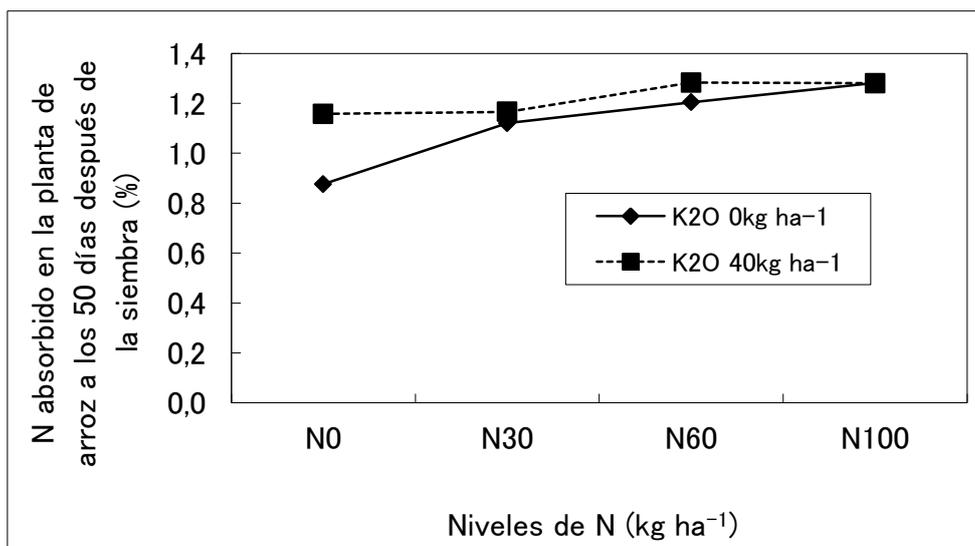


Figura 3. Dinámica del N absorbido en la planta de arroz a los 50 días después de la siembra de acuerdo con la aplicación nitrogenada química entre los tratamientos de 0 y 40kgK₂O ha⁻¹.

K absorbido en la planta de arroz a los 50 días después de la siembra

La Figura 4 muestra la dinámica del K absorbido en la planta de arroz a los 50 días después de la siembra de acuerdo con la aplicación nitrogenada química entre los tratamientos de 0 y 40kgK₂O ha⁻¹. De los resultados de análisis de varianza, se observó

que hubo diferencia significativa al 5% en los niveles de K, solamente. Especialmente, se observó una tendencia que la absorción potásica disminuyó de acuerdo con la aplicación nitrogenada química en ambos tratamientos de K. Se considera un efecto diluido del K absorbido por el aumento del crecimiento.

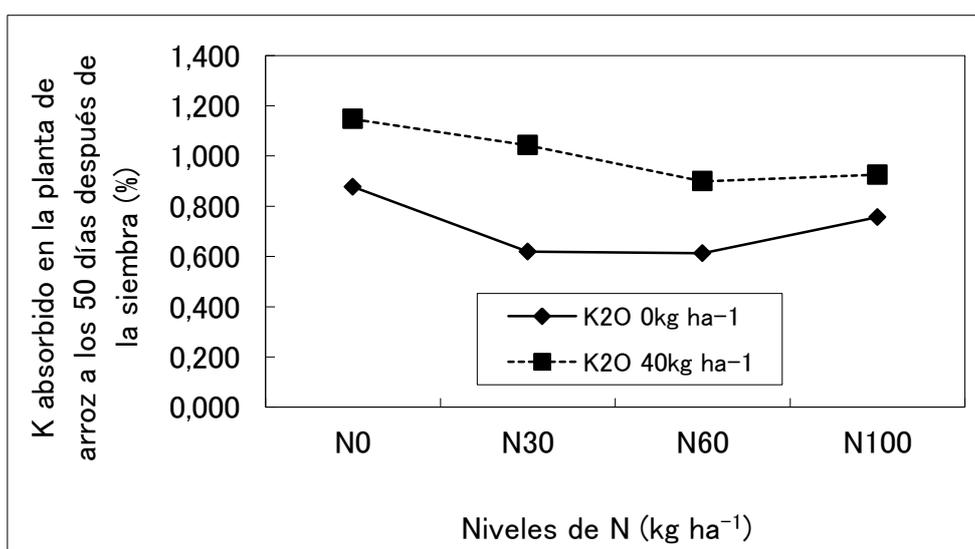


Figura 4. Dinámica del K absorbido en la planta de arroz a los 50 días después de la siembra de acuerdo con la aplicación nitrogenada química entre los tratamientos de 0 y 40kgK₂O ha⁻¹.

Fe absorbido en la planta de arroz a los 50 días después de la siembra

En el experimento, se observó diferencia significativa al 5% sobre la absorción de Fe en la planta de arroz en los tratamientos de K (Figura 5). En realidad, por la reducción dentro

del cultivo de arroz bajo riego en un suelo mineral rojo, se observa alto contenido del Fe²⁺. Se esperará prevenir la absorción elevada de este elemento y Bronzeamiento en la planta de arroz bajo riego por aplicación potásica adecuada en el suelo (Rají, 1990).

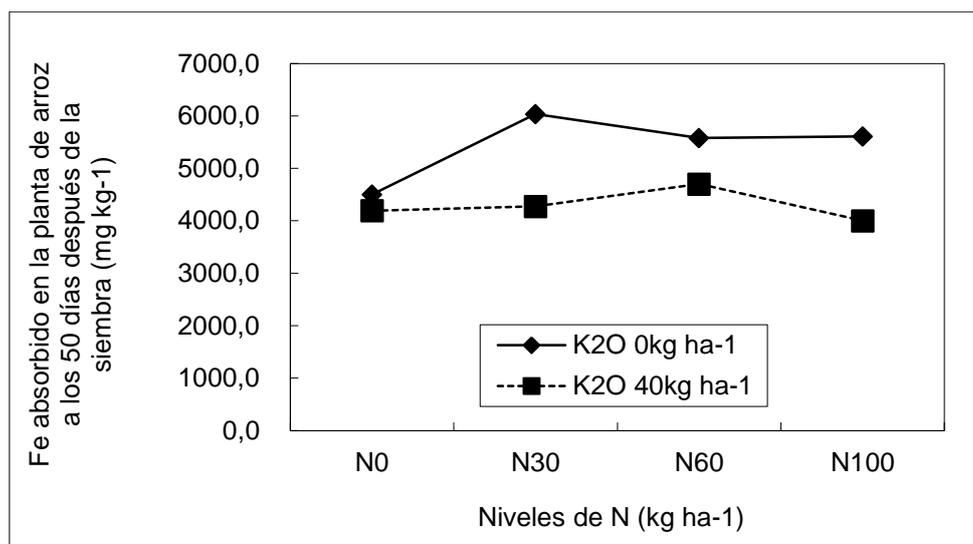


Figura 5. Dinámica del Fe absorbido en la planta de arroz a los 50 días después de la siembra de acuerdo con la aplicación nitrogenada química entre los tratamientos de 0 y de 40kgK₂O ha⁻¹.

En el experimento, se observó diferencia significativa al 5% sobre la absorción de Fe en la planta en los tratamientos de K. Se considera en efecto inhibido de la absorción de Fe por la fertilización del KCl, y se esperará prevenir la absorción elevada de este elemento y Bronzeamiento en la planta. En realidad, por presencia de Cl⁻ (Electrodo

potencial estándar: E₀=1.36V), el Fe²⁺ se convertiría al Fe³⁺ (Electrodo potencial estándar: E₀=0.77V). Por eso, se considera que hay dos efectos no sólo para el KCl como nutrimento en el cultivo de arroz sino también para oxidación del hierro como mejoramiento químico del suelo (Bard, y Faulkner, 2001). (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Ejemplos de Potencial de electrodo normal en disoluciones ácidas [H⁺] = 1M a 25°C.

Potencial de electrodo normal			(E ⁰ = Voltios)	
K ⁺ +	←→	e ⁻	K	-0.92
Ca ²⁺ +	←→	2e ⁻	Ca	-2.70
Mg ²⁺ +	←→	2e ⁻	Mg	-2.40
Zn ²⁺	←→	2e ⁻	Zn	-0.76

Potencial de electrodo normal		(E ⁰ = Voltios)	
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$	\rightleftharpoons	Fe	-0.34
$\text{H}^+ +$	$\rightleftharpoons \text{e}^-$	$1/2 \text{H}_2$	0.00
$\text{TiO}^{2+} + 2\text{H}^+$	$\rightleftharpoons + \text{e}^-$	$\text{Ti}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$	0.04
$\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ +$	$\rightleftharpoons 2\text{e}^-$	$\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	0.14
$1/2 \text{S}_4\text{O}_6^{2-} +$	$\rightleftharpoons \text{e}^-$	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	0.13
$\text{Sn}^{4+} + 2\text{e}^-$	\rightleftharpoons	Sn^{2+}	0.14
$\text{S} + 2\text{H}^+ +$	$\rightleftharpoons 2\text{e}^-$	H_2S	0.17
$\text{Cu}^{2+} +$	$\rightleftharpoons 2\text{e}^-$	Cu	0.345
$\text{UO}_2^{2+} + 4\text{H}^+ +$	$\rightleftharpoons 2\text{e}^-$	$\text{U}^{4+} + 2\text{H}_2\text{O}$	0.36
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^-$	$\rightleftharpoons + \text{e}^-$	CuCl_2^-	0.46
$\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$	$\rightleftharpoons + \text{e}^-$	$\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$	0.49
$1/2 \text{I}_2 +$	$\rightleftharpoons \text{e}^-$	I^-	0.54
$\text{HAsO}_3 + 2\text{H}^+ +$	$\rightleftharpoons 2\text{e}^-$	$\text{HAsO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	0.57
$\text{Fe}^{3+} +$	$\rightleftharpoons \text{e}^-$	Fe^{2+}	0.77
$\text{Ag}^+ +$	$\rightleftharpoons \text{e}^-$	Ag	0.81
$1/2 \text{Br}_2$	$\rightleftharpoons + \text{e}^-$	Br^-	1.07
$\text{O}_2 + 2\text{H}^+ +$	$\rightleftharpoons 2\text{e}^-$	H_2O_2	1.08
$\text{IO}_3^- + 6\text{H}^+ +$	$\rightleftharpoons 6\text{e}^-$	$\text{I}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	1.09
$1/2 \text{O}_2 + 2\text{H}^+$	$\rightleftharpoons 2\text{e}^-$	H_2O	1.23
$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ +$	$\rightleftharpoons 2\text{e}^-$	$\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	1.33
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+$	$\rightleftharpoons + 6\text{e}^-$	$2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	1.36
$1/2 \text{Cl}_2 + \text{e}^-$	\rightleftharpoons	Cl^-	1.36
$\text{Ce}^{4+} + \text{e}^-$	\rightleftharpoons	Ce^{3+}	1.45
$\text{BrO}_3^- + 6\text{H}^+ +$	$\rightleftharpoons 6\text{e}^-$	$\text{Br}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	1.48
$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ +$	$\rightleftharpoons 5\text{e}^-$	$\text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	1.50
$\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ +$	$\rightleftharpoons 3\text{e}^-$	$\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	1.58
$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ +$	$\rightleftharpoons 2\text{e}^-$	$2\text{H}_2\text{O}$	1.90
$1/2 \text{F}_2 + \text{e}^-$	\rightleftharpoons	F	2.80

De todos modos, será muy importante el manejo de la fertilidad del suelo con la aplicación de N y K en el suelo que tiene alto contenido de Fe disponibles para el cultivo de arroz bajo riego en la región de Llanos de Coclé en Panamá.

CONCLUSIONES

De los resultados de análisis de varianza, se observó diferencia significativa al 1% no sólo en los niveles de N sino también en los

niveles de K. Se aumentó hasta 3779kg ha⁻¹ como el rendimiento por la aplicación de 100kgN ha⁻¹ y de 40kgK₂O ha⁻¹.

De los resultados de análisis de varianza, se observó que hubo diferencia significativa al 5% en los niveles del N, solamente. No se observó la diferencia del N absorbido entre los tratamientos de 0 y 40kgK₂O ha⁻¹ en los tratamientos de 30 a 100kgN ha⁻¹.

Especialmente, se observó una tendencia que la absorción potásica disminuyó de acuerdo con la aplicación nitrogenada química en ambos tratamientos de K. Se considera un efecto diluido del K absorbido por el aumento del crecimiento.

Se observó diferencia significativa al 5% sobre la absorción de Fe en la planta de arroz en los tratamientos de K.

Se considera en efecto inhibido de la absorción de Fe por la fertilización del KCl, y se esperará prevenir la absorción elevada de este elemento y Bronzeamiento en la planta. En realidad, por presencia de Cl⁻ (Electrodo potencial estándar: $E_0=1.36V$), el Fe²⁺ se convertiría al Fe³⁺ (Electrodo potencial estándar: $E_0=0.77V$). Por eso, se considera que hay dos efectos no sólo para el KCl como nutrimento en el cultivo de arroz sino también para oxidación del hierro como mejoramiento química del suelo.

Agradecimiento

Al Instituto de Investigación Agropecuaria del Panamá (IDIAP).

REFERENCIAS

ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente). (2004). Programa Nacional de Lucha Contra la Desertificación

B. Van Rají (Traduzido 1990). Potássio: Necessidade e uso na agricultura moderna, Em: Potash: "Its need & use in modern agriculture", publicado pelo Potash & Phosphate Institute of Canada em 1988. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato (POTAFOS). Piracicaba-SP. Brasil. pp. 45

Bard, A.J.; Faulkner, L.R. (2001). Electrochemical Methods. Fundamentals and Applications (2nd ed.). [https://en.wikipedia.org/wiki/Standard_electrode_potential_\(data_page\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Standard_electrode_potential_(data_page))

Camargo, I., Martínez, L., Batista, E., Him, P., Quirós, E. y Mame, B. (2005). Evaluación de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo condiciones de secano y riego. Panamá. 2002-2003. Agronomía Mesoamericana 16 (2), 117-125

Fox, R. H., Piekielek, W. P. (1983). Response of corn to nitrogen fertilizer and the prediction of soil nitrogen availability with chemical test in Pennsylvania. Penn. Agric. Expt. Stn. Bull. pp. 843

Guerrero, R. (1990). La eficiencia de la fertilización nitrogenada. Suelos Ecuatoriales 20 (1): 88-96

Jaramillo, S. (1991). Pedones de campo y estaciones experimentales del IDIAP. Boletín Técnico No 38. Divisa, Panamá. pp. 67

MIDA (Ministerio de Desarrollo Agropecuario). (2003). Dirección Nacional de Agricultura. Informe final sobre la superficie sembrada de arroz y producción nacional para el año agrícola 2002-2003

Reyes, C. P. (1980). Diseño de experimentos aplicados. Editorial Trillas. México. 61-64, 179-218

Rumeu, D., Hunter, A. (1978). Metodologías de muestreo de suelos; análisis químico de suelos de tejido vegetal y de investigaciones en invernadero. Casa editorial, Turrialba, Costa Rica. 62 pp

Tomita, K., Sánchez, R. (2007). Estudio de neutralización del aluminio y dinámica del potasio en un Ultisol cultivado con arroz bajo secano y frijol de bejuco en Panamá. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá, Colombia. Suelos Ecuatoriales. 37 (2), 117-126