

EFECTO DE DOS SISTEMAS DE LABRANZA Y TRES NIVELES DE FÓSFORO Y POTASIO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE ARROZ (*ORYZA SATIVA*, L), VARIEDAD JUMA 57, EN UN SUELO CON ALTAS CONCENTRACIONES DE HIERRO.

Por:

**Jaime Arismendi Acosta Padilla¹
Deyanira Betemí Duran¹**

1. Resumen

La investigación se realizó en el período mayo- septiembre del 2003, en la finca del señor Víctor Ramírez del municipio La Mata, prov. Sánchez Ramírez, República Dominicana, zona de bosque húmedo sub-tropical, con el objetivo de estudiar el efecto de dos sistemas de labranza (convencional y mínima), tres niveles de fósforo (0, 60 y 120 kg/ha) y tres niveles de potasio (0, 80 y 160 kg/ha) en la productividad de arroz (*Oryza sativa*, L), variedad Juma 57 en un suelo con altas concentraciones de hierro. Se utilizó un diseño en parcela subdividida. Los tratamientos resultaron del arreglo factorial 2x3x3 con cuatro repeticiones. Para los factores: sistemas de labranza, fósforo y potasio de manera individual, no se encontraron diferencias estadísticas para ningunas de las variables consideradas. En la relación fósforo – potasio, se encontró que cuando no se aplica fósforo con niveles altos de potasio se obtienen los mejores beneficios.

2. Introducción

En la zona agropecuaria Sánchez Ramírez, el cultivo del arroz ocupa 7,656.5 ha, con rendimiento de 9.86 t/ha (SEA, 2004). En la producción de arroz bajo condiciones de riego, el sistema de labranza convencional es el más común. Crosby (2003), le define como el laboreo que invierte los primeros 15 cm de suelo a través del corte, cruce, fangueo y paso de rastra. En este sistema se usa un alto volumen de agua (10,000 a 30,000 m³/ha). La SEA (2004) publica que el 56.23% del costo de producción está representado por la preparación de suelo y la aplicación de fertilizantes. La labranza mínima se utiliza con al fin de reducir el uso de maquinaria en la preparación del suelo y disminución del volumen de agua, por tanto, el costo de producción. Rojas (2003), reporta que después de cuatro años de investigación en el sistema convencional el costo de producción resultó ser 5.3% superior al de la labranza mínima.

De las variedades de arroz cultivadas en la provincia Sánchez Ramírez, se ha observado que la Juma 57 es la más susceptible a las altas concentraciones de hierro, manifestando síntomas toxicidad férrica. Esta enfermedad fisiológica ha sido asociada a múltiples factores. De Datta (1986), considera que se origina cuando el suelo es inundado y aumenta la concentración de hierro en la solución. La misma se manifiesta con manchas pardas, próximo a los dos meses del trasplante a los 70 días de la siembra directa. Las manchas son de color anaranjado y luego se produce la muerte de las hojas. Sención (1998), expresa que la experiencia con los productores es que la reducción del rendimiento por toxicidad férrica puede variar entre 10-80%.

¹ Egresado (a) del Programa de Maestría de Ciencias en: Generación y Transferencia de Tecnología del Instituto Superior de Agricultura.

Dobermann y Fairhurst (2000), plantean que en la reducción del hierro del estado férrico al estado ferroso se incrementa la concentración de fósforo en la solución del suelo. Por otro lado, Pérez (2002), expresa que la presencia de hidróxidos de hierro disminuye la capacidad de absorción de potasio por las raíces. Pérez (2002), publica el avance sistemático de la toxicidad férrica en Angelina, La Mata y Vera del Yuna.

Esta investigación se orientó a determinar el efecto de dos sistemas de labranza (convencional y mínima), tres niveles de fósforo (0, 60 y 120 kg/ha de P_2O_5) y tres niveles de potasio (0, 80 y 160 kg/ha de K_2O) en la productividad de arroz, variedad Juma 57 en un suelo con altas concentraciones de hierro.

3. Materiales y Métodos

La investigación se llevó a cabo de mayo a septiembre 2003 en la finca propiedad del señor Víctor Ramírez, en el municipio La Villa La Mata, Prov. Sánchez Ramírez, ($19^{\circ}03'10$ y 70°), la cual está ubicada a 67 msnm, temperatura media de $25.6^{\circ}C$ y pluviometría de 1,200 a 2,400 ml/año. Las características químicas del suelo se detallan en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Contenido nutricional del suelo.

Características	Contenido en el Suelo	Intervalo Normal
pH (1:2)	5.8	5.7-7.5
Ca	7.83 meq/100 ml de suelo	3.5 - 30
Mg	2.67 meq/100 ml de suelo	1.5 a 10
K	0.19 meq/100 ml de suelo	0.5 – 20
P	7.0 ppm	20 – 80
Fe	22 ppm	17 – 21
Cu	2.31 ppm	1.6 – 2.22
Zn	3.28ppm	3.2 – 4.2

Fuente: Análisis en los laboratorios de la estación experimental del IDIAF, Mata Larga, Prov. Duarte, marzo 2003.

Se utilizó un diseño experimental de parcelas subdivididas con 18 tratamientos en cuatro repeticiones. La parcela grande la representó el factor sistema de labranza (mínima y convencional). La sub-parcela la ocupó el factor niveles de fósforo (0, 60 y 120 kg/ha de P_2O_5) y la sub-parcela el factor niveles de potasio (0, 80 y 160 kg/ha de K_2O). Las parcelas experimentales fueron de 20 m^2 y el área útil 6 m^2 . La separación entre sub – sub parcelas se realizó por medio de un muro cubierto de plástico de 0.30 m, entre sub-parcela se construyó un drenaje de 0.40 m y las parcelas grandes se definieron con un canal de 0.5m. La descripción de los tratamientos; se presenta en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Arreglo de los tratamientos según el diseño de parcela sub- dividida.

Sistema de Labranza	Convencional			Labranza		
Niveles de fósforo	P ₁	P ₂	P ₃	P ₁	P ₂	P ₃
	K ₁	K ₁	K ₁	K ₁	K ₁	K ₁
Niveles de potasio	K ₂	K ₂	K ₂	K ₂	K ₂	K ₂
	K ₃	K ₃	K ₃	K ₃	K ₃	K ₃

Las variables evaluadas fueron: rendimiento de arroz en cáscara (kg/10 m²), número de panículas por m², porcentaje de fertilidad del grano, número de granos por panícula, peso de mil granos y contenido de hierro en el suelo. El rendimiento se midió al 14% de humedad, el contenido de hierro en el suelo se midió a los 30 días antes de la siembra y a los 55 días después de esta. Las demás variables se evaluaron cinco días antes de la cosecha. El cultivar utilizado fue la variedad Juma 57.

La preparación de suelo para la labranza mínima consistió en la construcción de muros y se taparon a pala las huellas dejadas por la combinada. Para el manejo de los residuos se utilizó una mezcla del herbicida glifosato (35.6% p/p) a razón de 4 l/ha y alquilfenoxil (23%) a dosis de 80 ml/100 l de H₂O. Para la labranza convencional se utilizó un tractor para realizar actividades de corte, cruce, rastra, fanguero y nivelación. La siembra se realizó de forma directa con distribución manual de semillas pregerminadas. El riego se realizó a una frecuencia de 8 días. La fertilización se realizó en tres momentos, a los 25, 45 y 90 días después de la siembra. El fósforo y potasio se distribuyeron en las dos primeras aplicaciones el 50% en cada una. Para nitrógeno se aplicó 140 kg/ha en tres aplicaciones. El control de maleza se hizo química y manualmente. Como pre emergente se utilizó el herbicida butactor (75.0% p/v) a razón de 4.5 l/ha. Como post emergente a los 20 días se aplicó una mezcla de los herbicidas quinclorac (25.0% p/v) a razón de 1.4 l/ha y cyclohexenona clefoxydim (120% p/v) a razón de 1 l/ha. El control manual se efectuó a los 50 y 75 días de la siembra.

El control de plagas se inició seis días antes de la siembra con fentin hidróxido de estaño (50% p/v) a razón de 0.6 kg/ha para el control del *Pomacea unneata*, después de la siembra. Se realizaron dos aplicaciones más para el control del molusco a los 12 y 20 días de la siembra. Para el control de ratas se desarrolló un programa permanente con una mezcla de 0.5 kg/ha de cutatetralyl (0.75% p/p) y 9.0 kg/ha de afrecho, con una frecuencia de cambio cada 15 días. El control de plagas insectiles se inició a los 13 días con imidacloprid (70% p/p) en dosis de 0.5 kg/ha. A los 25 días se aplicó cypermetrina (25% p/p) a razón de 0.24 l/ha e imidacloprid (70% p/p) en dosis de 0.5 kg/ha; al inicio del llenado del grano se aplicó thiamethoxam (25% p/p) a razón de 0.10 kg/ha. Para el control de enfermedades se realizaron 4 aplicaciones. A los 25, 46 y 80 días después de la siembra, se aplicó isoprotiolano (40% p/v) a razón de 1.00 l/ha y a los 105 días se aplicó mancoceb (25% p/p) a razón de 2.00 kg/ha.

Los datos se sometieron a análisis de regresión para los factores fósforo y potasio, para sistema de labranza se aplicó la separación de medias de Tukey. El análisis económico se realizó sobre la base de costos – beneficios.

4- Resultados

4.1 Rendimiento de Arroz en Cáscara

La aplicación de crecientes niveles de potasio en tres niveles de fósforo, afecta de igual manera el rendimiento en los sistemas de labranza mínima y convencional (Cuadro 4.1, Figura 4.1, Pr = 0.1294). Cuando se pasa de 0 a 80 kg/ha de potasio el rendimiento promedio disminuye 0.26 kg/10 m² y al pasar de 80 a 160 kg/ha el rendimiento promedio aumenta 0.24 kg/10m. En la relación fósforo- potasio, 0 kg/ha de fósforo se reportó diferencias estadísticas con 60 y 120 kg/ha (Figura 4.2, Pr = 0.0019). Para 0 kg/ha de fósforo, cuando se aumenta de 0 a 80 kg/ha de potasio el rendimiento disminuye 0.5721 kg/10 m² y al pasar de 80 a 160 kg/ha el rendimiento aumenta a 1.65 kg/10 m². Para 60 y 120 kg/ha de fósforo, cuando se aumenta de 0 a 160 kg/ha de potasio el rendimiento decrece 0.53 kg/10 m². Los rendimientos obtenidos para los sistemas de labranzas coinciden con los publicados por Ángeles y Cruz (2002), en República Dominicana y Rojas (2000 – 2003), en Costa Rica. Por otro lado, Mena (1981) y Rico *et al* (1991), en Venezuela reportaron relación entre niveles de potasio y niveles de fósforo.

Cuadro 4.1. Prueba Tukey para las variables estudiadas en dos sistemas de labranza.

Variables	Sistemas de Labranza	
	Mínima	Convencional
Rendimiento en kg/10 m ²	4.3902 a	4.4405 a
Número de Panículas por m ²	607.6700 a	574.2800 a
Porcentaje de Fertilidad del Grano	0.7125 a	0.7167 a
Número de Granos por Panícula	133.2100 a	130.8500 a
Peso de mil granos	28.7700 a	29.8300 a

*Letras iguales dentro de una misma fila indican que no hay diferencias estadísticas.

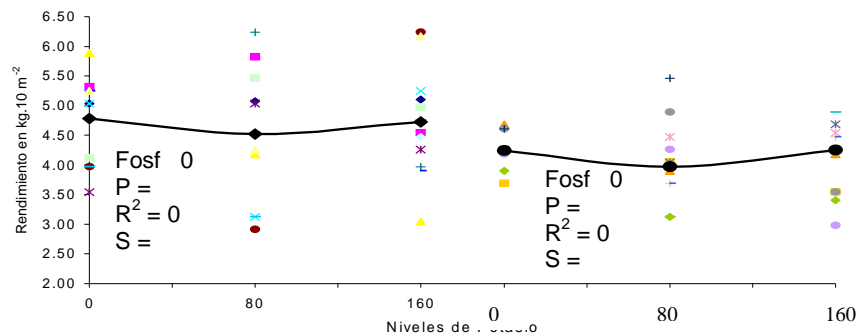


Figura 4.1. Comportamiento del rendimiento en kg/10 m² en tres niveles de potasio a dos sistemas de labranzas y tres niveles de fósforo.

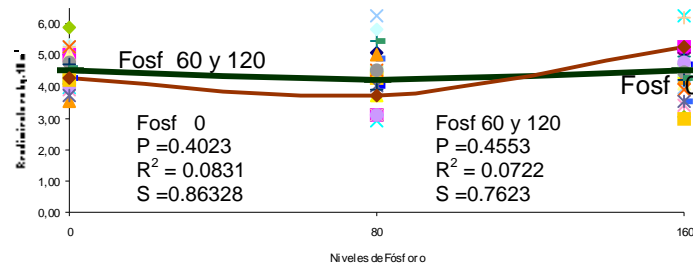


Figura 4.2. Comportamiento del rendimiento en tres niveles de potasio a tres niveles de fósforo.

4.2 Número de Panículas por m².

La aplicación de crecientes niveles de potasio en tres niveles de fósforo afecta de igual manera el número de panículas por m² en los sistemas de labranza mínima y convencional (Cuadro 4.1, Figura 4.3, Pr = 0.9585). Para los niveles de 0, 60 y 120 kg/ha de fósforo, cuando se pasa de 0 a 80 kg/ha de potasio el número promedio de panícula por m² aumenta 2.33 y al pasar de 80 a 160 kg/ha disminuye 1.75. Angeles y Cruz (2002) en República Dominicana coinciden con estos resultados al no reportar diferencias estadísticas para el número de panículas por m² en los sistemas de labranza. Por su lado, Rojas (2000 - 2003) en Costa Rica tras tres años de trabajo reportó mejor número de plantas por m² en sistema convencional.

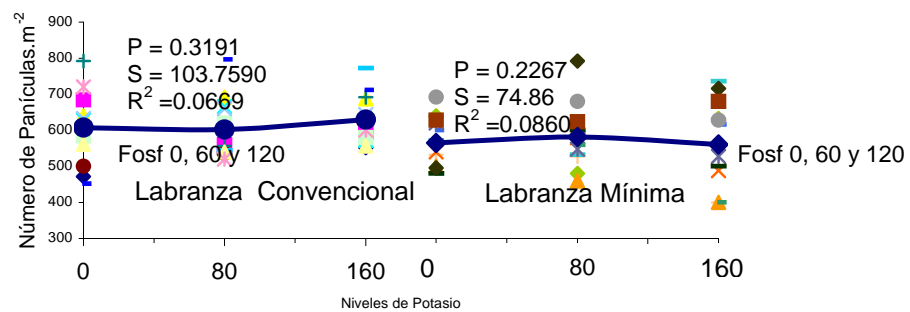


Figura 4.3. Comportamiento del número de panículas por m² en tres niveles de potasio a dos sistemas de labranza y tres niveles de fósforo,

4.3 Porcentaje de Fertilidad del Grano

La aplicación de crecientes niveles de potasio en tres niveles de fósforo afecta de igual manera el porcentaje de fertilidad del grano en los sistemas de labranza mínima y convencional (Cuadro 4.1, Figura 4.4, Pr = 0.6814). Para los sistemas de labranza mínima y convencional y los tres niveles de fósforo, cuando se pasa de 0 a 80 kg/ha de potasio el porcentaje de fertilidad del grano presenta una tendencia a mantenerse y al pasar de 80 a 160 kg/ha en promedio disminuye 0.04. Para la relación fósforo- potasio, la aplicación de crecientes niveles de potasio no afecta de igual manera el porcentaje de fertilidad del grano en los niveles de 0, 60 y 120 kg/ha de fósforo (Figura 4.5, Pr = 0.0410). Para 0 y 60 kg/ha de fósforo, cuando se pasa de 0 a 160 kg/ha de potasio el porcentaje de fertilidad disminuye 0.07. Para 120 kg/ha, cuando se pasa de 0 a 80 kg/ha de potasio el porcentaje de fertilidad del grano aumenta 0.04, al pasar de 80 a 160 kg/ha disminuye 0.02.

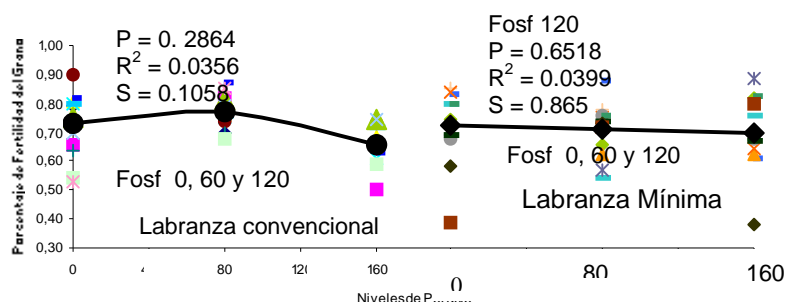


Figura 4.4. Comportamiento del porcentaje de fertilidad del grano en tres niveles de potasio a dos sistemas de labranzas y tres niveles de fósforo.

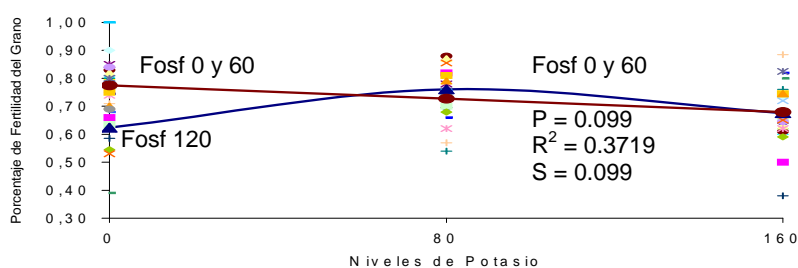


Figura 4.5. Comportamiento del porcentaje de fertilidad del grano en tres niveles de potasio y tres niveles de fósforo.

4.4 Número de Granos por Panícula.

La aplicación de crecientes niveles de potasio en tres niveles de fósforo afecta de forma similar el número de granos por panícula en los sistemas de labranza mínima y convencional (Cuadro 4.1, Figura 4.6, $P = 0.2558$). Para los sistemas de labranza mínima y convencional y los tres niveles de fósforo, cuando se pasa de 0 a 80 kg/ha de potasio el número promedio de granos por panícula aumenta 8.8 y al pasar de 80 a 160 kg/ha en promedio disminuye 7.2.

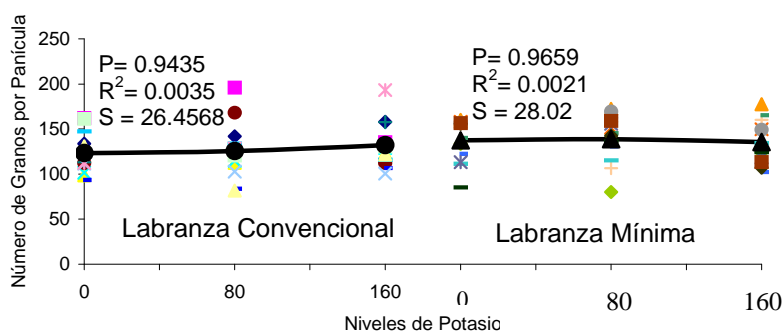


Figura 4.6 Comportamiento del número de granos por panícula en tres niveles de potasio a dos sistemas de labranza y tres niveles fósforo.

4.5 Peso de Mil del Granos.

La aplicación de crecientes niveles de potasio en tres niveles de fósforo afecta de igual manera el peso promedio de mil granos en los sistemas de labranza mínima y convencional (Cuadro 4.1, Figura 4.7, $Pr = 0.5323$). Para los sistemas de labranza mínima y convencional y los tres niveles de fósforo, cuando se pasa de 0 a 80 kg/ha de potasio el peso promedio de mil granos aumenta 0.3 g y al pasar de 80 a 160 kg/ha de potasio el peso promedio del grano disminuye 0.03 (Figura 4.11).

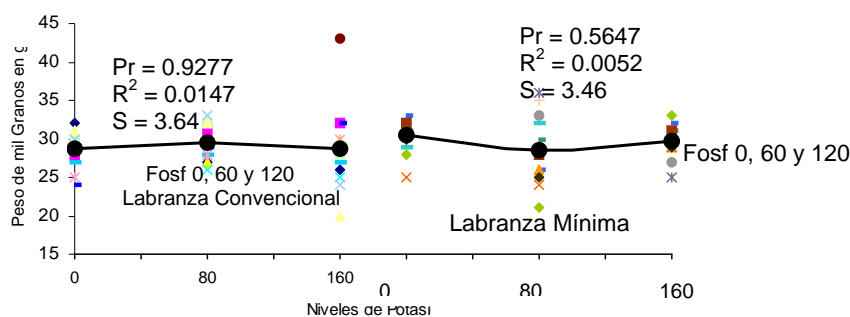


Figura 4.11. Comportamiento del peso de mil granos en tres niveles de potasio a dos sistemas de labranza y tres niveles de fósforo.

4.8 Contenido de Hierro en el Suelo.

El contenido de hierro soluble en el suelo a los 13 días de la siembra la disponibilidad de hierro promedia 19.4 ppm. A los 56 días de la siembra el contenido de hierro aumenta a 24.5 ppm, es decir que se incrementó en 5.16 ppm.

4.10 Análisis Económico.

Para la labranza mínima, sin aplicación de fósforo, si se aumenta el nivel de potasio, incrementan los beneficios. Con aplicaciones de fósforo a 60 y 120 kg/ha, si se aumenta el nivel de potasio los beneficios se reducen. Para labranza convencional, sin aplicaciones de fósforo, si se aumenta el nivel de potasio, se reducen las pérdidas. Al aumentar el nivel de fósforo a 60 y 120 kg/ha, si se aplica potasio las pérdidas se incrementan.

Conclusiones

Para los factores sistemas de labranza, fósforo y potasio de manera individual, no se encontraron diferencias estadísticas para ningunas de las variables consideradas.

Cuando no se aplica fósforo con niveles altos de potasio se obtienen los mejores beneficios.

Referencias Bibliográficas

1. Ángeles J. A. y Cruz M. 2001. Respuesta de tres Variedades de Arroz (*Oryza sativa* L) a dos Sistemas de Labranza y tres Métodos de Manejo de Residuos en Condiciones de Riego. Provincia Sánchez Ramírez. Tesis para la Maestría de Ciencias en: Generación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria. Instituto Superior de Agricultura (ISA). 105 Pág.
2. Crosby, H. 2003. Sistema de Siembra Directa Alternativa para la Sostenibilidad de la Agricultura Peruana. Proyecto INCAGRO. Ministerio de Agricultura de Perú. 84 Pág.
3. Dobermann, A. y Fairhurst T. 2000. Rice nutrient disorders & nutrient management. Potash and Phosphate del Institute and internacional Rice reserarch institute, Capítulo V.
4. 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.
5. 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.
6. Rojas, L. A. 2003. Comportamiento Agronómico y Productivo de Arroz (*Oryza sativa* L) Sembrado en Labranza Mínima y Labranza Convencional, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 25 Pág.
7. Secretaría de Estado de Agricultura. 2004. Estadística de Producción. 2003. Unidad de Planificación y Economía (URPE). Santo Domingo. República Dominicana.
<http://www.agricultura.gov.do/Costos2003/ARROZ%20DIRECTO%202003.htm>
8. Sención, J. 1998. Toxicidad Férrica en el Cultivo de Arroz, Fomento Arroceros, 25 p.