

16487  
3 esp.

# C O N T E N I D O

Pág.

<b>1. PRESENTACION</b>	
<b>2. RESUMEN</b> .....	1
<b>3. ABSTRACT</b> .....	2
<b>4. INTRODUCCION</b> .....	2
<b>5. REVISION DE LITERATURA</b> .....	4
5.1 Generalidades de la Zona Arroceras del Distrito de Riego del Río Zulia.....	4
5.2 Los Macronutrientes y su Efecto en la Producción del Arroz.....	5
5.3 Funciones de los Tres Nutrientes Mayores.....	6
5.4 Absorción de Macronutrientes por la Planta de Arroz.....	6
5.5 Respuesta del Arroz a la Fertilización con N, P y K en Colombia.....	7
<b>6. MATERIALES Y METODOS</b> .....	8
<b>7. RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	9
7.1 Resultados de los Análisis de Suelos.....	9
7.2 Respuesta del Arroz a la Fertilización con N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> y K <sub>2</sub> O, en el Distrito de Riego del Río Zulia.....	9
7.3 Dosis Optimas Económicas de N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> y K <sub>2</sub> O para el Cultivo del Arroz en el Distrito de Riego del Río Zulia.....	16
7.4 Efecto de las Propiedades Químicas del Suelo sobre la Respuesta del Arroz a la Fertilización.....	19
7.5 Efecto del Genotipo sobre la Utilización de los Tres Nutrientes Mayores.....	21
7.6 Efecto del Sistema de Siembra sobre la Fertilización del Arroz Bajo Riego.....	21
7.7 Efecto del Semestre sobre la Absorción de Nutrientes y Producción del Arroz.....	23
<b>8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
<b>9. BIBLIOGRAFIA</b> .....	25

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
1. TABLA 1. Análisis Químicos de los Suelos donde se Establecieron los Experimentos. Sistema Tradicional.....	10
2. TABLA 2. Análisis Químicos de los Suelos donde se Establecieron los Experimentos. Sistema Fangueo.....	11
3. TABLA 3. Rendimientos Promedios Obtenidos por Variedad. Sistema Tradicional.....	12
4. TABLA 4. Rendimientos Promedios Obtenidos por Variedad. Sistema Fangueo.....	13
5. TABLA 5. Principales Parámetros Estadísticos Resultantes del Análisis de Varianza para la Variable Rendimiento.....	15
6. TABLA 6. Estimativos Estadísticos de las Ecuaciones de Regresión Múltiple Correspondientes a los Dos Sistemas de Siembra.....	17
7. TABLA 7. Dosis Optimas Económicas de N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> y K <sub>2</sub> O por Variedad y Sistema de Siembra, Derivadas de las Respectivas Ecuaciones de Regresión Múltiple.....	18

## PRESENTACION

Uno de los objetivos primordiales de la reciente restructuración del ICA es el de dotar al Instituto de instrumentos legales, logísticos, técnicos y operativos necesarios para realizar eficientemente la Investigación y la Transferencia de Tecnología Agropecuaria que requiera el país, de tal manera que los usuarios intermediarios (UMATAS y Asistentes Técnicos Particulares e Institucionales) y finales (Productores Agrícolas y Pecuarios) del Instituto, puedan conocer pronta, oportuna y eficazmente los resultados de la investigación que se genera en los diferentes frentes de trabajo.

En cumplimiento de ese loable mandato institucional, el CRECED Frontera Nor-Oriente ha puesto en marcha un ambicioso PLAN DE TRANSFERENCIA, dentro del cual se destaca la publicación periódica de artículos científicos y técnicos de especial interés práctico e importancia económica para el desarrollo del departamento Norte de Santander. En esta edición se presentan los resultados obtenidos de un estudio serio que tuvo una duración de 8 años, titulado: "EFECTO DE LA FERTILIZACION Y EL SISTEMA DE MANEJO SOBRE LA PRODUCCION DEL ARROZ (Oriza sativa L.), EN EL DISTRITO DE RIEGO DEL RIO ZULIA".

La investigación permitió definir las dosis óptimas de aplicación de los tres nutrimentos mayores para el cultivo del arroz, sembrado en forma tradicional (preparación del suelo en seco), como en fanguero (preparación del suelo bajo inundación). Así mismo, se analizan los factores que más inciden en la eficiencia de la fertilización edáfica, en un cultivo que, como el arroz, presenta características muy particulares de acuerdo al sistema de manejo utilizado. La indiscutible importancia del estudio y la solidez de las recomendaciones ameritan cualquier esfuerzo para que los productores de arroz las pongan en práctica a la mayor brevedad posible, lo cual les permitirá usar racionalmente los fertilizantes, disminuir costos de producción, incrementar rendimientos y, finalmente, hacer de la actividad arrocera una empresa

sostenible, eficiente y competitiva con los mercados internacionales dentro del marco de la apertura económica en que se encuentra empeñado el país.

  
**JORGE BOBREK OROZCO**  
Director CRECED F.N.O.

✓ EFECTO DE LA FERTILIZACION Y EL SISTEMA DE MANEJO  
SOBRE LA PRODUCCION DEL ARROZ (Oriza sativa L.).  
EN EL DISTRITO DE RIEGO DEL RIO ZULIA

✓ José Orlando Blanco S.\*

RESUMEN

Con el objeto de estudiar la respuesta del arroz bajo riego a la fertilización con los 3 elementos mayores (N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$ ), en el Distrito de Riego del Río Zulia, departamento Norte de Santander, se realizaron un total de 20 experimentos localizados tanto en la Estación Experimental El Zulia, como en fincas de agricultores representativos de esta importante zona arrocera, donde se siembran unas 7.500 hectáreas por semestre. Las condiciones climáticas imperantes en la zona son: Altitud, 100 msnm; temperatura promedio,  $28^{\circ}C$ ; precipitación anual, 2.400 mm; humedad relativa, 80% y evaporación mensual 135 mm. Los suelos donde se establecieron los experimentos presentan una gran variabilidad en sus propiedades físico-químicas y se clasifican dentro del orden de los Entisoles. Las dosis de nitrógeno (N) variaron entre 60 y 180 kg/ha, las de fósforo ( $P_2O_5$ ) entre 0 y 80 kg/ha y las de potasio  $K_2O$  entre 0 y 60 kg/ha. Como fuente de nitrógeno se usó úrea del 45% de N; de fósforo, superfosfato triple del 46% de  $P_2O_5$  y de potasio, cloruro de potasio del 60% de  $K_2O$ . Se sembraron las variedades CICA-4, CICA-8, IR-22, ORYZICA-1, ORYZICA-2 y ORYZICA-3, bajo riego convencional y bajo fangueo. Los análisis de varianza mostraron diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos estudiados. Con base en las ecuaciones de regresión múltiple se determinaron las dosis óptimas económicas del N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  para cada sitio experimental, variedad y sistema de siembra. En general, dichas dosis variaron entre 100 y 135 kg de N/ha, 30 y 50 kg de  $P_2O_5$ /ha, y 20 y 40 kg de  $K_2O$ /ha.

---

\* Ingeniero Agrónomo Ph.D. Sección Recursos Naturales. ICA CRECED  
Frontera Nor-Oriente. A.A. 1141. Cúcuta.

Palabras claves adicionales: Arroz riego, macronutrientes, manejo de suelos, tradicional, fangueo, suelos aluviales, Entisoles.

### ABSTRACT

In order to study the effect of the N, P, K fertilization on rice production, which was seeded under two soil management practices (flooding and puddling), twenty field experiments were developed at the rice zone of the Zulia River Valley, Norte de Santander State, Republic of Colombia. This zone is located at 100 meters above sea level with 28°C mean temperature; precipitation around 2.400 mm per year; 80% relative humidity, and 135 mm evaporation per month. The soils used in this investigation are characterized by varying greatly in their physical and chemical properties, and are classified as Entisols. The application rates varied from 60 to 180 kg of N/ha, 0 to 80 kg of  $P_2O_5$ /ha, and 0 to 60 kg of  $K_2O$ /ha. The source of N was the urea (45% of N); that of P, the triple superphosphate (46% of  $P_2O_5$ ), and that of K, potassium chloride (60% of  $K_2O$ ). Six varieties were seeded: CICA-4, CICA-8, IR-22, ORYZICA-1, ORYZICA-2 and ORYZICA-3. The analysis of variance for the rice production showed highly significant differences among the N,  $P_2O_5$ , and  $K_2O$  treatments. The optimum economical rates for N,  $P_2O_5$  and  $K_2O$  determined by using the multiple regression equations were: N between 100 to 135 kg/ha,  $P_2O_5$  between 30 to 50 kg/ha, and  $K_2O$  between 20 to 40 kg/ha.

Additional index words: Flooding rice, macronutrients, soil management practices, conventional, puddling, alluvial soils, Entisols.

### INTRODUCCION

El cultivo del arroz es una de las explotaciones agrícolas más importantes del departamento Norte de Santander, tanto por la superficie sembrada, como por la cantidad de mano de obra que emplea, el volumen de producción que genera y los recursos de capital que se invierten semestralmente.

Más del 90% del área arrocera del departamento Norte de Santander se encuentra concentrada en el Distrito de Riego del Río Zulia, donde se siembran aproximadamente 7.500 hectáreas/semestre, todas bajo riego, con rendimientos que oscilan entre 5 y 6 ton/ha. El restante 10% se encuentra localizado en los valles de los ríos Pamplonita y Táchira y en la región del Catatumbo. En esta última zona se siembra en la modalidad de secano mecanizado con producciones promedias de 1.5 ton/ha.

Los altos rendimientos obtenidos en el Distrito de Riego del Río Zulia están directamente relacionados con el alto grado de tecnificación imperante en la zona y con las condiciones climáticas excepcionalmente favorables para el cultivo del arroz. Desafortunadamente, en los últimos años se ha venido presentando un acentuado deterioro de las propiedades físico-químicas de los suelos dedicados al cultivo del arroz, como consecuencia de la siembra continua de este cereal, situación que tiende a agravarse por el uso irracional de los fertilizantes, el mal manejo del agua de riego y las excesivas prácticas de preparación del suelo.

Para hacer frente a esa situación, el Programa Nacional de Suelos del ICA, realizó durante 8 años una investigación sobre la fertilización del arroz con N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$ , buscando los siguientes objetivos:

- a. Determinar los requerimientos nutricionales de las nuevas variedades de arroz.
- b. Establecer niveles óptimos de aplicación de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  para el cultivo del arroz, en la zona bajo estudio.
- c. Ajustar los niveles críticos de P y K en el suelo para el cultivo de arroz.
- d. Dar recomendaciones sobre la fertilización del arroz de acuerdo a las condiciones edafo-climáticas imperantes en la zona.

## REVISION DE LITERATURA

### Generalidades de la Zona Arroceras del Distrito de Riego del Río Zulia

El Distrito de Riego del Río Zulia, está localizado en el departamento Norte de Santander, a 31 kilómetros al Norte de la ciudad de Cúcuta y comprende la parte media baja de la cuenca del Río Zulia.

Tiene un total de 14.500 hectáreas beneficiadas con riego y drenaje y 1.570 hectáreas con drenaje. Actualmente se siembran en arroz unas 7.500 hectáreas/semestre, todas bajo riego (Claro, 1985).

El área en estudio está constituida por planos aluviales del río Zulia que constituyen un relleno de una depresión circundada por contrafuertes de la cordillera Oriental y cuyo piso está constituido por rocas duras de la edad cretácea. El relleno está formado por aluviones antiguos (en las terrazas fluviales) y recientemente depositados. Son materiales de textura variada, desde gruesas hasta arcillosas. los materiales provienen de rocas cretáceas y terciarias (Claro, 1985).

Según Claro (1985), se presentan en la zona 2 paisajes bien definidos: Planicie de inundación de origen aluvial reciente y terrazas aluviales de origen sub-reciente posiblemente pleistocénicas.

La planicie de inundación presenta una gran variabilidad de caracteres fisiográficos, entre los cuales se destacan los diques naturales, los causes antiguos, los orillares sub-recientes, los bajos o basines y los barrancos de caños.

El área del Distrito se caracteriza por ser predominantemente plana (pendientes de 0.5 a 2.0%), lo cual favorece la explotación del cultivo del arroz bajo riego. Existen pequeños sectores periféricos donde se presentan pendientes mayores del 25% (Claro, 1985).

Según el sistema de clasificación de Holdridge, las formaciones ecológicas de la zona corresponden a las de bosque seco tropical (bs-T) y bosque húmedo tropical (bh-T).

El área se encuentra a una altura promedio de 100 msnm; la precipitación anual varía entre 1.800 mm al Sur del Distrito y 3.000 mm al Norte, con un promedio de 2.400 mm la temperatura diaria varía entre 18 y 35°C con un promedio de 27°C, siendo agosto el mes más caluroso y registrándose las temperaturas más bajas en enero. La humedad relativa promedio es del 80%. (Claro, 1985 y Santos, 1985).

Hacia el Norte del Distrito de Riego predominan suelos con textura arcillosa y franco-arcillosa, mientras que hacia el Sur predominan suelos con textura franco-arenosa y franco-arcillosa-arenosa. Por lo común son suelos profundos, sin limitantes internas para el desarrollo radicular, excepto los niveles freáticos altos en épocas de invierno. El drenaje natural es moderado a pobre.

En general, los aluviones recientes tienen fertilidad moderada a baja y las terrazas son de muy baja fertilidad (Irusta y Fortoul, 1964).

### **Los Macronutrientes y su Efecto en la Producción del Arroz**

La siembra de genotipos de alto potencial de rendimiento, junto con un buen manejo de las prácticas culturales del cultivo, son factores fundamentales para lograr una mayor producción de grano por kilogramo de fertilizante aplicado. Sin embargo, el uso eficiente de los fertilizantes depende del grado de conocimiento que se tenga de la contribución de los nutrimentos sobre el rendimiento a través de las diferentes etapas de desarrollo del arroz. Sólo así se logrará sincronizar una cantidad razonable de cada nutrimento de acuerdo a los requerimientos nutricionales de la planta.

Perdomo et al. (1985) afirman que el rendimiento en grano de un cultivo de arroz es determinado por el número de panículas por

unidad de área, el número de espiguillas por panícula, el tamaño de la cáscara y el peso de los carbohidratos (proteínas, grasas, etc.) almacenados en el grano. El número de panículas por unidad de área es determinado por el número de hijos formados durante la etapa de macollamiento, o sea, el porcentaje de hijos efectivos resultantes unos 10 días después del estado de máximo macollamiento.

De acuerdo con los mismos autores (Perdomo et al., 1985) el número de panículas por unidad de área, el número de espiguillas llenas por panícula y el peso del grano, están correlacionados con la cantidad de nutrimentos absorbidos por la planta durante las diferentes etapas de su desarrollo.

### **Funciones de los Tres Nutrimentos Mayores**

La cantidad de grano producida por unidad de área es el resultado de la relación entre la fotosíntesis y la respiración; a su vez éstas 2 actividades son directa o indirectamente afectadas por la cantidad de nutrimentos absorbidos del suelo. Cada nutrimento tiene funciones específicas en la planta. Por ejemplo, el nitrógeno es un componente esencial de las proteínas, las que a su vez con constituyentes del protoplasma y las enzimas. El fósforo, como *fosfato inorgánico*, es un compuesto rico en energía y, como una coenzima, está directamente involucrado en la fotosíntesis. El potasio actúa en la apertura y cierre de los estomas controlando así la difusión del  $\text{CO}_2$  en los tejidos verdes, que es el primer paso de la fotosíntesis. El potasio también es esencial en la actividad enzimática (Perdomo et al., 1985).

### **Absorción de los Macronutrimentos por la Planta de Arroz**

El proceso de absorción de nutrimentos a través de las diferentes etapas de crecimiento del arroz es una función de las propiedades físico-químicas del suelo, la cantidad de fertilizante aplicado, la variedad sembrada y el sistema de cultivo (Ishizuka, 1964).

El nitrógeno (N) es absorbido rápidamente durante las primeras etapas de desarrollo hasta el final del período vegetativo, decae ligeramente durante el estado de máximo macollamiento y diferenciación de la panícula y vuelve a ser absorbido con rapidez hasta la etapa de grano pastoso (Perdomo et al., 1985).

La absorción de fósforo (P) es lenta hasta cuando se inicia el primordio floral, posteriormente es un poco más rápida hasta poco después de la floración cuando las necesidades de P de la planta han sido satisfechas (Perdomo et al., 1985).

El potasio (K) es absorbido durante todo el crecimiento de la planta hasta el final de la etapa lechosa del grano, luego decae ligeramente y vuelve a incrementarse su absorción alcanzando su máximo contenido en la planta al final del grano lechoso. Después de este estado, la planta ya no requiere más potasio (Perdomo et al., 1985).

### **Respuesta del Arroz a la Fertilización con N, P y K en Colombia**

En promedio, para producir una tonelada de arroz en el trópico se necesitan de 18 a 27 kg/ha de N, 4 a 5 kg/ha de P y 15 a 35 kg de K.

En el Tolima y Huila se han encontrado respuestas notorias a la aplicación de nitrógeno, utilizando dosis que oscilan entre 125 y 180 kg/ha. Sin embargo, en la terraza de Ibagué se aplican las mayores dosis (150-220 kg/ha de N). La adición de dosis muy altas de N, en ausencia de cantidades equilibradas de P y K, puede incrementar el vaneamiento de los granos y la susceptibilidad al volcamiento y al bruzone o piricularia (ICA y FEDEARROZ, 1973).

Experimentos realizados en el país, sólo han demostrado respuesta a la fertilización fosfatada en algunas regiones. Las zonas arroceras del Meta y el Sur del Valle del Cauca, han respondido a dosis altas de  $P_2O_5$  (más de 100 kg/ha), especialmente en la forma de Escorias Thomas o Calfos; las del Tolima y Huila, a dosis moderadas a altas (50 - 80

kg/ha de  $P_2O_5$ ); en otras regiones se han reportado necesidades bajas a medias (30 - 50 kg/ha de  $P_2O_5$ ). (ICA y FEDEARROZ, 1973).

Investigaciones realizadas por el Programa Nacional de Suelos del ICA a través de muchos años, muestran que la respuesta a potasio, en las principales zonas arroceras del país, ha sido poco frecuente y en algunos casos inconsistente. En la terraza de Ibagué se ha encontrado respuesta a este nutrimento, en presencia de dosis altas de N y moderadas a altas de P (ICA y FEDEARROZ, 1973).

Se ha comprobado que cuando el arroz no muestra respuesta a la aplicación de un nutrimento porque su disponibilidad en el suelo es suficiente, después de algunas cosechas sí responde a su aplicación debido a la disminución de la capacidad de suministro del suelo.

## MATERIALES Y METODOS

Se realizaron un total de 20 experimentos, localizados tanto en el Centro de Investigación El Zulia como en fincas de agricultores ubicados dentro del Distrito de Riego del Río Zulia. Los análisis de los suelos donde se desarrollaron los experimentos se presentan en las Tablas 1 y 2.

Se utilizó la matriz experimental Plan Puebla II, en bloques al azar, con 16 tratamientos y 3 replicaciones. Se sembraron las variedades CICA-4, CICA-8, IR-22, ORYZICA-1, ORYZICA-2 Y ORYZICA-3, en parcelas de 5 metros de largo por 4 metros de ancho tanto en el sistema tradicional como en fangueo.

La preparación del suelo, en el sistema tradicional, consistió en un pase de arado de discos, 2 rastrilladas, micronivelación y siembra de 150 kg/ha de semilla seca aplicada al voleo sobre suelo seco. En fangueo, las labores realizadas fueron macronivelación, inundación, 2 pases de rastrillo, 2 pases de rotovator, micronivelación y siembra de 100 kg/ha de semilla pregerminada aplicada al voleo sobre suelo húmedo.

Las dosis de nitrógeno variaron entre 60 y 180 Kg/ha, las de  $P_2O_5$  entre 0 y 80 kg/ha y las de  $K_2O$  entre 0 y 60 kg/ha. Como fuente de nitrógeno (N) se utilizó la úrea del 45% de N; de fósforo (P), superfosfato triple del 46% de  $P_2O_5$  y, de potasio (K), cloruro de potasio del 60% de  $K_2O$ .

El P y el K se aplicaron totalmente al momento de la siembra, al voleo e incorporados. En N se aplicó fraccionado en 3 partes iguales así: 1/3 al inicio del macollamiento, 1/3 al máximo macollamiento y 1/3 al inicio del primordio floral.

Además del rendimiento, también se evaluó el macollamiento, la población y altura de las plantas, el peso de 1.000 granos, la incidencia de plagas y enfermedades, el vuelco y la humedad del grano al momento de la cosecha.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Resultados de los Análisis de Suelos

Los análisis de los suelos donde se realizaron los experimentos (Tabla 1 y 2), reportaron una gran variabilidad en sus propiedades físico-químicas. En general, son suelos de textura franco-arcillosa a arcillosa, moderada a ligeramente ácidos, bajos a medios en materia orgánica, fósforo aprovechable, potasio y magnesio intercambiables, medios a altos en calcio, y bajos en su capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.). Desde el punto de vista de su clasificación taxonómica, se trata de suelos aluviales jóvenes, pertenecientes al orden de los Entisoles.

### Respuesta del Arroz de Riego a la Fertilización con N, $P_2O_5$ y $K_2O$ , en el Distrito de Riego del Río Zulia

En las Tablas 3 y 4 se incluyen los datos de rendimientos discriminados por variedad y sistema de siembra, obtenidos en los diferentes

**Tabla 1. Análisis Químico de los Suelos donde se Establecieron los Experimentos. Sistema Tradicional.**

LOCALIZACION	VARIEDAD	TEXTURA	pH	M.O %	P(BRAY II) ppm	Ca	Mg	K	Na	C.I.C.
El Zulia	CICA-4	Ar	5.8	2.9	18.6	8.7	3.3	0.17	1.03	13.20
Londres	CICA-4	Ar	5.8	1.7	26.5	8.6	2.5	0.13	0.23	11.46
Susanita	CICA-4	ArA	5.9	2.4	11.6	5.9	1.5	0.21	0.15	7.76
Gorgona	CICA-4	Ar	6.2	3.8	7.1	10.0	6.3	0.33	0.18	16.81
Limoncito	CICA-4	ArA	6.3	2.0	8.6	7.7	1.3	0.21	0.14	9.32
Las Piedras	CICA-8	ArA	5.8	1.6	11.7	3.3	0.4	0.17	0.12	3.99
Las Piedras	CICA-8	FarA	5.8	1.3	29.3	6.6	1.0	0.14	0.05	7.79
Las Piedras	CICA-8	Far	5.7	1.0	23.8	6.4	1.0	0.17	0.10	7.69
Casa Blanca	IR-22	Ar	5.7	2.9	17.2	11.6	2.7	0.30	0.20	14.80
Las Vacas	IR-22	Ar	5.8	3.8	12.0	8.4	1.8	0.25	0.19	10.64
La Vale	IR-22	Ar	5.5	2.9	24.9	8.1	1.8	0.32	0.17	13.39
El Zulia	ORYZICA-1	FAR	5.9	2.3	24.6	8.5	2.7	0.20	0.63	12.03
El Zulia	ORYZICA-1	Ar1	5.9	2.3	30.4	8.5	3.1	0.18	1.17	10.87
El Zulia	ORYZICA-2	FrAr	5.5	1.7	12.7	9.0	2.1	0.19	0.29	11.58
El Zulia	ORYZICA-2	FrAr	5.7	1.9	24.6	8.3	1.7	0.17	0.12	14.29
<b>Promedio General</b>			<b>5.8</b>	<b>2.3</b>	<b>18.9</b>	<b>8.0</b>	<b>2.2</b>	<b>0.21</b>	<b>0.32</b>	<b>11.04</b>

Tabla 2. Análisis Químico de los Suelos donde se Establecieron los Experimentos. Sistema Fanguero.

LOCALIZACION	VARIEDAD	TEXTURA	pH	M.O %	P(BRAY II) ppm	Ca	Mg			C.I.C	
							Mg	K	Mg		
							meq/100 g de suelo				
El Zulia	ORYZICA-1	Ar1	5.7	3.0	28.0	10.2	2.1	0.20	0.10	13.00	
El Zulia	ORYZICA-1	Ar1	5.4	2.0	31.0	8.4	1.7	0.10	0.10	10.80	
El Zulia	ORYZICA-2	Ar	5.6	2.0	24.0	8.5	1.7	0.20	0.30	10.70	
El Zulia	ORYZICA-2	Ar	5.8	2.0	21.0	8.0	1.5	0.26	0.20	9.96	
El Zulia	ORYZICA-3	Ar	5.6	2.0	32.0	9.6	1.9	0.10	0.10	11.10	
<b>Promedio General</b>							<b>8.9</b>	<b>1.8</b>	<b>0.17</b>	<b>0.16</b>	<b>11.10</b>

Tabla 3. Rendimientos Promedios Obtenidos por Variedad. Sistema Tradicional.

No.	N	TRATAMIENTOS		RENDIMIENTOS kg/ha*					PROMEDIO GENERAL
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O	CICA-4	CICA-8	IR-22	ORYZICA-1	ORYZICA-2	
1	102	28	21	5.396	5.190	4.991	5.227	6.721	5.505
2	102	28	39	5.528	5.363	5.077	5.086	7.486	5.708
3	102	52	21	5.760	5.471	5.327	5.267	6.432	5.651
4	102	52	39	5.806	5.458	5.434	5.027	6.950	5.735
5	138	28	21	7.043	6.902	6.346	6.003	6.812	6.621
6	138	28	39	6.672	6.555	6.114	6.511	6.781	6.527
7	138	52	21	6.823	6.645	6.044	6.030	8.290	6.766
8	138	52	39	7.080	6.664	6.070	6.487	6.596	6.580
9	120	40	20	6.954	7.121	6.373	6.306	8.340	7.019
10	66	28	21	4.767	4.785	4.449	4.355	5.811	4.833
11	174	52	39	6.452	6.172	6.070	6.041	7.183	6.384
12	102	4	21	4.841	5.281	5.016	4.638	6.270	5.209
13	138	76	39	6.577	6.107	6.123	5.628	6.464	6.180
14	102	28	3	5.131	5.302	5.487	4.560	7.615	5.619
15	138	52	57	6.578	6.344	5.663	5.908	7.364	6.371
16	00	00	00	3.462	3.482	3.042	3.306	3.816	3.422

\* 14% de humedad en el grano

CICA-4, promedio de 5 experimentos; CICA-8, promedio de 3 experimentos; IR-22, promedio de 3 experimentos; ORYZICA-1, promedio de 2 experimentos; ORYZICA-2, promedio de 2 experimentos.

Tabla 4. Rendimientos Promedios Obtenidos por Variedad. Sistema Fanguero.

No.	TRATAMIENTOS			RENDIMIENTOS kg/ha*			PROMEDIO GENERAL
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	ORYZICA-1	ORYZICA-2	ORYZICA-3	
1	102	28	21	8.452	7.084	8.448	7.995
2	102	28	39	8.484	6.576	9.833	8.298
3	102	52	21	8.168	6.966	9.435	8.190
4	102	52	39	8.008	6.761	9.525	8.098
5	138	28	21	6.838	7.545	7.727	7.370
6	138	28	39	6.329	7.078	7.553	6.987
7	138	52	21	7.018	7.585	8.547	7.717
8	138	52	39	7.385	6.493	7.340	7.073
9	120	40	20	8.341	7.989	9.598	8.642
10	66	28	21	6.052	5.767	6.598	6.139
11	174	52	39	6.179	7.596	8.365	7.380
12	102	4	21	6.982	7.941	8.568	7.830
13	138	76	39	7.349	6.565	8.613	7.509
14	102	28	3	8.526	7.140	8.935	8.200
15	138	52	57	6.794	7.040	8.038	7.291
16	00	00	00	3.486	3.889	3.620	3.665

\* 14% de humedad en el grano  
 ORYZICA-1, promedio de 2 experimentos; ORYZICA-2, promedio de 2 experimentos; ORYZICA-3, promedio de 1 experimento. 13

experimentos replicados en el tiempo y en el espacio. Así mismo, en la Tabla 5 se relacionan los principales parámetros estadísticos resultantes de los análisis de varianza de cada ensayo.

Los análisis de varianza para la variable rendimiento permiten afirmar que se encontraron diferencias altamente significativas ( $P > 0.01$ ), en todos los ensayos, entre los diferentes tratamientos de fertilización estudiados, es decir, que las variedades de arroz CICA-4, CICA-8, IR-22, ORYZICA-1, ORYZICA-2 Y ORYZICA-3, respondieron favorablemente a la fertilización con los N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$ , en los suelos del Distrito de Riego del Río Zulia. En todos los casos, el incremento en el rendimiento, como consecuencia de la aplicación de los 3 nutrimentos mayores fué significativamente superior con relación al testigo absoluto. Es conveniente resaltar que en ambos sistemas de cultivo los máximos rendimientos (7.019 kg/ha en tradicional y 8.642 kg/ha en fangueo) se obtuvieron con el tratamiento 120-40-20 kg/ha de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$ , respectivamente, que corresponden a un incremento del 104.1 y 135.8% con relación a los testigos. También es conveniente destacar que la respuesta del arroz a la fertilización con N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  fué notoriamente influenciada por factores tales como la variedad sembrada, el sistema de preparación del suelo, el semestre, las prácticas culturales (especialmente el control de malezas) y el manejo del agua de riego. Por ejemplo, en la Tabla 7 se puede observar que las CICAS (CICA-4, CICA-8), sembradas en el sistema tradicional requirieron dosis de N mucho más altas que el IR-22 y las ORYZICAS, pero estas últimas, necesitaron dosis de P y K y un poco mayores que las primeras para optimizar la producción por unidad de área.

De otro lado, los rendimientos en el sistema fangueo, fueron siempre superiores a los obtenidos en el sistema tradicional, aún con las mismas variedades y con dosis más bajas de N y P (Tablas 3 y 4). En cuanto al efecto del tiempo, siempre se observaron rendimientos más altos en el primer semestre que en el segundo. Finalmente, las prácticas culturales y el manejo del riego fueron los factores que, en mayor grado, afectaron la eficiencia de la fertilización.

**Tabla 5. Principales Parámetros Estadísticos Resultantes del Análisis de Varianza para la Variable Rendimiento**

No.	LOCALIZACION	SISTEMA	VARIEDAD	DES.STD	DMS	PR>F	C.V.	SIGNIFICANCIA
1	El Zulia	Tradicional	CICA-4	0.251	0.765	0.0001	4.80	**
2	Londres	Tradicional	CICA-4	0.395	1.201	0.0001	6.68	**
3	Susanita	Tradicional	CICA-4	0.501	1.526	0.0001	8.00	**
4	Gorgona	Tradicional	CICA-4	0.491	1.495	0.0001	6.90	**
5	Limoncito	Tradicional	CICA-4	0.342	1.040	0.0001	6.63	**
6	Las Piedras	Tradicional	CICA-8	0.457	1.390	0.0001	6.09	**
7	Las Piedras	Tradicional	CICA-8	0.458	1.395	0.0001	6.89	**
8	Las Piedras	Tradicional	CICA-8	0.417	1.269	0.0001	7.42	**
9	Casa Blanca	Tradicional	IR-22	0.393	1.197	0.0001	7.58	**
10	Las Vacas	Tradicional	IR-22	0.330	1.004	0.0001	6.39	**
11	La Vale	Tradicional	IR-22	0.371	1.128	0.0001	6.00	**
12	El Zulia	Tradicional	ORYZICA-1	0.322	0.981	0.0001	6.14	**
13	El Zulia	Tradicional	ORYZICA-1	0.325	0.990	0.0001	5.88	**
14	El Zulia	Tradicional	ORYZICA-2	0.423	1.289	0.0001	7.47	**
15	El Zulia	Tradicional	ORYZICA-2	0.542	1.649	0.0001	8.56	**
16	El Zulia	Fangueo	ORYZICA-1	0.533	1.242	0.0001	8.71	**
17	El Zulia	Fangueo	ORYZICA-1	0.528	1.240	0.0002	8.70	**
18	El Zulia	Fangueo	ORYZICA-2	0.701	1.134	0.0001	10.57	**
19	El Zulia	Fangueo	ORYZICA-2	0.608	1.330	0.0001	9.10	**
20	El Zulia	Fangueo	ORYZICA-3	0.536	1.248	0.0001	9.45	**

DES.STD

Desviación Estándar

DMS

Diferencia Mínima Significativa

C.V.

Coefficiente de Variación (%)

\*\*

Altamente significativo (PR>0.01)

Estos resultados concuerdan con los reportados por muchos otros investigadores, entre ellos Ishizuka (1964), quien afirma que el proceso de absorción de nutrimentos a través de las diferentes etapas de crecimiento del arroz es una función de las propiedades del suelo, la cantidad de fertilizante aplicado, la variedad sembrada y el sistema de cultivo empleado.

### **Dosis Óptimas Económicas de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O para el Cultivo del Arroz en el Distrito de Riego del Río Zulia**

En la Tabla 6 se registran los coeficientes de las ecuaciones de regresión múltiple correspondientes a los 2 sistemas de siembra. Así mismo se presenta la significancia estadística de cada estimativo. El modelo correspondiente al sistema tradicional incluye 15 experimentos y 5 variedades, en tanto que el del fanguero incluye 5 experimentos y 3 variedades. Como puede observarse, todos los parámetros incluidos en el modelo del sistema tradicional influyeron significativamente en la producción del arroz. En el caso del fanguero, solamente el N, el P y la interacción PK llegaron a ser estadísticamente significativos. La interacción NPK fué altamente significativa en los 2 modelos de regresión, aunque negativamente.

En la Tabla 7 se consignan las dosis óptimas económicas de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O para cada variedad y sistema de cultivo. Las cifras que allí aparecen fueron calculadas con base en la ecuación de regresión múltiple obtenidas en el computador para cada genotipo y sistema de manejo. En la misma Tabla también se pueden apreciar los principales parámetros estadísticos (Probabilidad, Coeficiente de Correlación (R<sup>2</sup>) y Coeficiente de Variación (C.V.)) de cada modelo.

Se observa que todos los modelos son altamente significativos, con coeficientes de variación aceptables (6.5 a 16.0%) y coeficientes de correlación satisfactorios (51.8 a 82.6%), indicando que las

Tabla 6. Estimativos Estadísticos de las Ecuaciones de Regresión Múltiple Correspondientes a los Dos Sistemas de Siembra.

FUENTE	SISTEMA TRADICIONAL*			SISTEMA FANGUEO*		
	ESTIMATIVO	PR>T	SIGNIFICANCIA	ESTIMATIVO	PR>T	SIGNIFICANCIA
Intercepto	3.33146	0.0001	**	3.91600	0.0001	**
N	0.04168	0.0001	**	0.03847	0.0052	**
P	-0.06407	0.0017	**	-0.07815	0.0419	*
KP	-0.11252	0.0001	**	-0.03358	0.5097	NS
NP	0.00073	0.0005	**	0.00067	0.0890	NS
NK	0.00107	0.0001	**	0.00061	0.2419	NS
PK	0.00399	0.0001	**	0.00335	0.0152	*
NPK	-0.00027	0.0001	**	-0.00003	0.0027	**
N <sup>2</sup>	-0.00025	0.0010	**	-0.00021	0.0940	NS
P <sup>2</sup>	-0.00049	0.0037	**	-0.00014	0.6634	NS
K <sup>2</sup>	-0.00074	0.0135	**	-0.00041	0.4653	NS

\* Promedio de 15 experimentos y 5 variedades  
 \*\* Altamente significativo (PR>0.01)  
 \* Significativo al 5%  
 NS No significativo

\* Promedio de 5 experimentos y tres variedades

Tabla 7. Dosis Óptimas Económicas de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O por Variedad y Sistema de Siembra Derivadas de las Respectivas Ecuaciones de Regresión Múltiple

SISTEMA DE SIEMBRA	VARIEDAD SEMBRADA	No. DE EXPERIMENTOS	DOSIS ÓPTIMAS			PR>F	R <sup>2</sup>		SIGNIFICANCIA
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O		%	%	
Tradicional	CICA-4	5	140.9	27.7	20.8	0.0001	51.8	16.0	**
Tradicional	CICA-8	3	150.9	30.5	24.3	0.0001	48.4	15.7	**
Tradicional	IR-22	3	119.0	27.6	15.5	0.0001	62.6	11.9	**
Tradicional	ORYZICA-1	2	129.0	50.7	23.5	0.0001	82.6	6.5	**
Tradicional	ORYZICA-2	2	134.1	39.7	25.7	0.0001	78.1	9.0	**
Tradicional	General	15	138.0	29.1	21.3	0.0001	52.1	14.5	**
Fangueo	ORYZICA-1	2	117.3	0.48	20.8	0.0001	*61.7	10.1	**
Fangueo	ORYZICA-2	2	117.8	24.9	10.2	0.0001	64.8	10.9	**
Fangueo	ORYZICA-3	1	116.0	0.90	41.3	0.0001	62.8	10.5	**
Fangueo	General	5	110.5	13.0	20.6	0.0001	57.9	14.2	**

\*\* Altamente significativo (PR>0.01)  
 C.V. Coeficiente de variación (%)  
 R<sup>2</sup> Coeficiente de correlación.

ecuaciones seleccionadas presentan un buen ajuste y explican adecuadamente el fenómeno estudiado.

De acuerdo con esos resultados las dosis óptimas económicas de los 3 nutrimentos mayores para las variedades estudiadas y el sistema de manejo empleado son las siguientes:

	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O
<b>SISTEMA TRADICIONAL</b>			
CICAS (CICA-4 Y CICA-8)	146.0	29.1	22.5
IR-22	119.0	27.6	15.5
ORYZICAS	131.5	45.2	24.6
<b>Promedio General</b>	<b>138.0</b>	<b>33.0</b>	<b>21.0</b>
<b>SISTEMA FANGUEO</b>			
ORYZICAS	110.5	23.0	20.6

### **Efecto de las Propiedades Químicas del Suelo sobre la Respuesta del Arroz a la Fertilización**

La gran variabilidad en las propiedades químicas de los suelos incluidos en este estudio, incidió notoriamente en el grado de respuesta del arroz a la fertilización. Veamos algunas relaciones. La mayor respuesta al N se obtuvo en la Granja Las Piedras, cuyos suelos presentan la textura más liviana, los más bajos contenidos de materia orgánica y la más baja Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.). La literatura mundial reporta que estas 3 propiedades químicas, junto con el pH, son las que más afectan las respuestas del arroz al N.

Ramírez (1979), estudiando la eficiencia de la fertilización con macronutrimentos en la región del Alto Magdalena, concluyó que la respuesta inicial al N era notoriamente afectada por la cantidad de materia orgánica del suelo, por cuanto, en todos los casos, la respuesta inicial fué mayor para los niveles bajos de materia orgánica, en comparación

con los niveles medios y altos. Similar comportamiento se observó en la presente investigación, donde las mayores respuestas al N se registraron en aquellos suelos con los más bajos contenidos de materia orgánica.

De otro lado, Sánchez (1972) afirma que la C.I.C. es la característica del suelo que más afecta la respuesta al N, puesto que a mayor C.I.C. mayor será la capacidad del suelo para retener y suministrar el ión amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). Sin duda que valores tan bajos en la C.I.C. como los mostrados por los suelos de la Granja Las Piedras (3.0 a 7.7 meq/100 g de suelo) son propicios para que se produzcan pérdidas significativas del N aplicado. Si a lo anterior se le adiciona el efecto de la textura del suelo es fácil entender porqué la variedad CICA-8, respondió en estos suelos a cantidades tan altas de N como 150.9 kg/ha. En el caso de la variedad CICA-4, cuyos óptimos rendimientos se obtuvieron con la dosis de 140.9 kg de N/ha, pero sembrada en suelos más pesados y con mayor contenido de materia orgánica, el alto requerimiento de N parece estar más relacionado al potencial genético de la variedad y a la relativamente baja C.I.C. de los suelos donde se establecieron los experimentos (Tablas 1 y 6).

Con relación al P y al K, en general se observó que la respuesta del arroz a la aplicación de cualquiera de ellos estuvo altamente asociada con su disponibilidad en el suelo, es decir, que cuanto menor fué el contenido reportado en el análisis del suelo, mayor fué la respuesta encontrada y viceversa. Otro aspecto importante de señalar fué el favorable efecto ejercido por estos 2 nutrientes sobre la aprovechabilidad del N, especialmente cuando este último se aplicó en dosis altas. Esta correlación fué ampliamente visualizada en el campo, donde las plantas correspondientes a los tratamientos con altos niveles de N, pero bien abastecidos de P y K, mostraron siempre buen desarrollo del tallo y las raíces, buen macollamiento, adecuado tamaño de la panícula, mayor peso de 1.000 granos llenos y menor porcentaje de granos vanos, todo lo cual se tradujo en mayores rendimientos.

## **Efecto del Genotipo sobre la Utilización de los Tres Nutrimentos Mayores**

Es muy difícil separar el efecto varietal de los restantes factores que afectan la eficiencia de la fertilización sobre la producción del arroz bajo riego.

Tanaska et al. (1966) afirma que las características varietales que más inciden en la respuesta del arroz al N son la estructura foliar, la altura de la planta, la resistencia al volcamiento, la capacidad de macollamiento y el período vegetativo. En este estudio, la resistencia al vuelco y la capacidad de macollamiento de los genotipos estudiados fueron las variables más afectadas por la fertilización nitrogenada. En general, altas dosis de N incrementaron el macollamiento por un lado, pero, por el otro, aumentaron la susceptibilidad al vuelco. Este comportamiento fué más notorio en las ORYZICAS y el CICA-8 y su efecto fué más acentuado en fangueo que en tradicional.

Como ya se dijo, el número de panículas por unidad de superficie es uno de los componentes del rendimiento y depende del número de hijos efectivos al momento de la floración, en tanto que el volcamiento interfiere la translocación de la luz y los nutrientes, afecta la fotosíntesis, causa esterilidad y disminuye la respuesta al N, reduciendo, finalmente, los rendimientos del arroz (León y Arregocés, 1985).

## **Efecto del Sistema de Siembra sobre la Fertilización del Arroz Bajo Riego**

El sistema de siembra, tradicional o fangueo, influyó grandemente sobre la eficiencia de la fertilización, especialmente nitrogenada. Aunque en ambos casos el arroz se sembró bajo la modalidad de riego controlado, existen sustanciales diferencias en el manejo de algunas prácticas culturales que son determinantes en la obtención de altos rendimientos.

En general, la adecuada densidad de siembra, la baja incidencia de malezas y el eficiente manejo del agua de riego se constituyeron en las labores determinantes para el logro de mejores rendimientos, en el sistema fangueo. De otro lado, en este sistema, la eficiencia de los fertilizantes aplicados se incrementa al disminuirse las pérdidas ocasionadas por percolación y escorrentía.

En esta investigación, la producción del arroz fué siempre superior en fangueo y el consumo de N y P por las ORYZICAS disminuyó considerablemente cuando fueron sembrados bajo este sistema. Fué así como las ORYZICAS, en el sistema tradicional, requirieron en promedio, 131.5 kg/ha de N y 45.2 kg/ha de  $P_2O_5$  para optimizar la producción, mientras que en fangueo, estos mismos genotipos reportaron los rendimientos más rentables con sólo 110.5 kg/ha de N y 23.0 kg/ha de  $P_2O_5$ .

Estos hallazgos están relacionados con los cambios químicos que ocurren en los suelos después de la inundación. En el sistema tradicional, la existencia de períodos alternos de inundación y sequía, ocasionan cambios bruscos en el estado de reducción u oxidación del N del suelo, los cuales, a su vez, afectan la inmovilización o mineralización de este nutrimento y, por ende, la formación de  $NH_4^+$  ó  $NO_3^-$ . La disponibilidad del N para el arroz, depende de la magnitud relativa de estos procesos que son los que regulan las pérdidas de este nutrimento una vez mineralizado por procesos microbiales de la materia orgánica o cuando es aplicado como fertilizante.

En condiciones de inundación intermitente la cantidad de  $NH_4^+$  disminuye, en tanto que la de  $NO_3^-$  fluctúa con los ciclos y luego se mantiene constante. En este sistema se incrementan las pérdidas por desnitrificación. Por el contrario, en fangueo, el suelo permanece bajo inundación constante durante todo el período vegetativo del arroz, creando condiciones químicas y biológicas que afectan las transformaciones del N. Debido a la ausencia de oxígeno, la mineralización del N orgánico cesa al llegar al estado de amonio, que se considera benéfico para el arroz, porque este cereal utiliza mejor el  $NH_4^+$  que el  $NO_3^-$  y, además, concentraciones altas de  $NH_4^+$  no son tóxicas para este cultivo.

En el caso del fósforo, es ampliamente conocido que bajo inundación constante, donde prevalecen condiciones anaeróbicas, los fosfatos de hierro férrico son reducidos a ferrosos, los cuales por ser más solubles, incrementan la disponibilidad del P. Esta puede ser la causa por la cual, la dosis de P, en fangueo, se redujo considerablemente con relación al sistema tradicional.

Pande y Singhi (1969), Sánchez (1973), De Datta y Kerim (1974) y Sighi et al. (1977) estudiando los efectos benéficos del fangueo sobre la nutrición del arroz, han determinado que la disminución del movimiento de agua a través del suelo aumenta significativamente la eficiencia del N aplicado, debido a que se presentan menores pérdidas por lixiviación. Además, según Dei y Yamsaki (1979), el fangueo reduce la permeabilidad, promueve la mineralización del N e incrementa el potencial de suministro de P por el suelo.

### **Efecto del Semestre sobre la Absorción de Nutrientes y Producción del Arroz**

Las condiciones climáticas imperantes en el Distrito de Riego del Río Zulia son muy bien definidas en los semestres del año. El primer semestre (enero a junio), se caracteriza por días largos con elevada temperatura ( $29^{\circ}\text{C}$  promedio), alta radiación solar y baja nubosidad. Las lluvias más abundantes se presentan generalmente durante los meses de abril y mayo. En el segundo semestre (julio a diciembre) los días son más cortos, las temperaturas descienden considerablemente después de agosto, la radiación solar disminuye hacia el final del año, la nubosidad se incrementa y las lluvias son abundantes e intensas durante los meses de septiembre, octubre y noviembre.

Esta diferenciación en las condiciones climáticas influyen grandemente en el desarrollo y producción del arroz, siendo el primer semestre más benévolo para el cultivo y, en el cual, se obtienen los más altos rendimientos. Si se tiene en cuenta que factores climáticos tales como la temperatura, la radiación solar y la precipitación

afectan la absorción de nutrientes por la planta de arroz, es evidente que en el primer semestre se requirieron mayores cantidades de los 3 macronutrientes para desarrollar su verdadero potencial genético.

Finalmente, es necesario resaltar que los rendimientos del arroz son una función directa del manejo que se le dé al cultivo. La fertilización es apenas uno de los muchos factores que afectan la producción del arroz. Ningún beneficio económico se obtendrá si ésta y todas las demás prácticas culturales no se realizan oportuna y eficientemente.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Se encontraron respuestas altamente significativas a la fertilización con N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$ .
2. En el sistema tradicional, las variedades CICA-4 y CICA-8 requirieron, en promedio, las más altas aplicaciones de N (145.9 kg/ha) para optimizar la producción; le siguieron las ORYZICAS 1 y 2, (131.5 kg/ha) y finalmente, la IR-22 (119.0 kg/ha).
3. En el sistema tradicional, las ORYZICAS 1 y 2 necesitaron dosis más altas de fósforo (34.4 kg de  $P_2O_5$ /ha) para lograr óptimos rendimientos. Le siguieron las CICAS (29.1 kg de  $P_2O_5$ /ha) y, finalmente, el IR-22 (27.6 kg de  $P_2O_5$ /ha).
4. En fangueo, las dosis de N y P descendieron notoriamente. En este sistema los mayores rendimientos de las ORYZICAS se registraron con la aplicación de 114.2 kg/ha de N y 24.4 kg/ha de  $P_2O_5$ .
5. El nivel de K se mantuvo constante en los 2 sistemas de siembra, pues mientras en el sistema tradicional la dosis fué de 27.0 kg/ha de  $K_2O$ , en fangueo, fué de 26.8 kg/ha de  $K_2O$ .
6. En fangueo, siempre se obtuvieron las más altas producciones, aún con las mismas variedades y con dosis más bajas de N y P. El manejo de agua de riego influyó mucho en este comportamiento.

7. En fangueo, debido a que el suelo permanece bajo constante inundación, se reduce la pérdida de N por percolación y escorrentía y se incrementa la disponibilidad de P por la reducción de fosfatos de hierro férricos o ferrosos.
8. Las favorables condiciones ambientales del primer semestre, con relación a las del segundo, influyen positivamente en el crecimiento y rendimiento del arroz. Las producciones obtenidas en los experimentos sembrados en el primer semestre fueron mayores que aquellas obtenidas en los ensayos del segundo semestre.
9. Las dosis óptimas económicas de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  para la producción de arroz en el Distrito de Riego del Río Zulia, por variedad y sistema, resultaron ser:

VARIEDAD	SISTEMA	N	$P_2O_5$ kg/ha	$K_2O$
CICA-4	Tradicional	140.9	27.7	20.8
CICA-8	Tradicional	150.9	30.5	24.3
IR-22	Tradicional	119.0	27.6	15.5
ORYZICA-1	Tradicional	129.7	50.7	23.5
ORYZICA-2	Tradicional	134.1	39.7	25.7
<b>Promedio</b>	<b>Tradicional</b>	<b>135.0</b>	<b>35.2</b>	<b>22.0</b>
ORYZICA-1	Fangueo	118.0	21.4	26.0
ORYZICA-2	Fangueo	117.0	28.0	11.8
ORYZICA-3	Fangueo	116.0	21.0	48.6
<b>Promedio</b>	<b>Fangueo</b>	<b>117.0</b>	<b>23.5</b>	<b>28.8</b>

### BIBLIOGRAFIA

1. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1973. Annual Report 1972. Rice Production Systems. pp 205-216.
2. Claro R., F. 1985. Estudio Agroclimático del Distrito del Zulia. HIMAT Bogotá. 83 p (mimeografiado).

3. Frye, C. A. 1969. Fertilidad y Fertilización de algunos suelos Arroceros del Tolima. *Agricultura Tropical*, 25 (8): pp. 393-405. Bogotá.
4. Instituto Colombiano Agropecuario. Federación Nacional de Arroceros. 1973. Curso de Arroz. Compendio No.1. Bogotá.
5. International Rice Research Institute. 1976. Annual Report 1975. Soil Fertility and Fertilizer Management. pp. 239-256.
6. Irusta y Fortoul; (1964) Estudios Detallados de Suelos, Distrito de Riegos y Drenajes del Zulia, Primer Sector. INCORA. Bogotá.
7. Ishizuka, Y. 1964. Nutrient uptake at different stages of growth. The mineral nutrition of rice plant-porc. of a symp. at IRRI, Jhon Hopkins Press, Baltimore. pp. 199-219.
8. Perdomo, M. A.; J. González; Y. C. de Galviz, E. García y O. Arregocés. 1985. Los Macronutrientes en la nutrición de la planta de arroz. IN CIAT. Arroz: Investigación y Producción pp. 103-133. PNUD/CIAT. Cali, Colombia.
9. Sánchez, R. G. 1974. Respuesta del Arroz a la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio en algunas zonas de Colombia. In FEDEARROZ, Suelos y enfermedades en el cultivo del arroz. II Seminario Técnico. Temas de Orientación Agropecuaria. pp. 30-32. Bogotá.
10. Santos, L. F. 1985. Balances Hídricos y sus aplicaciones en Agrometeorología Tropical, Meteorología aplicada. HIMAT Bogotá. ap. (mimeografiado).
11. Tejada, H. R.; Craswell, E. T.; De Datta, S. L. 1980. Site Factors Affecting the efficiency of Nitrogen Fertilizers in INSFER Experiments. Muscle Shoals. Alabama, International, Fertilizer

Development Center. 20 p. Paper presented at the Meeting of the International Network for Soil Fertility and Fertilizer Evaluation for Rice (INSFFER) at IRRI, 1980.

12. Yoshida, S. 1981. Fundamentals of Rice Crop Science. The International Rice Research Institute. pp. 11-176.

LIBRARY ASSOCIATION  
OF GUYANA