

REMOCION DE NUTRIMENTOS POR EL CULTIVAR DE ARROZ CR-1821 BAJO INUNDACION¹

Alvaro Cordero *
José Israel Murillo **

ABSTRACT

Removal of nutrients by rice cultivar CR-1821 under flood irrigation.
The removal of nutrients by rice cv. CR-1821 was studied by means of sampling plants at harvest time and then analyzing the tissue; the rice crop grew in a Mollisol at Cañas, Guanacaste, under flood irrigation and transplant conditions, with a population of 62.500 plants/ha. Plants at harvest had 50 panicles, were 1.12 m high and biomass was 326 g of dry matter/plant, 149 g of it as grain and 177 g as straw. The grain extracted 1.97, 0.49, 0.38, 0.09 and 0.14 g/plant of N, P, K, Ca and Mg, respectively, plus 5.4, 2.2, 3.75 and 0.52 mg/plant of Fe, Mn, Zn and Cu, respectively; the straw, which extracted more nutrients than the grain with the exception of N and P, removed from the soil 1.19, 0.17, 3.87, 1.0 and 0.43 g/plant of N, P, K, Ca and Mg, respectively, as well as 59.2, 25.8, 10.2 and 4.0 mg/plant of Fe, Mn, Zn and Cu. Extrapolated results would be 20.3 t/ha of biomass, distributed as 9.3 and 11.0 t/ha of grain and straw, respectively. Total nutrient removal would be 199, 41, 265, 69, 36, 4.01, 1.75, 0.84 and 0.28 kg/ha of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn and Cu, respectively, from that, grain extracted 124, 30, 23, 6, 9, 0.33, 0.14, 0.23 and 0.03 kg/ha of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn and Cu, respectively. The ranking of total removal of nutrients by rice cv. CR-1821 was therefore $K > N > Ca > P > Mg > Fe > Mn > Zn > Cu$. As for grain, ranking was $N > P > K > Mg > Ca > Fe > Zn > Mn > Cu$. Straw removed from soil, with the possibility of recycling, approximately 90% K, Ca, Mn, Fe and Cu; as well as 38, 27, 77 and 73% of N, P, Mg and Zn, respectively. One ton of unshelled rice, cv. CR-1821, extracted 21.4 kg N, 4.4 kg P and 28.5 kg K.

INTRODUCCION

La actividad arrocera en Costa Rica constituye un renglón de significativa importancia dentro del sector agrícola (Murillo, 1984).

En 1955, Costa Rica sembró 24.968 ha con una productividad de 0,69 t/ha, mientras que en 1983 la producción nacional fue de 280.084 t,

obtenidas en 88.351 ha, con un rendimiento de 3,17 t/ha (Murillo, 1984). Recientemente, según información de la Oficina Nacional del Arroz, en el período 1988-89 la superficie sembrada fue de 43.443 ha con una productividad de 3,7 t/ha de arroz en granza seco y limpio.

El cambio drástico en la productividad se debe al desarrollo de tecnologías en el cultivo, logradas por la investigación nacional tanto en secano como en riego.

Los cambios más sobresalientes han sido la introducción de variedades mejoradas de alto rendimiento como CR-1113, CR-201 y CR-1821, además del sistema de siembra y el manejo

1/ Recibido para publicación el 9 de octubre de 1989.

* Convenio MAG-UCR. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

** Departamento de Agronomía, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). San José, Costa Rica.

agronómico, que incluye no sólo el control fitosanitario sino también la fertilización del cultivo. Dentro de este último aspecto es imperativo el conocimiento de la extracción de nutrimentos por el cultivo, principalmente cuando se usa una variedad que, como la CR-1821, es de alta productividad.

Liebig fue uno de los primeros que, conociendo la extracción de nutrimentos por los cultivos, empleó el concepto de fertilización por restitución. Sin embargo, tal y como lo comenta Malavolta (1962), para emplear este concepto no solo es necesario contar con la extracción de nutrimentos por el cultivo en sus diferentes partes, por ejemplo, el grano y la paja en arroz, sino que también se requiere conocer la recuperación aparente que hacen los cultivos de los fertilizantes aplicados, tomando en cuenta las características físicas y químicas de los suelos.

Existen tres recopilaciones clásicas sobre la remoción de nutrimentos por el cultivo de arroz, que se resumen en el Cuadro 1.

Con el objeto de complementar esta información, se realizó la presente investigación para calcular la extracción de nutrimentos por el cultivar CR-1821 bajo riego, tanto por la paja como por el grano, y así, emplear el concepto de "fertilización por restitución" (Malavolta, 1962), para establecer algunas sugerencias en la fertilización de ese cultivar.

MATERIALES Y METODOS

En un Mollisol de alta fertilidad en la Estación Experimental Enrique Jiménez Nuñez localizada en Cañas, Guanacaste, en el Pacífico Seco de Costa Rica, se sembraron, bajo condiciones de

inundación y trasplante, 5 ha de semilla básica de la variedad CR-1821 a 0,40 m entre plantas, para una población de 62.500 plantas/ha. Esta variedad, que es de porte bajo y de alta productividad, con un potencial de producción de 11,4 t/ha, es una selección del cruzamiento P881 lograda por el Programa Nacional de Investigaciones en Arroz del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica.

Para el estudio fueron seleccionadas al azar, al momento de la cosecha, 8 plantas, a las que se les determinó en forma individual el número de panojas, la altura de la planta, la producción total de materia húmeda y seca tanto del grano como de la paja, y la producción total de biomasa. El material húmedo de grano y paja para cada una de las plantas individuales se secó por 3 días a una temperatura de 70°C para obtener la materia seca; luego las muestras se molieron utilizando un tamiz de 30 mallas.

Para la determinación química de los elementos en la materia seca del grano y paja se utilizó la metodología empleada en el Centro de Investigaciones Agronómicas de la UCR (Briceño y Pacheco, 1984). El N se determinó por el método de Micro-kjeldhal; para los restantes elementos se utilizó el método de digestión húmeda con mezcla nítrico-perclórica. El P se determinó por fotocolorimetría. El Ca, el Mg y los elementos menores se analizaron con espectrofotometría de absorción atómica y el K por espectrofotometría de emisión.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 2 se presentan los valores promedio de algunas características agronómicas de las plantas muestreadas.

Cuadro 1. Remoción de nutrimentos por el cultivo de arroz según diferentes autores.

Rendi. t/ha	Variedad	Parte de la planta	Nutrimento (kg/ha)										Referencia	
			N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn			
8		grano	135	10	27	16	96							Sánchez, 1976
		total	200	14	40	34	22,4							
4,7	Taimán-3 Peta BP1-76	panícula	48	12	11	12	9	1,6	2,3					Tanaba <i>et al.</i> , 1964
		total	90	20	219	34	25	12	12					
8,7	IR-8 Peta	panícula	116	38	62	3,7	13	0,45	1,01	0,03	0,16			Yoshida, 1981
		total	164	46	309	27,3	34,8	1,32	4,79	0,04	0,35			

Cuadro 2. Valores promedio* de algunas características agronómicas a la cosecha de cultivar de arroz CR-1821 crecido en inundación en un Mollisol de Cañas, Guanacaste.

No. de panojas/planta	50
Altura de plantas, m	1,12
Peso húmedo del grano, g/planta	167
Peso seco del grano, g/planta	149
Peso húmedo de la paja, g/planta	647
Peso seco de la paja, g/planta	177
Peso seco total, g/planta	326
Relación grano/paja en seco	0,86

* Promedio de 8 observaciones.

Sirviendo como sustrato un Mollisol de alta fertilidad, más el excelente manejo fitosanitario y de fertilización que se le dio, la variedad CR-1821 produjo una biomasa (materia seca) total de 20,3 t/ha, de las cuales 9,3 fueron de grano y 11 t/ha de paja.

La concentración de nutrimentos alcanzada por la variedad CR-1821 aparece en el Cuadro 3, tanto para el grano y la paja como para la planta entera, como producto del promedio ponderado de las 2 fracciones. La concentración de N y P fue mayor en el grano que en la paja, mientras que la de K fue mucho mayor en la paja. También la paja concentró más Ca, Mg, Mn, Fe, Cu y Zn que el grano. Sin embargo, a la cosecha, los valores de mayor importancia fueron la extracción de nutrimentos por la planta, cuyos resultados aparecen en el Cuadro 4. Como se puede observar, en cantidades totales la secuencia de remoción fue la siguiente: K > N > Ca > P > Mg > Fe > Mn > Zn > Cu.

Cuadro 3. Concentración* de nutrimentos en plantas de arroz a la cosecha del cultivar CR-1821, crecidas en inundaciones en un Mollisol de Cañas, Guanacaste.

Parte	Rendimiento g/planta	Concentración de nutrimentos								
		N	P	g/kg K	Ca	Mg	Mn	mg/kg Fe	Cu	Zn
Grano	149	13,2	3,2	2,5	0,5	0,9	15	36	4	28
Paja	177	6,8	0,9	2,2	5,7	2,4	146	335	23	56
Total**	326	9,7	1,9	13,1	3,0	1,7	86	195	14	43

* Con base en peso seco. Valores promedio de 8 observaciones analizadas por duplicado.

** Concentración calculada con base en el promedio ponderado.

La mayor parte de las publicaciones de extracción de nutrimentos dan los valores en kg/ha; en el presente estudio, tomando todas las reservas del caso, se extrapolaron los resultados por planta a kg/ha, teniendo como base la cantidad teórica de 62.500 plantas/ha.

En términos generales estos resultados se ajustan a los encontrados en la literatura (Cuadro 1), principalmente a los de Yoshida (1981) para la variedad IR8, con un rendimiento de grano de 8,7 t/ha, de porte bajo, y de alto rendimiento, similar a la CR-1821 bajo las condiciones de riego con el sistema de trasplante.

La mayor diferencia con los resultados de Yoshida (1981), fue con relación a la extracción total de K, a razón de 309 kg/ha, mientras que en el presente estudio el cultivo removió 265 kg/ha. Los Mollisoles, aunque son muy ricos en K, son altos en Ca y Mg, lo cual pudo haber influenciado la absorción de K. Los altos niveles de Ca y Mg del suelo se manifestaron también en los altos valores removidos por el arroz para estos elementos.

En relación con los elementos menores (Cuadro 4), el Cu fue el elemento que menos concentró la planta de arroz, seguido por el Zn. En mucho mayor cantidad fueron absorbidos el Mn y el Fe.

En la Figura 1 se presenta la distribución porcentual de los nutrimentos en las diferentes partes de la planta. La distribución de N y P en el grano fue de 62 y 73%, respectivamente, mientras que en la paja se quedó más del 90% del K y el Ca y un 77% del Mg.

Del total de micronutrimentos encontrados en la planta, más del 90% del Mn, Cu y Fe se quedaron en la paja, o sea se reciclan en el suelo,

Cuadro 4. Remoción de nutrimentos por cultivar de arroz CR-1821 por planta y en kg/ha, crecido en inundación en un Mollisol de Cañas, Guanacaste.

Parte	Rendimiento g/planta	Nutrimentos extraídos									
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	
		g/planta**					mg/planta				
Grano	149	1,97	0,49	0,38	0,09	0,14	2,2	5,4	0,52	3,75	
Paja	177	1,19	0,17	3,87	1,00	0,43	25,8	59,2	4,00	10,20	
Total	326	3,16	0,66	4,25	1,09	0,57	28,0	63,6	4,52	13,75	
		t/ha					kg/ha				
Grano	9,3***	124	30	23	6	9	0,14	0,03	0,03	0,23	
Paja	11,0	75	11	242	63	27	1,61	3,68	0,25	0,61	
Total	20,3	199	41	265	69	36	1,75	4,01	0,28	0,84	

* Rendimiento con bawse en peso seco.

** Valores promedio de 8 observaciones y analizadas por duplicao.

*** Aproximadamente 10,4 t/ha de grano al 12% de humedad.

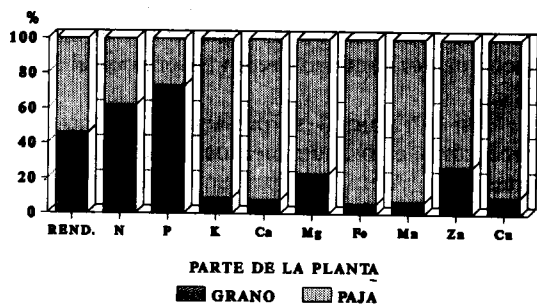


Fig. 1. Remoción de nutrimentos y rendimiento en valores porcentuales para el grano y la paja efectuada por el cultivar de arroz CR-1821 en un Mollisol inundado de Cañas, Guanacaste.

mientras que del Zn sólo permaneció en la paja el 73%; esto es, el Zn es el elemento que más se exporta.

Si se considera la extracción de nutrimentos como la cantidad de elementos removidos por tonelada de arroz en granza (Cuadro 5), los resultados obtenidos en este estudio están dentro del rango de los valores alcanzados en el trópico, por otros autores.

Las pocas diferencias encontradas entre este estudio y los realizados por otros autores, así como las diferencias entre esas investigaciones tomadas como referencia, son justificables y razo-

nables, y más bien comprueban que, aunque la absorción de nutrimentos por el arroz es de origen genético, se ve modificada por el clima, los factores del suelo, la cantidad y el tipo de fertilizantes empleados, la variedad y el método de cultivo.

RESUMEN

Mediante el muestreo en el campo de plantas de arroz del cultivar CR-1821 al momento de la cosecha y su posterior análisis químico, se estudió la remoción de nutrimentos hecha por este cultivar al crecer en un Mollisol de Cañas, Guanacaste, bajo condiciones de arroz inundado y de trasplante, con una población de 62.500 plantas/ha.

Se encontró que las plantas a la cosecha tenían 50 panojas, medían 1,12 m de alto y su biomasa/planta fue de 326 g de materia seca, distribuidos en 149 g de grano y 177 g de paja. El grano extrajo 1,97; 0,49; 0,38; 0,09 y 0,14 g/planta de N, P, K, Ca y Mg, respectivamente más 5,4; 2,2; 3,75 y 0,52 mg/planta de Fe, Mn, Zn y Cu, respectivamente; mientras que la paja, la cual extrajo más nutrimentos que el grano con excepción del N y P, removió del suelo 1,19; 0,17; 3,87; 1,0 y 0,43 g/planta de N, P, K, Ca y Mg, respectivamente, más 59,2; 25,8; 10,2 y 4,0 mg/planta de Fe, Mn, Zn y Cu.

Extrapolados los resultados a una ha, los rendimientos fueron 20,3 t/ha de biomasa, distribuidos en 9,3 de grano y 11,0 t/ha de paja, con una remoción total de nutrimentos de 199; 41; 265; 69; 36; 4,01; 1,75; 0,84 y 0,28 kg/ha de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn y Cu, respectivamente, del cual el grano extrajo 124; 30; 23; 6; 9; 0,33; 0,14; 0,23 y 0,03 kg/ha de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn y Cu, respectivamente. El orden de remoción total de nutrimentos por el cultivar de arroz CR-1821 fue $K > N > Ca > P > Mg > Fe > Mn > Zn > Cu$. En el grano, el orden fue $N > P > K > Mg > Ca > Fe > Zn > Mn > Cu$.

La paja removió del suelo y puede reciclar, aproximadamente, el 90% del K, Ca, Mn, Fe y Cu; y un 38, 27, 77 y 73% de N, P, Mg y Zn, respectivamente.

Una tonelada de arroz en granza de CR-1821 extrajo 21,4 kg de N, 4,4 kg de P y 28,5 kg de K.

LITERATURA CITADA

- BRICEÑO, J.; PACHECO, R.; GONZALEZ, M.A.; LOPEZ, C. 1984. Métodos analíticos para el estudio de suelos y plantas. San José, Universidad de Costa Rica, Centro de Investigaciones Agronómicas. 136 p.
- MALAVOLTA, E. 1967. Manual de química agrícola; adubos e adubacao. Sao Paulo, Brazil, Ceres. 605 p.
- MURILLO, J.I. 1984. La producción de arroz en Costa Rica In Congreso Agronómico Nacional. (6., 1984, San José). Sesiones de actualización y perspectivas. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos. p. 189-214.
- SANCHEZ, P.A. 1976. Properties and management of soils in the tropic. New York, Wiley & Sons.
- TANAKA, A.; NAVASERO, S.A.; GARCIA, C.V.; PARAO, F.T.; RAMIREZ, F. 1964. Growth habit of the rice plant in the tropics and its effects on nitrogen response. Los Baños, Laguna, Philippines. Int. Rice. Res. Inst. Tech. Bull. 3. 80 p.
- YOSHIDA, S. 1981. Fundamental of rice crop science. The International Rice Research Institute. 269 p.