

## **Efecto de la interacción densidad de siembra-lámina de agua sobre el crecimiento, desarrollo y producción de arroz en época de verano.**

Interaction effect of sowing density-water lamina on rice growth, development and production during the dry season

Orlando Páez N.\*  
Carlos Barrios C.\*

### **Resumen**

Para la época seca, del lapso diciembre 91 abril 92, se efectuó en la zona de Agua Blanca, Edo. Portuguesa, un experimento en una siembra comercial de arroz, con objeto de evaluar el efecto de la interacción de dos densidades de siembra con diversos espesores de lámina de agua que incluyeron el estado de saturación (no inundado) y rangos de 5-10 y 15-20 cm, bajo los cuales se mantuvo el cultivo durante la mayor parte de su ciclo de vida, para así completar las observaciones sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo, iniciadas en el ciclo de lluvias precedente. La prueba incluyó un testigo donde se evaluó la densidad utilizada por el agricultor en condiciones de espesor de lámina no controlada. El trabajo experimental se llevó a cabo mediante un muestreo metodológico secuencial y los resultados obtenidos destacan diferencias significativas para tratamientos (5%). La condición de humedad del suelo en estado de saturación, interactuando con la siembra de 140 y 180 kg/ha de semilla reveló los mejores índices en cuanto al número de plantas, número de hijos productivos y número de paniculas por unidad de superficie; al mismo tiempo que acusan altos rendimientos, con 5.753 y 5.618 kg/ha, respectivamente, para el orden de densidades indicadas. El mantenimiento de lámina de agua superficial alrededor de 10 cms. de espesor, destaca la disminución de los índices de producción señalados, acusando rendimientos de 5.517 y 5.845 kg/ha. cuando se siembran 140 y 180 kg/ha de semilla, respectivamente. Con la utilización de espesores de láminas mayores de 15 cm. se mantiene la disminución de los mismos índices, obteniéndose rendimientos de 4.570 y 5.105 kg/ha respectivamente, a las densidades de 140 y 180 kg/ha. El rendimiento de arroz paddy obtenido en la parcela testigo (6.074 kg/ha), superó al resto de los tratamientos, dado que las condiciones de humedad que prevalecieron en ella para la época seca, sobre todo al inicio

---

Recibido el 04-04-94 .• Aceptado el 27-09-94

\* F.O.N.A.I.A.P. Estación Experimental Portuguesa. Apdo. 102. Acarigua

del ciclo, favorecieron un óptimo establecimiento del cultivo. Para este ciclo de verano todas las expresiones del crecimiento y desarrollo del arroz, inclusive la producción, resultaron superiores en comparación con las obtenidas en las épocas de lluvias. Los resultados obtenidos revelan la factibilidad de lograr óptimos rendimientos de arroz manteniendo un riego bajo condiciones de suelo saturado o con lámina de poco espesor, destacando la incidencia negativa de mantener el cultivo con lámina de mucho espesor.

**Palabras claves:** Arroz, riego, espesor de lámina, densidad de siembra.

### **Abstract**

During the dry period of December 1991-April 1992, an experiment was carried out on a commercial rice crop, located in Agua Blanca, Portuguesa State, to evaluate the interaction between two sowing seed rates and several levels of irrigation, which include saturation (but not flooded); water levels of 5-10 cm and 15-20 cm, conditions under which the rice crop was maintained during large part of its cycle, to complete the observations of growth and crop development, initiated in the preceding rainy season. The experiment included a check, in which the sowing seed rate and uncontrolled levels of irrigation were those used by the farmer. The experiment date was recorded using a sequential sampling methodology; the results obtained indicate statistical difference at (5%) probability for treatments. The moisture content of soil at saturation conditions, interacting with the sowing seed rates of 140 kg/ha and 180 kg/ha indicate the best index in number of plants, number of reproductive tillers and number of panicles per unit surface, as well as high yields, 5.753 kg/ha and 5.618 kg/ha of paddy rice, for the sowing seed rates, 140 kg/ha and 180 kg/ha respectively. The maintenance of an irrigation level close to 10 cm of water, produces diminution on the former production index indicated, rendering yields of 5.517 kg/ha and 5.485 kg/ha of paddy rice, when using sowing seed rates of 140 kg/ha and 180 kg/ha respectively. With the use of irrigation levels higher than 15 cm, the diminution of the former production index is maintained with yields of 4.570 kg/ha and 5.105 kg/ha of paddy rice with sowing seed rates of 140 kg/ha and 180 kg/ha. The yield of paddy rice obtained in the check plot was 6.074 kg/ha superior to all other treatments of the experiment, this was due to the existent condition of humidity in this plot during the dry season specially at the beginning of the crop cycle which favored an optimum establishment of the crop. For the present dry season all the growth and development expressions of the rice crop including yield were higher when compared with those obtained in the rainy season. The results obtained indicate the factibility of rendering optimum yields of paddy rice, with an irrigation that would maintain soil humidity under saturated

conditions or with low irrigation levels, in contraposition to the negative condition of maintaining the rice crop under high levels of irrigation or flooded.

**Key words:** Rice, irrigation, water-lamina, sowing density.

## Introducción

La producción arrocerca durante la estación seca, cuando se dispone de adecuado suministro de agua, resulta generalmente alta dada la circunstancia de una elevada radiación solar y una mejor respuesta a la fertilización nitrogenada (2). De igual manera los procesos de crecimiento y desarrollo del cultivo pueden verse afectados por las elevadas temperaturas del período de verano (4). En relación a las diferentes fases de desarrollo del cultivo el óptimo de temperatura para el arroz varía entre 10-35°C.

Las evaluaciones realizadas en materia de lograr óptimas densidades de siembra en arroz, han considerado el estudio de rangos muy variables (1,3). La siembra de densidades relativamente altas puede considerarse como recurso importante en el manejo integrado de malezas, en asociación con un buen control del agua de riego, cuando la historia del lote indica la existencia de bajas infestaciones con especies nocivas (5).

La obtención de óptimos valores de macollamiento y producción, mediante la siembra de una adecuada densidad, se incluye como una necesidad dentro del diagnóstico sobre el cul-

tivo del arroz en Venezuela, dada la tendencia a sembrar cantidades de semilla en exceso. Así mismo se destaca la conveniencia de una mejor utilización del agua de riego (8).

Sobre las condiciones óptimas de humedad bajo las cuales puedan obtenerse las mejores producciones del cereal, se han realizado evaluaciones en investigaciones foráneas con resultados y recomendaciones diversas (6,9).

Trabajos llevados a cabo en la Estación Experimental Portuguesa (FONAIAP) durante la época de lluvias de 1991, destacan la factibilidad de lograr alta producción arrocerca bajo condiciones de buena saturación del suelo con espesor de lámina de agua superficial muy delgada (7).

El presente trabajo fue realizado para condensar la información referente a la incidencia que en forma conjunta, pueda tener la variación de la densidad de siembra en combinación con diversas formas de manejo de la lámina de agua, en una siembra de arroz comercial en el Estado Portuguesa, durante la estación seca correspondiente al lapso diciembre 1991 - abril 1992.

## Materiales y métodos

El experimento se efectuó en Agua Blanca, Estado Portuguesa,

seleccionándose cuatro parcelas de observación sobre las cuales el pro-

ductor realizó una nivelación utilizando la metodología del rayo laser, lo cual permitió una topografía ideal para el manejo de la lámina de agua. Para precisar el mantenimiento de los valores requeridos se ubicaron sitios de desagüe periféricos mediante los cuales pudiera constatar la altura de lámina deseada. La superficie aproximada de cada una de las parcelas de trabajo fue de 0,8 a 1 hectárea, correspondiendo al mismo sitio donde en el ciclo de lluvias precedentes se realizó un experimento similar (6).

Así, el manejo del agua consideró las siguientes condiciones de riego:

Parcela 1: Suelo saturado, riego de moje, sin lámina (L1)

Parcela 2: Lámina de agua superficial de 5 a 10 cm. (L2)

Parcela 3: Lámina de agua superficial de 15 a 20 (L3)

Parcela 4: Testigo. Sin lámina superficial controlada (L4).

Cada una de estas parcelas se dividieron en dos lotes para sembrar en cada uno de ellos las densidades de 180 y 140 kgs./ha. de semilla. En el caso de la parcela testigo se evaluó la densidad utilizada por el agricultor, equivalente a 140 kg/ha.

La siembra se realizó al voleo, en forma manual, utilizando semilla pregerminada.

La parcela testigo correspondió a una superficie con pobre adecuación de tierras donde la altura de la lámina de agua se mantuvo fluctuante durante el ciclo.

La medida de la lámina de agua superficial se realizó por medio de dos tubos metálicos, graduados, colocados en los extremos de cada una de las parcelas principales sembradas. Este control se realizó durante tres días a la semana, entre las 7 y 8 de la mañana, a partir del 15-01-92, posterior a la aplicación de herbicidas y la fertilización básica. Hasta esa fecha, 20 días después de la siembra, el riego se mantuvo en base a humedecimiento del terreno.

La variedad de arroz sembrada fue Araure-4. Las prácticas agronómicas en control de malezas, fertilización y otros aspectos fitosanitarios relacionados con el manejo en campo fueron iguales para los diferentes tratamientos bajo estudio e igual al manejo del cultivo comercial.

La fertilización se efectuó mediante una aplicación básica de 100 kg/ha de fosfato diamónico mezclados con 150 kg/ha de cloruro de potasio, los cuales se incorporaron después de la aplicación de herbicidas. Posteriormente, a los 35 días de la siembra, en forma manual, se aplicaron 100 kg/ha de úrea, mezclados con 50 kgs/ha de cloruro de potasio. Finalmente a los 60 días se realizó un segundo reabonamiento nitrogenado a base de 100 kg/ha de úrea, aplicados también en forma manual.

El control químico de malezas fue realizado por vía aérea en base a la mezcla de un herbicida preemergente (Oxadiazon 2 lt/ha), un herbicida postemergente (Propanil, 6 lts/ha.), y un hormonal para el control de ciperáceas (actril, 0.25 lt/ha) aplicados en postemergencia tem-

prana, a diez días después de la siembra.

Para recabar la información relativa a las observaciones agronómicas, se adoptó el muestreo sistemático secuencial, mediante el cual se ubicaron en cada subparcela, correspondientes a las densidades de siembra y láminas establecidas, ocho sitios de observación permanente dentro de marcos metálicos provistos de bases fijadoras, con dimensiones de 50 x 50 cm, hechos con cabillas delgadas.

En el caso de la parcela testigo, se fijó una sola batería de ocho puntos de observación, correspondiente a la densidad única de siembra utilizada por el agricultor.

Dentro de cada uno de estos puntos se tomó la información necesaria para evaluar la dinámica poblacional y las características del desarrollo de las plantas a lo largo del ciclo de cultivo para cada tratamiento evaluado. Estas observaciones se hicieron a los 25, 40, 54, 70, 90 y 125 días después de la siembra. Al cosechar se evaluaron los componentes

del rendimiento y la producción de grano.

Para efectos del conteo de población e hijos por unidad de superficie, se tomaron muestras adyacentes (y alternas) a los sitios fijos de observación, extrayendo el material vegetal contenido en un área de 50 x 50 centímetros. En el laboratorio las muestras se lavaron, se disgregaron y se procedió al conteo. Al momento de la cosecha las muestras tomadas correspondieron al material de los sitios permanentes de observación.

El promedio de altura de plantas se realizó en base a cinco muestras por cada punto fijo de observación.

La ubicación de las parcelas en el campo fue similar a la del ensayo instalado en el ciclo de lluvias 91 (6). Para este ciclo de verano la situación de la parcela testigo no confrontó los problemas observados en la época de lluvias cuando la intensidad de las primeras precipitaciones crearon períodos de inundación poco convenientes para el cultivo.

#### Valores de Precipitación, Temperatura Media y Evaporación durante la ejecución del experimento

MES	PRECIPITACION m.m	TEN.MED. °C	EVAPOR. m.m
Diciembre (91)	6.6	27.0	5.0
Enero (92)	8.3	27.2	5.3
Febrero	0.0	28.4	6.4
Marzo	0.0	29.2	7.4
Abril	12.7	29.5	5.4

Durante el ciclo de cultivo, los datos meteorológicos, que pudieran asociarse a los del sitio del ensayo,

correspondieron a la Estación Experimental Portuguesa (FONAIAP).

## Resultados y discusión

En el cuadro 1 se reportan los promedios de las lecturas de láminas superficiales de agua, tomadas los días lunes, miércoles y viernes de cada semana en un período de riego comprendido entre el 15 de enero y el 03 de abril de 1992. Los valores correspondientes a cada día representan la media de las dos lecturas observadas en cada parcela.

Respecto a la parcela 1, donde estuvo previsto el mantenimiento de saturación permanente a lo largo del ciclo desarrollo, se detecta un promedio de 0,4 cms. de espesor de la lámina. Este promedio es consecuencia de las observaciones de algunas lecturas tomadas durante la incorporación del riego ya que la condición de no inundación pudo mantenerse, tal como se destaca en el cuadro de observaciones respectivas. Esto significa que la situación de saturación se logró por un período significativo de tiempo durante el ciclo de cultivo, aparte de que la pequeña lámina de agua calculada para el ciclo se encuentra muy cerca de la condición de saturación planificada.

En la parcela 2 vemos que la lámina promedio se mantuvo muy cerca pero por debajo del límite máximo de 10 cms., requerido para el tratamiento correspondiente, sin embargo, para el período total del riego, los promedios respectivos destacan la permanencia de láminas

ajustadas al rango establecido para esta superficie. Es necesario señalar que las lecturas mayores observadas algunos días en este lote, también se deben, principalmente al efecto de la incorporación del riego en el momento de tomarlas.

Para la parcela 3, el promedio de lámina se mantuvo dentro del rango de 15 a 20 cms., requerido para el tratamiento respectivo, muy cercano al límite inferior del mismo. La observación del comportamiento de la lámina a lo largo del ciclo destaca, sin embargo, que el espesor de la misma durante un mayor período de tiempo, fluctuó dentro de los límites previstos. Los valores observados por debajo de los 15 centímetros tienen su origen en las modificaciones que erróneamente realizó el regador en los sitios de desagüe. No obstante, estas situaciones fueron momentáneas ya que los correctivos necesarios se efectuaron de inmediato a su detección.

Respecto a la parcela 4 se calculó una lámina promedio de 11.3 cms. en el ciclo. Para el período de riego dicha lámina se mantuvo fluctuante entre valores altos y bajos. La condición física de esta área estuvo asociada a una situación de adecuación deficiente de tierras, con irregularidades topográficas acentuadas en su interior; hecho sin embargo que en el presente ciclo de verano

**Cuadro 1. Promedios de lecturas (cms) de los días lunes (L) miercoles (M) y viernes (V) para las diferentes parcelas bajo observación.**

Semanas	Parcela 1 (1)			Parcela 2 (L 2)			Parcela 3 (L 3)			Parcela 4 (L 4)					
	L	M	V	L	M	V	X	L	M	V	X	L	M	V	X
1	-	0.5	0.0	0.3	0.3	9.0	11.8	-	17.0	15.0	16.0	-	3.0	10.0	4.3
2	0.0	0.0	1.0	0.3	5.5	10.2	5.2	12.0	0.0	12.0	8.0	6.5	0.0	11.0	5.8
3	0.0	0.5	0.0	0.3	10.0	7.0	9.0	14.0	14.0	20.0	16.0	9.0	15.0	8.0	10.7
4	0.0	1.0	0.3	0.4	3.5	9.5	9.0	15.0	23.0	17.5	18.5	11.0	14.0	18.0	14.7
5	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	9.0	8.0	13.0	15.5	17.5	15.2	14.0	11.0	9.5	11.5
6	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	10.0	7.7	10.0	10.0	19.0	18.0	11.0	4.0	6.0	7.0
7	0.0	0.8	0.5	0.4	6.0	9.0	8.7	12.0	20.0	14.5	15.5	16.5	11.0	9.0	12.2
8	0.0	0.8	1.0	0.6	10.0	13.0	11.3	15.0	15.0	15.5	15.2	10.0	12.0	12.0	11.3
9	0.8	0.0	1.0	0.6	12.0	9.0	10.3	17.0	13	16.0	15.3	11.0	10.0	8.5	9.8
10	1.0	1.0	0.0	0.7	13.0	9.0	11.0	17.0	11.0	14.0	14.0	19.0	14.5	17.0	16.8
11	1.5	0.0	1.0	0.8	6.0	10.0	9.0	15.0	17.0	15.0	15.7	15.0	16.0	12.0	14.3
12	2.0	0.5	0.5	1.0	15.0	9.0	11.0	18.5	10.0	15.0	16.5	10.0	18.0	18.0	17.3
X	-	-	-	0.4	-	-	9.3	-	-	-	14.9	-	-	-	11.3

aparentemente no afectó el crecimiento y desarrollo del cultivo.

En relación a la presencia de malezas, desde un principio, se observó muy baja y posteriormente a la aplicación de herbicidas se constató una acción de alta eficiencia en su control; de igual manera la residualidad se mantuvo por un largo período. Se ratifica que la presencia de malezas no presentó problema alguno, así como no se observaron manifestaciones de resurgencia. Dadas las características del herbicida preemergente utilizado, pudo constatar un leve efecto fitotóxico sobre el arroz cuya superación se logró mediante el riego de humedecimiento los días posteriores a la aplicación.

En el cuadro 2 se exponen los valores del número de hijos/m<sup>2</sup>, correspondientes a los cinco días después de la aplicación del herbicida (15 días); a los 25-40-54-70 y 90 días

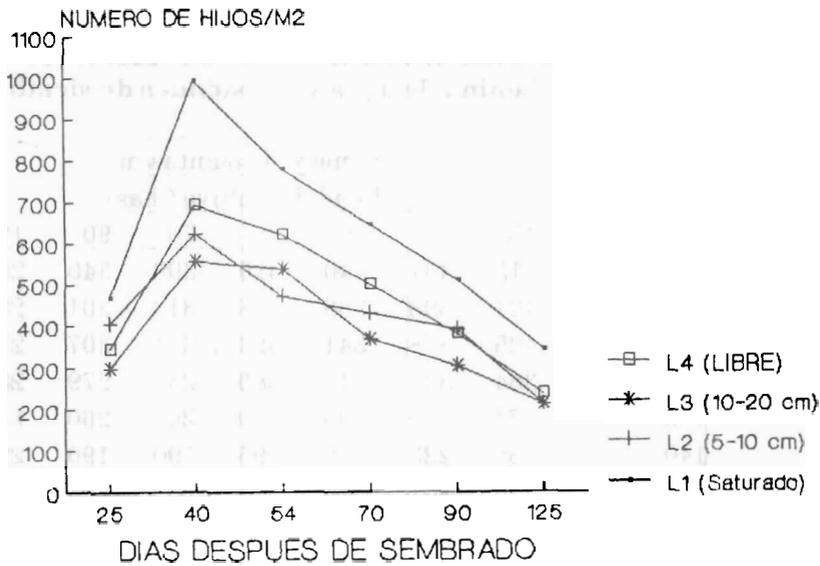
de la siembra y al momento de la cosecha (125 días).

En las figuras 1 y 2, se representa las expresiones de macollamiento, destacándose en ellas la manifestación de máximo ahijamiento alrededor de los 40 días, para la siembra de 180 y 140 kg/ha de semilla, bajo la condición de humedad del suelo en saturación. Los demás tratamientos, mantenidos bajo condiciones de inundación durante un largo lapso del ciclo vegetativo del arroz, observan buen ahijamiento del cultivo pero con valores menores.

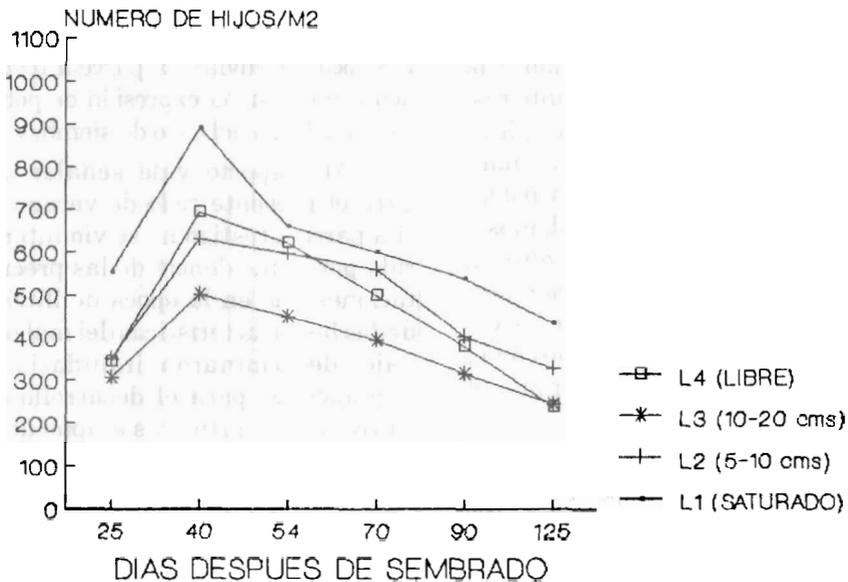
En el cuadro 3 se resumen los valores calculados en relación al número de plantas/m<sup>2</sup>, correspondientes a las mismas etapas consideradas en el conteo del número de hijos. El cálculo de los valores de población y número de hijos se realizó sobre la base de los datos obtenidos en los ocho puntos fijos de observación.

**Cuadro 2. Valores de número de hijos/m<sup>2</sup> a los 15, 25, 40, 54, 70 y 90 días de edad del cultivo para las diferentes condiciones de lámina de agua y densidades de siembra.**

No. parcela	Densidad (Kg/ha)	Número de hijos/m <sup>2</sup>						
		Edad del cultivo (días)						
		25	40	54	70	90	125	
1 (L1)	180	0	468	994	779	645	510	342
	140	0	354	891	660	600	539	435
2 (L2)	180	0	405	622	470	430	390	213
	140	0	350	630	595	559	403	327
3 (L3)	180	0	298	556	537	368	304	213
	140	0	307	502	450	395	316	244
4 (L4)	143	0	345	694	621	500	380	238



**Fig. 1. Número de hijos/M<sup>2</sup> a los 25-40-54-70-90 y 125 de la siembra para los diferentes espesores de láminas de agua y densidad de 180 kg/ha**



**Fig. 2. Número de hijos/M<sup>2</sup> a los 25-40-54-70-90 y 125 de la siembra para los diferentes espesores de láminas de agua y densidad de 140 kg/ha**

**Cuadro 3. Datos de población (plantas/m<sup>2</sup>) a los 15, 25, 40, 54, 90 y 125 días de edad del cultivo para los diferentes condiciones de lámina de agua y densidades de siembra**

N. parcelas Espesor de láminas	densidad (Kg/ha)	número de plantas/m <sup>2</sup>						
		Edad del cultivo (días)						
		15	25	40	54	70	90	125
1 (L1)	180	415	431	440	410	399	340	283
	140	401	398	388	338	313	301	288
2 (L2)	180	425	378	341	323	314	307	275
	140	364	326	310	380	253	279	280
3 (L3)	180	374	340	335	310	264	260	255
	140	285	223	202	195	190	190	220
4 (testigo)	143	338	341	345	317	269	264	258
n.d.s.	(5%)	(119)	(162)	(179)	(158)	(159)	(116)	(58)

Respecto a la escogencia de los períodos señalados podemos decir que a los 15 días de la siembra se logra una buena expresión del parámetro de población para inicios del ciclo de desarrollo; obteniendo a la vez una información importante respecto al posible efecto de la aplicación del herbicida en cuanto al mantenimiento o reducción de la población inicial. Los valores recabados a los 25, 40 y 54 - 70 y 90 días, ofrecen una mejor visión de la evolución posterior del cultivo. Finalmente los valores de población al momento de la cosecha (125 días)\* que culmina el ciclo vegetativo.

El análisis de la expresión de plantas por unidad de superficie, detallada en el cuadro 3, permite detectar que en todas las parcelas la población se mantuvo con valores relativamente altos, con excepción del dato correspondiente a la parcela con lámina de 15-20

cms. (L3) y densidad de 140 kg/ha (220 plantas/m<sup>2</sup>), determinante de diferencias significativas para este parámetro; y contrariamente a lo observado en el experimento similar instalado para la época de lluvias, la parcela testigo acusó muy buena expresión de población a lo largo del ciclo de siembra.

Al respecto vale señalar que para el presente ciclo de verano dicha parcela testigo no se vio interferida por la incidencia de las precipitaciones que en la época de lluvias, dadas las características del mal drenaje, determinaron inundaciones perjudiciales para el desarrollo del cultivo en las primeras etapas de su establecimiento. Se reitera que en la presente época seca, a pesar de que a la parcela testigo llegaban las aguas provenientes de parcelas precedentes, no manifestó los problemas de encharcamiento observados en la época de lluvias; y por el con-

\* Aportan una información precisa del porcentaje de plantas

trario, en las etapas iniciales esta parcela se mantuvo en muy buenas condiciones de humedad.

Contajes posteriores a los 15 días detectan en algunas parcelas, incrementos de población; esta situación puede explicarse en función de que para el primer contaje no se consideraron algunas plántulas que para ese momento estaban en formación inicial, las que luego incrementaron la población total.

También puede señalarse que la aplicación de herbicidas, a pesar de haber causado síntomas leves de fitotoxicidad, no tuvo alguna incidencia en la disminución de plantas por unidad de superficie en los días inmediatos. Pudo constatarse que en forma similar a lo observado en el ciclo de lluvias la dinámica poblacional a partir de los 25 días, se vio afectada por una constante disminución de este parámetro y así para el momento de la cosecha los tratamientos considerados acusaron una drástica reducción en relación a la máxima expresión de plantas por unidad de superficie observada en un principio.

La disminución de plantas por unidad de superficie, entre otros aspectos, se explica por el efecto de competencia entre plantas dentro del cultivo mismo. Para el presente ciclo de verano la observación de las diferentes densidades de siembra revela que esta reducción de la población alcanza niveles de 32 y 28% con la utilización de 180 y 140 kgs/ha, respectivamente, bajo condiciones de suelo saturado. Para la condición de inundación, manteniendo una lámina de agua alrededor de 10

cms., la reducción de población se manifiesta en 35 y 23% en el mismo orden anterior de las densidades evaluadas. En relación a la lámina de inundación de 15 a 20 cms., la comparación de las densidades acusa una reducción de población de 32 y 23% respectivamente, para la siembra de 180 y 140 kgs/ha de semilla. En la parcela testigo se observa el menor índice de reducción de la población inicial (24%). En las figuras 3 y 4 se aprecia la representación de estos valores.

La apreciación de los valores porcentuales anteriores manifiestan que la disminución de población tiende a ser mayor en condiciones de siembra de alta densidad.

En líneas generales y en comparación con los resultados observados en el período de lluvias, los porcentajes de reducción de población, en promedio, son menores en la época seca.

Respecto a la altura de plantas, las observaciones respectivas permiten evaluar la velocidad de crecimiento en cada una de las condiciones estudiadas. En el cuadro 4 se observan los valores de altura de plantas obtenidas a los 15-25-40-54-70 y 90 días después de la siembra.

La evaluación del crecimiento de las plantas durante el ciclo de cultivo reveló un desarrollo armónico del tamaño de la población, independientemente de la condición de humedad y la densidad de siembra utilizada. Podría señalarse sin embargo, que hacia los 54 y 70 días después de la siembra se observa una altura mayor en las plantas medidas en la parcela con mayor espe-

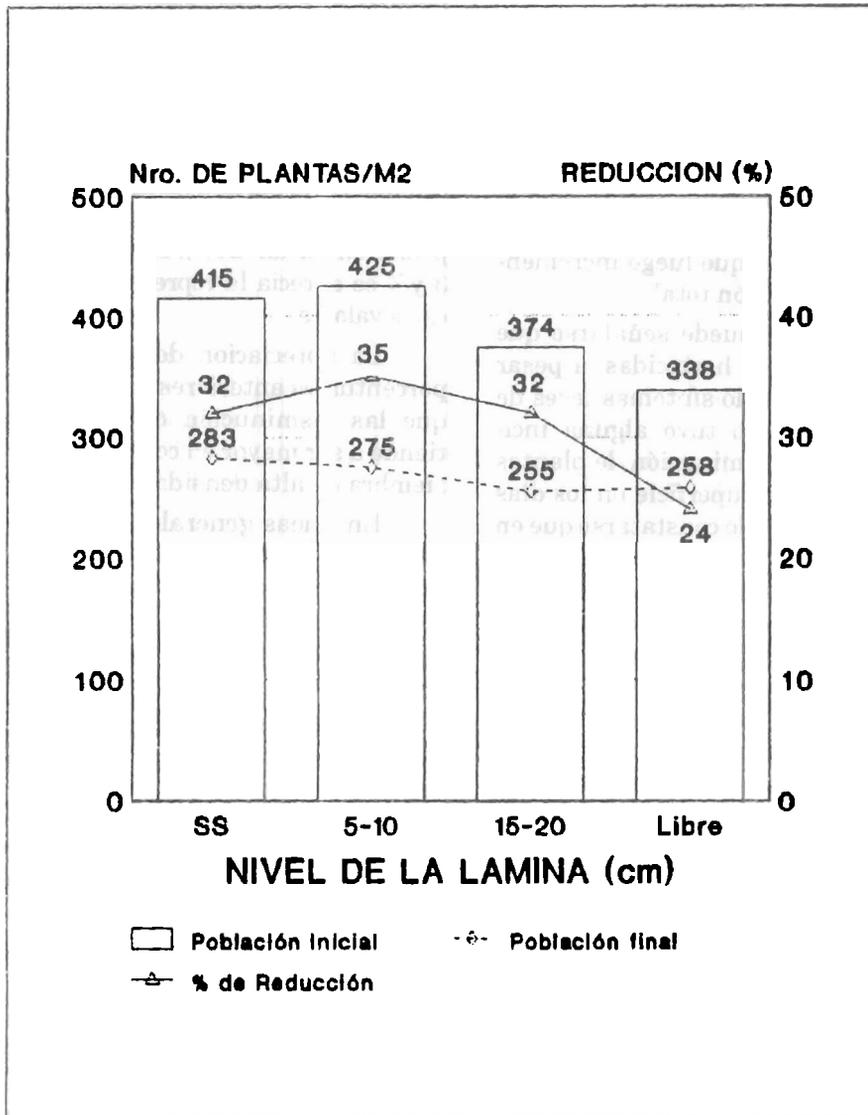
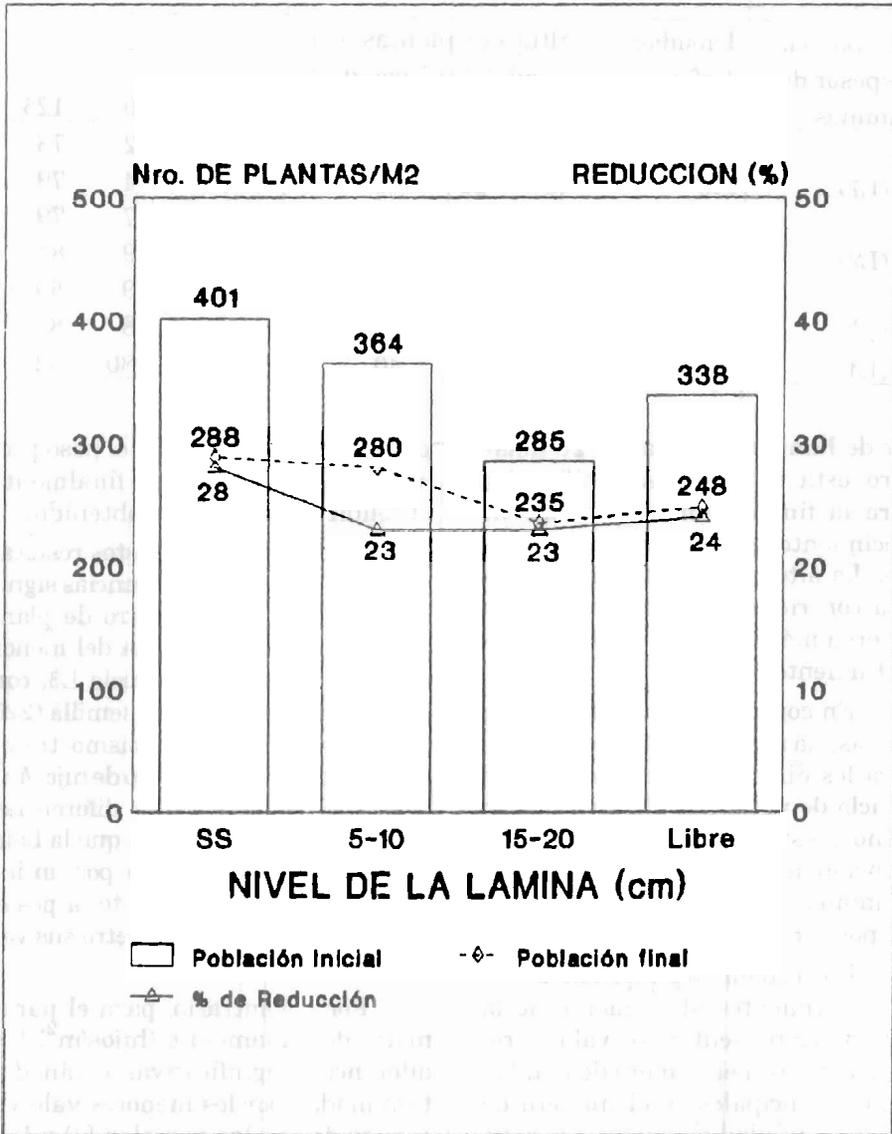


Fig. 3. Población inicial y final (plantas/ha) y porcentaje de reducción, en relación a la lámina de agua. Densidad de siembra: 180 kg/ha.



**Fig. 4.** Población inicial y final (plantas/ha) y porcentaje de reducción, en relación a la lámina de agua. Densidad de siembra: 140 kg/ha.

**Cuadro 4. Promedios de altura de plantas en diferentes etapas del cultivo**

No. parcela	densidad (kg/ha)	altura de plantas (cm)						
		Edad del cultivo (días)						
Espesor de láminas		15	25	40	54	70	90	125
	180	15	22	39	45	62	72	78
1 (L1)	140	13	23	40	46	62	74	79
	180	14	21	42	47	66	77	79
2 (L2)	140	14	23	44	53	67	79	81
	180	13	23	42	56	68	79	80
3 (L3)	140	15	23	44	54	69	78	81
4 (L4)	143	15	20	40	40	66	980	82

sor de lámina de agua (15-20 días); pero esta situación se uniformiza para la finalización del período de crecimiento, en las parcelas inundadas. La altura de plantas en la parcela con riego de suelo saturado se observa más baja que el resto de los tratamientos.

En comparación con el ciclo de lluvias. La altura final de las plantas para los diferentes tratamientos en el ciclo de verano se observa mucho menor; esto podría explicarse en atención a la mayor capacidad de ahijamiento que ofrece el cultivo en la época seca.

En el cuadro 5 para cada uno de los tratamientos al momento de la cosecha se presentan los valores relacionados con el número de plantas (tallos principales) y el número de hijos por unidad de superficie, cuya suma nos proporciona el número total de tallos por metro cuadrado. Se incluye para cada condición de siembra el cálculo de número de hijos productivos, el número de paniculas

por unidad de superficie, el peso promedio de las paniculas y finalmente el rendimiento unitario obtenido.

La observación de estos resultados permite detectar diferencias significativas para el parámetro de plantas/m<sup>2</sup>, como consecuencia del menor valor calculado en la parcela L3, con densidad de 140 kg/ha de semilla (220 plantas/m<sup>2</sup>). Para este mismo tratamiento, respecto al número de hijos/m<sup>2</sup> (244), no se manifiestan diferencias significativas, y ello indica que la baja población fue compensada por un incremento del macollamiento, a pesar de no alcanzar este parámetro sus valores óptimos.

Por el contrario, para el parámetro de ahijamiento (hijos/m<sup>2</sup>) las diferencias significativas están determinadas por los menores valores observados en las parcelas L2 y L3, con densidad de siembra de 180 kg/ha (213 hijos/m<sup>2</sup>). Respecto a esta situación se plantea la incidencia de la mayor densidad, en interacción con la mayor inundación, como facto-

**Cuadro 5. Datos correspondiente al macollamiento, rendimiento de arroz Paddy y otros valores obtenidos al momento de la cosecha en cada una de las condiciones de riego y densidades evaluadas.**

Parc.	Den.	Planta	Hijos	Total	Hijos	PanicNo	Pes. x	Rendim.
	Kg/ha	No/m <sup>2</sup>	No/m <sup>2</sup>	Tall. No/m <sup>2</sup>	Product. No/m <sup>2</sup>			
1 (L1)	180	283	342	625	129	412	1.36	5.618
	140	288	435	723	96	384	1.50	5.753
2 (L2)	180	375	213	513	61	336	1.63	5.485
	140	385	327	632	53	333	1.66	5.517
3 (L3)	180	255	213	468	23	278	1.83	5.105
	140	220	244	464	50	270	1.69	4.570
4 (L4)	143	258	238	496	67	325	1.87	6.074
n.d.s	(5%)	(58)	(204)	(244)	(84)	(126)	(0.43)	(1.185)

res interferentes sobre la capacidad de macollamiento.

En relación al número total de tallos/m<sup>2</sup> las diferencias significativas son determinadas por los bajos valores obtenidos en la parcela 3, en la que se obtuvieron 468 y 464 tallos/m<sup>2</sup> para 180 y 140 kg/ha respectivamente. Este hecho confirma que en el caso de la siembra de 180 kg/ha (L3), el grosor de la lámina interfirió negativamente en una mejor expresión del macollamiento. En relación a la densidad de 140 Kg/ha (L3) puede indicarse que a pesar del incremento del macollamiento, este no compensó plenamente la baja población del tratamiento (220 plantas/m<sup>2</sup>), a lo que se auna, lógicamente, el efecto del grosor de la lámina (15-20 cms).

Para el presente ciclo de verano se destaca la superior capacidad de macollamiento de las plantas (hi-

jos/m<sup>2</sup>) en comparación con el ciclo de lluvias (6); sin embargo la proporción de vastagos que finalmente desarrollan panículas (hijos productivos) se manifiesta bastante baja. Al respecto se indica que para el factor de número de hijos/m<sup>2</sup>, la diferencia significativa fue pautaada por el valor obtenido en la parcela L3, sembrada con 180 kg/ha, donde de 213 hijos detectados al momento de la cosecha sólo 23 presentaron panículas.

El número total de hijos por unidad de superficie tiende a ser mayor cuando la humedad del suelo se mantiene en estado de saturación. En esta parcela (L1) los valores porcentuales de hijos productivos se mantuvieron en 38 y 22% para las densidades de 180 y 140 kgs/ha respectivamente.

En comparación con la situación precedente, se observa que en las parcelas inundadas la reducción

de la capacidad de formación de hijos productivos se acentúa mucho más. En la parcela L2, donde la lámina de agua se mantuvo alrededor de los 10 cms. de espesor, los porcentajes de hijos productivos alcanzaron valores de 29 y 16% para las densidades de 180 y 140 kgs/ha respectivamente. En la parcela L3, con lámina de agua entre 15 y 20 cms, los porcentajes de hijos productivos fueron de 11 y 20% para el mismo orden de densidades señaladas. En la parcela testigo los vástagos en producción acusaron un valor de 28%. En las figuras 5 y 6 se presenta la variación absoluta de estos valores. Puede costatarse en ellas que el número total de hijos produc-

tivos para las diferentes condiciones de humedad y densidad de siembra es muy superior al obtenido en la época de lluvias, bajo las mismas circunstancias de trabajo.

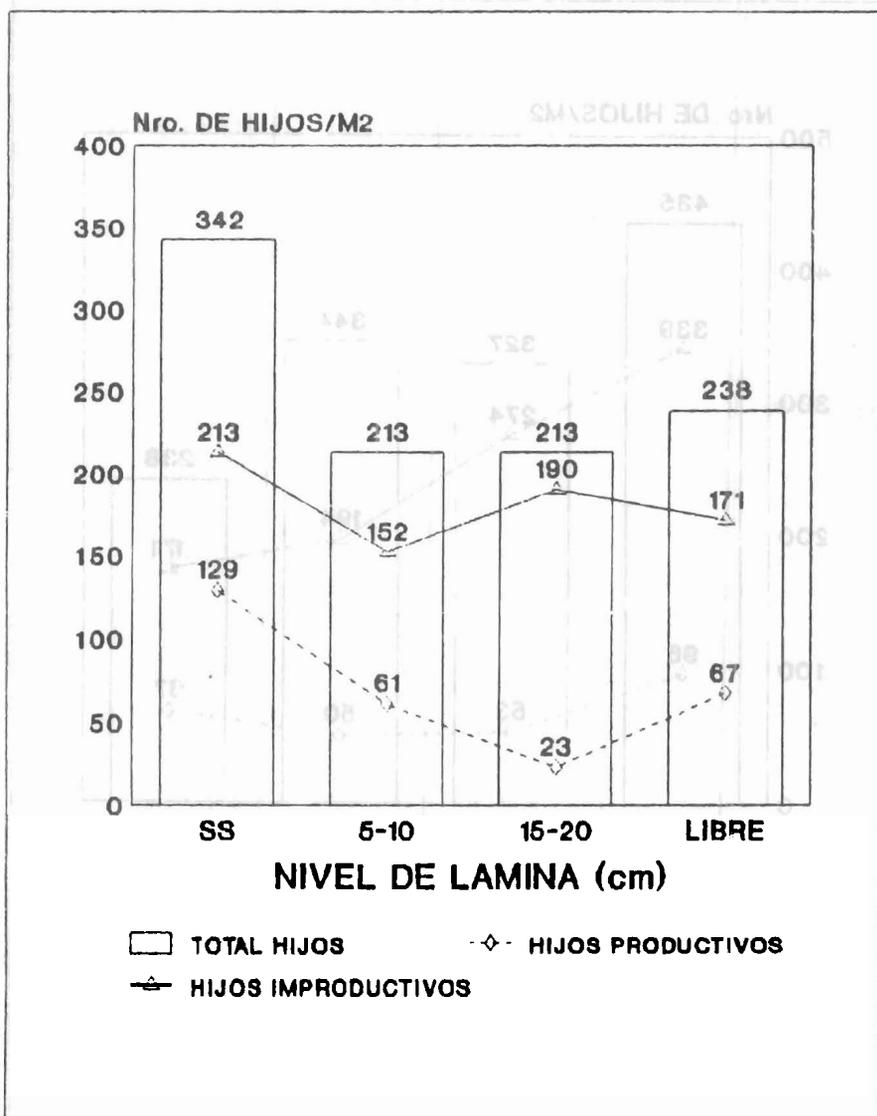
A pesar de haber referido anteriormente los bajos índices porcentuales de hijos productivos detectados en esta época seca, debe destacarse que la aplicación de estos índices al gran volúmen de tallos totales producidos por unidad de superficie, se traduce en un elevado y significativo número de vástagos con panicula, superior a los obtenidos en la época lluviosa. En los cuadros 6 y 7 se reseñan los valores porcentuales de hijos productivos e improductivos

**Cuadro 6. Expresión porcentual de hijos productivos e improductivos detectados en cada tratamiento. Densidad de siembra: 180 kg/ha. Estado Portuguesa. Verano 1992.**

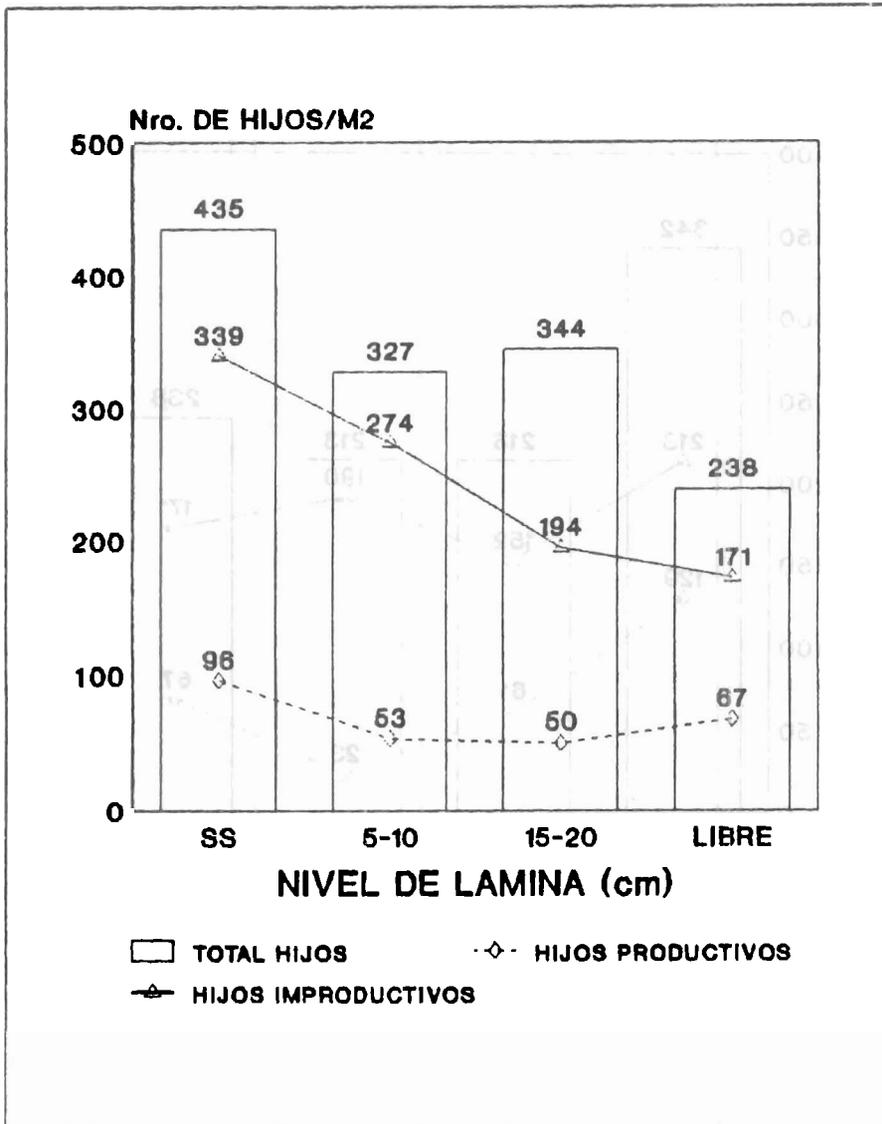
Lámina	Relación porcentual	
	% hijos productivos	% hijos improductivos
SS	38	62
5-10	29	71
15-20	11	89
Libre	28	72

**Cuadro 7. Expresión porcentual de hijos productivos e improductivos detectados en cada tratamiento. Densidad de siembra: 140 kg/ha. Estado Portuguesa. Verano 1992.**

Lámina	Relación porcentual	
	% hijos productivos	% hijos improductivos
SS	22	78
5-10	16	84
15-20	20	80
Libre	28	72



**Fig. 5. Relación de valores absolutos para el total de hijos productivos improductivos detectados en cada tratamiento. Densidad de siembra: 180 kg/ha. Estado Portuguesa, Verano 1992**



**Fig. 6.** Relación de valores absolutos para el total de hijos productivos improductivos detectados en cada tratamiento. Densidad de siembra: 140 kg/ha. Estado Portuguesa, Verano 1992

detectados para las diferentes condiciones de humedad y densidades de siembra consideradas en el estudio.

En atención al número de panículas por unidad de superficie, el análisis estadístico revela diferencias significativas para tratamientos, determinadas por los bajos valores obtenidos en la parcela L3, con ambas densidades de siembra. Para la condición de humedad de suelo, el estado de saturación acusa los valores más altos en comparación con las situaciones de inundación evaluadas. Al respecto se observa una sostenida disminución en la medida que aumenta el espesor de la lámina de inundación. En la misma medida esta relación se manifiesta para condición de humedad, con la utilización de la más alta densidad de siembra, sobre todo en condiciones de suelo saturado. Los índices más bajos de panículas por metro cuadrado se detectan manteniendo una lámina de inundación de 15 a 20 cms. de espesor. Por el contrario el más alto índice de este parámetro se reporta con la humedad en condiciones de saturación y la siembra de 180 kgs/ha.

Otro aspecto importante lo constituye el análisis del peso promedio de granos por panícula. Los valores correspondientes reflejan que, al margen de la influencia directa que puedan tener el estado de humedad del suelo y la densidad de la siembra en el peso final de la panícula, este valor se encuentra asociado al número de panículas por unidad de superficie al momento de la cosecha. Respecto a este parámetro las diferencias significativas de-

tectadas responden a los valores obtenidos en las parcelas L3, con siembra de 180 y 140 kg/ha.

Puede indicarse que el peso por unidad de panícula se manifiesta más bajo donde la población de estas es más alta. Es el caso de la parcela L1, con riego de saturación y densidad de siembra de 180 kg/ha. Así, en la medida que el número de panículas decrece se observa un incremento de peso en cada unidad de estas; con excepción de la parcela testigo que manifiesta un relativamente elevado número de panículas por unidad de superficie. Es importante considerar en torno a este factor lo referente a la obtención de valores óptimos en cuanto al número de panículas por unidad de superficie y al peso que estas logran alcanzar.

En atención a los rendimientos que arrojan los diferentes tratamientos vale destacar que para este factor el análisis estadístico revela diferencias significativas dada la baja producción obtenida en la parcela L3, con la densidad de 140 kg/ha.

Para este ciclo de verano las condiciones de incorporación de agua en la parcela testigo resultaron muy favorables para la obtención de altos rendimientos, ya que no tuvo lugar el mantenimiento de inundaciones perjudiciales durante la etapa de establecimiento del cultivo.

Bajo condiciones de saturación y con el mantenimiento de láminas entre 5 y 10 cms. los rendimientos resultaron muy satisfactorios y solo para el riego con lámina muy gruesa (15-20 cms.) pudo observarse una drástica disminución de la producción.

## Conclusiones

Para el período de verano las expresiones de crecimiento y desarrollo del arroz manifiestan escalas de valores más altos en comparación con el ciclo de lluvias. Particularmente la característica de macollamiento se presenta con mayor frecuencia.

Los resultados de las observaciones agronómicas realizadas manifiestan tendencias de importancia en relación al comportamiento del arroz al ser manejado bajo condiciones específicas de densidades de siembra y diferentes espesores de lámina de agua durante el período seco.

Para cualquier condición de humedad y densidad de siembra la dinámica del desarrollo del arroz, a lo largo de su ciclo, manifiesta un ajuste natural de su población y no necesariamente un mayor número de plantas por unidad de superficie se obtienen mediante la siembra de mayores densidades. Respecto a la evaluación poblacional, la siembra de 140 y 180 kg/ha no ofrecen diferencias para los factores evaluados, por lo tanto, desde el punto de vista económico se mantiene la primera densidad como la más favorable para el logro de una población óptima y de buen desarrollo al momento de la etapa reproductiva del arroz.

En fase avanzada de desarrollo el total de tallos, y principalmente la característica de macollamiento, es mayor cuando el arroz ha crecido

bajo condiciones de riego de saturación o de la lámina de agua superficial de poco espesor, destacándose que bajo estas condiciones es donde el número de hijos productivos alcanza los valores más elevados. Con láminas de gran espesor se aprecia una reducción del número total de hijos por unidad de superficie, siendo la proporción de vástagos productivos también mucho menor. Esta situación indica que en la medida que se incrementa el espesor de la lámina superficial, los hijos productivos por unidad de superficie tienden a ser menores.

A pesar de la excelente expresión del macollamiento cabe recalcar que, con relación al número total de hijos, la porcentualidad de estos que llegan a desarrollar paniculas es muy baja para el período de verano.

El número de paniculas por unidad de superficie, componente importante del rendimiento acusa los valores más altos cuando el suelo se mantiene en estado de humedad de alta saturación o con lámina de agua de menor grosor (5-10 cms.). Bajo estas condiciones, asociadas con la siembra de 140 kg/ha de semilla, puede lograrse un mayor número de paniculas/m<sup>2</sup> y una mayor producción de arroz paddy. El manejo del cultivo en condiciones de lámina de agua de gran espesor afecta drásticamente la producción arrocerca.

## Literatura citada

1. Cheaney, R. y P. Sánchez N. 1972. Comparación de densidades de dos cultivares de arroz en condiciones óptimas. Conferencia de investigadores de arroz de América Latina. CIAT. Cali, Colombia. Mimeografiado. 9 pp.
2. De Datta, S. K. 1986. Producción de Arroz. Fundamentos y prácticas. Ed. Limusa. México, D.F. pp. 341-394.
3. Fedearroz. 1987. Investigación en arroz 1986-1987. Agronomía. Cap. 3. Editorial Presencia. Bogotá, Colombia, pp. 111-171.
4. Fernández, F; B.S. Vergara, N. Yapit y O. García. 1985. Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz. En: Eugenio Tascan y Elías García D. (Ed.) Arroz: Investigación y Producción. CIAT. Cali, Colombia. pp 83-111.
5. Fischer, A; A. Ramírez, L.R. Sanini, J. C. Guerra y W. Martínez. 1992. Metodología de Evaluación de pérdidas de rendimiento en arroz para el manejo económico de malezas después de la emergencia. CIAT, Cali. Colombia. Mimeografiado. 26 pp.
6. Ortega, H. 1975. Riego y drenaje en arroz. En: Curso de arroz, 2da. parte. Federación Nacional de Arroceros. Bogotá, Colombia, pp. 121-124.
7. Páez N. O; C. Barrios C. 1991. Influencia de la interacción densidad de siembra - lámina de agua sobre el crecimiento. Desarrollo y producción de arroz en época de lluvias. FONAIAP. Acarigua, Venezuela. Mimeografiado. 38 pp.
8. Páez, O; H. Nass, H.A. Rodríguez, otros. 1989. Situación del cultivo del arroz en Venezuela. En: FONAIAP - FUDECO - APROCELLO - APROSELLAC - CIAT. Acarigua, Venezuela. 143 pp.
9. Tascón, J, E. 1985. Requisitos de agua y métodos de riego en el cultivo de arroz. En: Eugenio Tascón y Elías García D. (Ed.). Arroz: Investigación y Producción. CIAT. Cali, Colombia, pp. 401-415.