

CARACTERIZACIÓN DE POBLACIONES DE ARROZ ROJO Y VARIEDADES DE ARROZ EN VENEZUELA¹

Aída Ortiz Domínguez², Luis López³, Jon Lizaso⁴ y José V. Lazo⁵

RESUMEN

Para contribuir al conocimiento de la biología del arroz rojo (AR) en Venezuela, se estableció un ensayo sobre caracterización de AR y variedades de arroz, *Oryza sativa* L., en la Facultad de Agronomía-UCV, estado Aragua, Venezuela. Se seleccionaron 5 poblaciones de AR identificadas como: Barinas, Portuguesa 1, Portuguesa 2, Cojedes y Calabozo, comparándose con 5 cultivares de arroz: Cimarrón (Tainung Sen 18 = Chianung Sen Yu 23), FONAIAP (P4070F3-3-RH3-7-1BA), Araure 4 (P2217F4-30-41B), Araure 1 (P849-45-1M-40-4-3-1M) y CT-15 (CT8008-16-24-2P-1M1-3P). El diseño experimental fue completamente aleatorizado con 3 repeticiones, realizándose un muestreo sucesivo destructivo cada 7 días, a partir de los 21 después de la siembra (dds). Las poblaciones de AR y cultivares de arroz, se sembraron individualmente en potes conteniendo 5 kg de suelo, dejando 4 plantas por unidad experimental. Los resultados revelaron que las poblaciones de AR a los 45 dds mostraron mayores valores que las variedades en: desarrollo de área foliar, acumulación de biomasa aérea, altura de planta, biomasa de raíces, longitud radical (LR), superficie, volumen y densidad radical. La única excepción fue la variedad Araure 1, cuya LR fue similar a algunas poblaciones de AR. En el análisis de los índices fisiológicos se encontró que las variedades presentaron un patrón del índice de crecimiento relativo, índice de asimilación neta, y razón de área foliar más homogéneo que los AR, pero con valores similares. Araure 4, Araure 1 y Cimarrón mostraron mayor conversión de número y peso de las semillas por unidad de biomasa producida que los AR y ZETA 15 y FONAIAP 1.

Palabras Claves: Arroz, *Oryza sativa* L., desarrollo aéreo, desarrollo radical.

¹ Trabajo financiado por CDCH-UCV, CONICIT, Fundacite Aragua

² Profesora Agregado de la Facultad de Agronomía (FAGRO). Universidad Central de Venezuela (UCV). Instituto de Agronomía. Maracay. Aragua. Venezuela. E-mail: ortiza@agr.ucv.ve

³ Vicepresidente Fundación de Servicio para el Agricultor (FUSAGRI). C/C Parque Aragua, oficina N° 48. Maracay. Aragua. Venezuela. 58-16-6469391. E-mail: fusagri@reacciun.ve

⁴ University IOWA-USA E-mail: lizaso@iastate.edu

⁵ Profesor Titular de la Facultad de agronomía- UCV. Instituto de Botánica. Maracay. Aragua. Venezuela

INTRODUCCIÓN

El arroz, *Oryza sativa* L., después del maíz, es el segundo cultivo de importancia económica dentro del rubro de los cereales en el país, contribuyendo en el año 2000 con 646 548 t que fueron cosechadas en 131 946 ha, con un rendimiento promedio de 4 900 kg/ha (MPC, 2001). El cultivo del arroz en Venezuela según señala el Ministerio de Producción y Comercio (MPC, 2001), está ubicado en Calabozo-Guárico con un aporte del 40,75 % de la producción nacional, Portuguesa (50,22 %), Cojedes (8,60 %), Barinas (0,38 %) y Bolívar (0,05 %).

El cultivo del arroz en el país podría expresar un rendimiento superior al promedio nacional, si se mejora el manejo agronómico aplicado al cultivo, principalmente evitando la interferencia de malezas con el cultivo.

El arroz rojo (AR) se considera una maleza nociva porque además de competir con el cultivo por agua, luz y nutrimentos, pertenece al mismo género que el arroz (*Oryza*). Sus semillas presentan latencia escalonada y se desgrana prematuramente, características que le permiten contrarrestar los medios químicos y/o mecánicos utilizados para el control de malezas (Craigmiles, 1986; Peña, 1999; Lanz, 1979).

El mecanismo de escape del AR se complementa con la presencia de la enzima arilacidamilasa en plántulas de AR, la cual degrada la molécula de propanil, herbicida más utilizado en el cultivo de arroz para controlar malezas gramíneas, reduciendo considerablemente las posibilidades de control químico de esta maleza (Smith, 1991). De manera similar, el AR no es controlado por otros herbicidas gramínicidas comúnmente utilizados en las siembras de arroz (Lanz, 1979).

El AR se caracteriza por presentar el pericarpio rojo, y por tener glumas de color negro, marrón o pajizo. Además de ello, se diferencia del arroz cultivado por sus

hojas verde claro, mayor altura de planta (AP), panículas largas y laxas, y sus semillas son fácilmente desgranables (Ortiz, 1998; Dunand 1988).

Existe variabilidad genética entre las poblaciones de AR. En Louisiana (EEUU), se han descrito 2 ecotipos de AR: glumas negras con aristas y glumas doradas, por lo general no es aristado (Griffin *et al.*, 1986). En Colombia describieron 16 agrupándolos en pipones, rayones, mechudos y varietales (Montealegre, 1991). También existen poblaciones de AR con mayor capacidad de acumulación de materia seca, AP, capacidad fotosintética, índice de asimilación neta (IAN) e índice de crecimiento relativo (ICR) que las variedades *Oryzica 1* y *Oryzica Llano 5* (García y Regino, 1995).

En Venezuela se han descrito diferentes poblaciones de AR, denominándolos por su zona de colección en Barinas, Cojedes, Calabozo y Portuguesa, seguido de una numeración secuencial y se han agrupado en 3 especies del complejo AR *Oryza sativa* (65%), *O. rufipogon* (34 %) y *O. latifolia* (1%) (Ortiz, 1997; Peña, 1999).

El objetivo del trabajo de investigación fue evaluar algunas características morfofisiológicas e índices de crecimientos de algunas poblaciones de AR y variedades de arroz en Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento sobre caracterización de AR y variedades de arroz se estableció, en invernadero bajo condiciones no-interferencia, en la Facultad de Agronomía-UCV, Maracay, estado Aragua.

Se utilizaron 5 poblaciones de AR que se identificaron como: Barinas, Portuguesa 1, Portuguesa 2, Cojedes y Calabozo y 5 cultivares de arroz: Cimarrón (Tainung

Sen 18 = Chianung Sen Yu 23), FONAIAP (P4070F3-3-RH3-7-1BA), Araure 4 (P2217F4-30-41B), Araure 1 (P849-45-1M-40-4-3-1M) y CT-15 (CT8008-16-24-2P-1M1-3P).

La siembra se realizó en potes que contuvieron 5 kg de suelo esterilizado, en los cuales se sembraron semillas pregerminadas. Se mantuvo una lámina de agua de 5 cm en los potes, cuando el AR y variedades mostraron la etapa de máximo macollamiento hasta granos pastoso. La fertilización se realizó con 1,2 g/pote de 12-24-12 a los 12 días después de la siembra (dds) y 0,67 g urea/pote a los 30 dds y 50 dds. El diseño experimental estuvo completamente aleatorizado con 3 repeticiones, aplicándoles a los datos un análisis de varianza y prueba de rango múltiple de Duncan.

Las variables evaluadas fueron los siguientes:

Área foliar (AF) por planta: Se determinó con el equipo LI-COR (LI-3000A) cada 7 dd de los 21 dds hasta los 70 dds.

Biomasa de la parte aérea y raíces (BA y BR): Consistió en secar las partes aéreas y radicales en estufa por 72 horas y luego se pesar en una balanza de precisión, cada 7 dd de los 21 dds hasta los 70 dds.

Altura de la planta (AP): partió de medir desde la base de la planta hasta el ápice de la hoja más larga.

Longitud radical (LR): Se midió la LR, contando las intersecciones, horizontales y verticales, de las raíces completamente expandidas en una cuadrícula estimando dicha LR con la siguiente fórmula: $L = 11/14 \times 1\text{cm} \times \text{Número de intersecciones}$ (Tennant, 1975), a los 70 dds.

Volumen radical (VR): Basado en el volumen de agua desplazado al introducir las raíces en cilindro graduado con un volumen inicial conocido (Tennant, 1975), a los 70 dds.

Superficial radical (SR): Se calculó utilizando la fórmula siguiente: $S = 3,14 \times d \times L$, donde $d = (4 \times V/3,14 \times L)^{1/2}$ (Tennant, 1975), a los 70 dds.

Densidad de raíces (DR): Se relacionó la LR con el volumen de suelo ocupado por las raíces de cada genotipo.

Los índices de crecimiento: ICR, IAN y la razón de área foliar (RAF), se estimaron usando las fórmulas propuestas por Hunt (1982).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desarrollo aéreo

Área foliar

Antes de los 42 dds el AF entre variedades y AR fue estadísticamente similar, mientras que después de ésta fecha se observó una tendencia de los AR a mostrar mayor AF que las variedades. A los 70 dds las poblaciones de AR Barinas y Calabozo exhibieron mayor AF que Cojedes, Portuguesa 1 y Portuguesa 2. Araure 4, Araure 1 y ZETA 15, tuvieron mayor AF que Cimarrón y FONAIAP 1 (Figura 1).

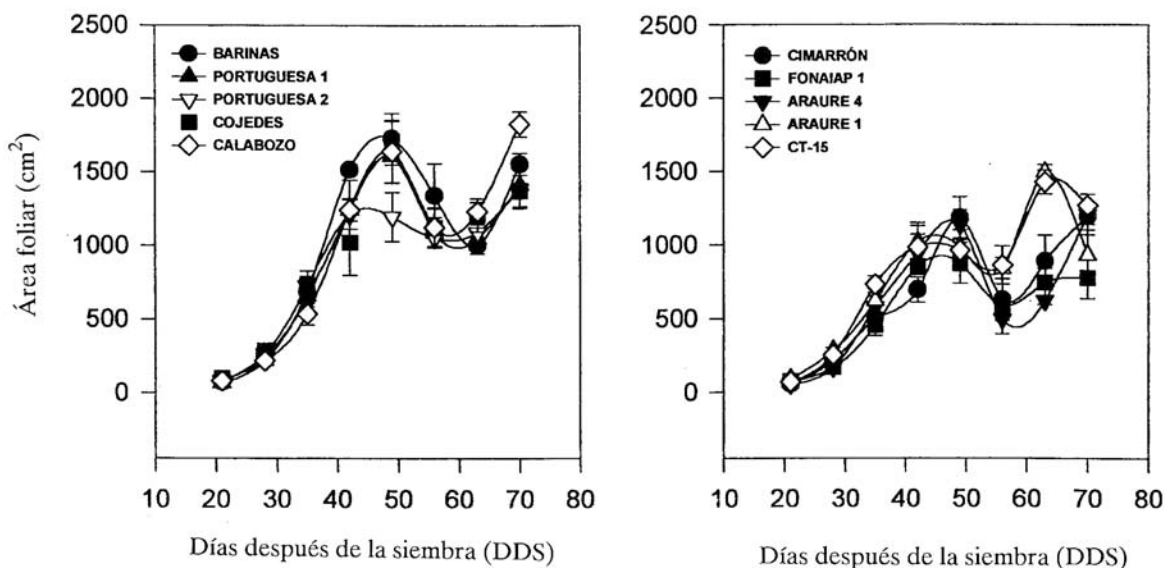


Figura 1. Evolución del área foliar (cm²) a los 21, 28, 35, 42, 56, 63 y 70 dds de poblaciones de arroz y variedades de arroz.

Contrariamente a lo reportado en este trabajo, Diarra *et al.*, (1985), no encontraron diferencias en AF a los 70 días después de la emergencia (dde), entre las poblaciones de AR (pajizos y negros de Arkansas, Texas y Louisiana) y las variedades Lebonnet y Nortai. Sin embargo, Montealegre y Vargas (1991), señalaron diferencias entre 2 poblaciones de AR y la variedad Oryzica 1, en Colombia.

Biomasa aérea

Similar al AF a partir de los 42 dds se observó mayor BA en los AR que en las variedades. Después de los 63 dds todas las poblaciones de AR mostraron valores similares de BA, sin embargo a los 70 dds la variedad ZETA 15 mostró mayor peso seco (Figura 2).

A los 70 dds, los AR tuvieron más del doble (52,78 %) de BA que las variedades Cimarrón, FONAIAP 1, Araure 4 y Araure 1, mientras que con ZETA 15, el incremento fue de 33,33 % (Figura 2). La mayor BA alcanzada por los AR quizás se deba a la mayor AP y AF mostrada por las plantas en comparación con las variedades, tal como se muestran en las Figuras 1 y 3.

Estos resultados coinciden con los de Kwon *et al.*, (1992), quienes encontraron que el AR mostró mayor BA, entre los 40 a los 80 dde, que las variedades de arroz Newbonnet y Lemont. Igualmente Diarra *et al.*, (1985), encontraron que los AR de glumas negras y pajizas tuvieron mayor BA que Nortai y Lebonet.

Altura de planta

Los AR fueron más altos que las variedades de arroz a partir de los 42 dds, lapso donde la prueba de medias los separó en dos grupos bien definidos. Dentro del grupo de la maleza se encontró que la población con menor AP fue Portuguesa 1, mientras que en las variedades la mas pequeña fue FONAIAP 1

(Figura 3). Kwon *et al.*, (1992), en Arkansas, USA, observó que el AR fue más alto que Lemont y Newbonet.

La mayor AP observada en el arroz probablemente lo hace más competitivo por luz que las variedades de arroz, igualmente estos resultados sugieren que debe realizarse el control de AR antes de que el rojo se haga más alto que las variedades para evitar pérdidas de rendimientos.

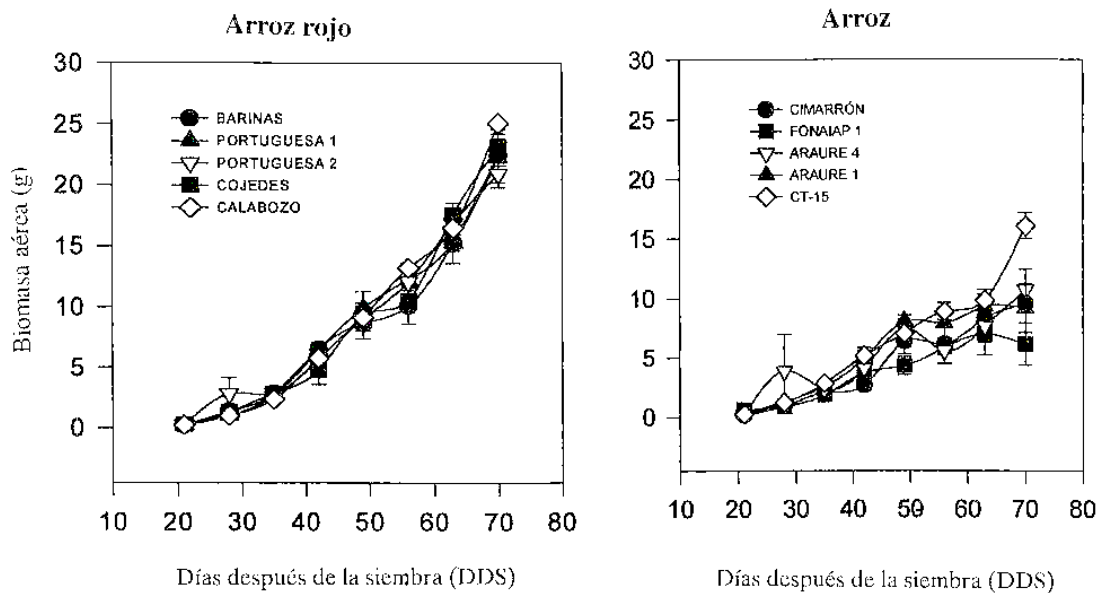


Figura 2. Evolución de la biomasa aérea (g) a los 21, 28, 35, 42, 56, 63 y 70 dds de poblaciones de arroz y variedades de arroz

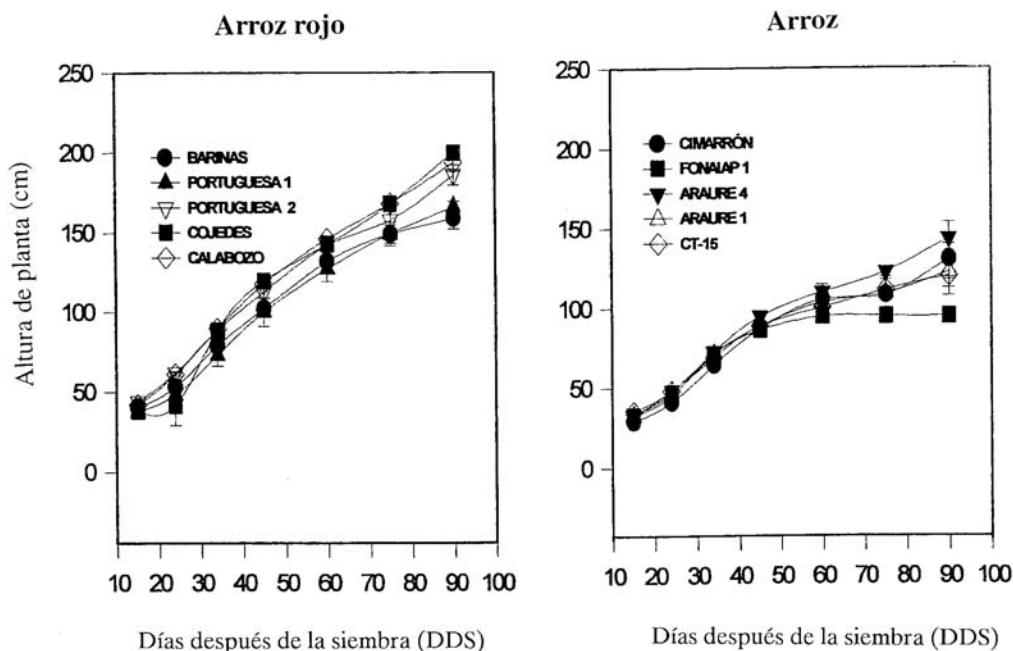


Figura 3. Evolución de la altura de biomasa aérea (g) a los 21, 28, 35, 42, 56, 63 y 70 dds de poblaciones de arroz y variedades de arroz

Hábito de crecimiento

Los AR Barinas y Cojedes mostraron hábito de crecimiento intermedio, Portuguesa 1, Portuguesa 2 y Calabozo abierto, las variedades de arroz fueron erectas (Cuadro 1). FONAIAP 1 y Cimarrón mostraron hoja bandera erecta, y Barinas semierecta, los demás genotipos exhibieron una posición de la hoja bandera intermedia.

Estos resultados indican que la inserción de las hojas en el tallo de los AR mostraron un ángulo de más de 40°, por lo cual ocupan más espacio que las variedades (erectas), bajo condiciones de competencia esta característica del rojo le causaría sombreado a las variedades de arroz y por ende afectaría negativamente la expresión del rendimiento.

CUADRO 1. Hábito de crecimiento y posición de la hoja bandera, hojas de ecotipos de arroz rojo y variedades de arroz.

	Hábito de crecimiento	Posición de la hoja bandera
Barinas⊙	Intermedio	Semierecta
Portuguesa 1⊙	Abierto	Intermedia
Portuguesa 2⊙	Abierto	Intermedia
Cojedes⊙	Intermedio	Intermedia
Calabozo⊙	Abierto	Intermedia
Cimarrón*	Erecto	Intermedia
FONAIAP 1*	Erecto	Erecta
Araure 4*	Erecto	Erecta
Araure 1*	Erecto	Intermedia
Zeta 15*	Erecto	Intermedia

Erecto: 10°; Intermedio 40-+65°; Abierto: > 65°
 *variedades. ⊙: arroz rojo.

Índice de crecimiento relativo (ICR)

En la Figura 4, se observa que la evolución de la intensidad de crecimiento relativo de las poblaciones de AR fue similar al de las variedades. Dentro del grupo de los AR, Calabozo fue el más estable en mantener un ICR alto en los períodos evaluados y ZETA-15 mostró los más altos ICR. Contrariamente a lo presentado en esta investigación Know, *et al.* (1991), estudiaron que los AR de Arkansas, USA, tuvieron mayor ICR en etapas tempranas del cultivo que las variedades de arroz, explicando que esto se debía a la mayor acumulación de productos de la fotosíntesis en la parte aérea y al mayor tamaño del aparato fotosintético observado durante dichas etapas.

Índice de asimilación neta (IAN)

En la Figura 5 se presenta una tendencia de la evolución del IAN más o menos similar a las del ICR, encontrándose que las poblaciones de AR tuvieron un IAN similar al encontrado en las variedades de arroz.

Aunque los AR mostraron mayor BA y AF los IAN mostraron valores parecidos a las variedades, lo que podría indicar que las variedades quizás tuvieron mayor AF específica (cm^2/g hoja) que los AR evaluados, por lo que ellas tendrían mayor número de cloroplastos por cm^2 , debido a que las hojas fueron más gruesas.

Contrariamente a estos resultados, en Colombia, García y Regino (1995), encontraron que los Ar mostraron mayor IAN que Oryzica1 y Oryzica Llano 5.

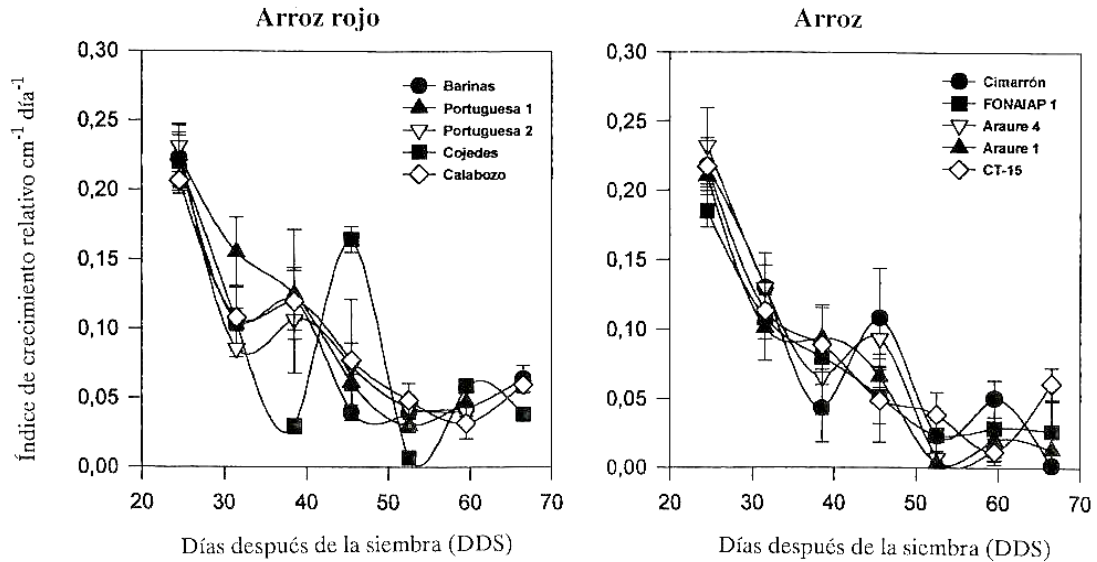


Figura 4. Evolución del índice de crecimiento relativo (ICR) a los 21, 28, 35, 42, 56, 63 y 70 dds de poblaciones de arroz y variedades de arroz.

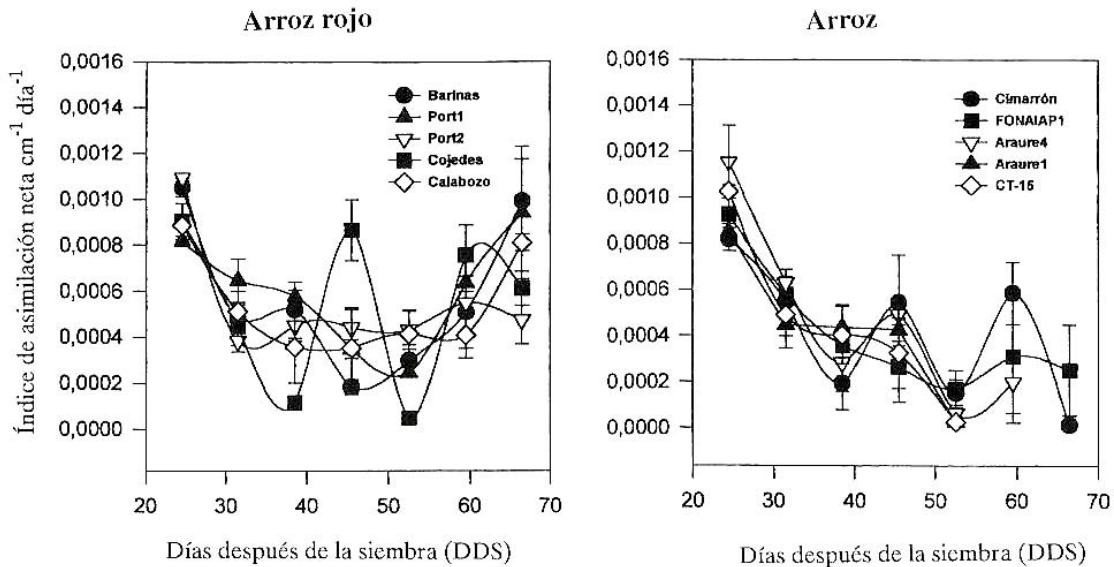


Figura 5. Evolución del índice de asimilación neta (IAN) a los 21, 28, 35, 42, 56, 63 y 70 dds de poblaciones de arroz y variedades de arroz.

Razón de área foliar (RAF)

En la Figura 6 se relaciona una tendencia homogénea y similar de la evolución de la RAF entre las poblaciones de AR y variedades de arroz hasta 53-63 dds, sin embargo, en la lectura posterior a esta fecha (63-70 dds) las poblaciones de AR tuvieron menor RAF que las variedades, lo cual pudiera atribuirse a la senescencia de las hojas, también observada por Know *et al.* (1992). Considerando que $ICR=IAN*RAF$, por los resultados obtenidos, se deduce que el ICR dependió más, en este caso, del IAN que del RAF.

Desarrollo radical**Biomasa radical**

Los AR tuvieron más BR que las variedades de arroz a partir de los 49 dds, con excepción del rojo Barinas. Dentro del grupo de la maleza, se pueden diferenciar a Calabozo, Cojedes y Portuguesa 2 con mayor PS de raíces, Portuguesa intermedio y Barinas con menor BR. Además, Cojedes y Portuguesa 1 alcanzaron su máxima acumulación a los 56 dds, en cambio los otros rojos parecen continuar con el crecimiento del sistema radical durante más tiempo. En el grupo de las variedades se encontró que ZETA 15 tuvo mayor PS de raíces a los 70 dds (Figura 7).

Estos datos reflejan que las mayores BR son alcanzadas en la fase vegetativa, hasta los 63 dds aproximadamente, esto coincide con Yoshida y Hasegawa (1982) y Beyrouy *et al.* (1987), que encontraron una máxima tasa de crecimiento de raíces en la fase vegetativa de la planta.

Estos resultados muestran que los AR por lo general tuvieron más BR que las variedades por lo cual ocupan mayor espacio en el suelo, explorando así más superficie que les permitiría tomar mayor cantidad de agua y nutrimentos, característica que los hace más agresivos y competitivos.

La figura 8 muestra la evolución de la relación BA/BR tanto para los AR como para variedades. En el caso de la maleza se nota una tendencia a acumular en los macollos proporciones crecientes de biomasa hasta los 28 dds (en el caso de Calabozo hasta los

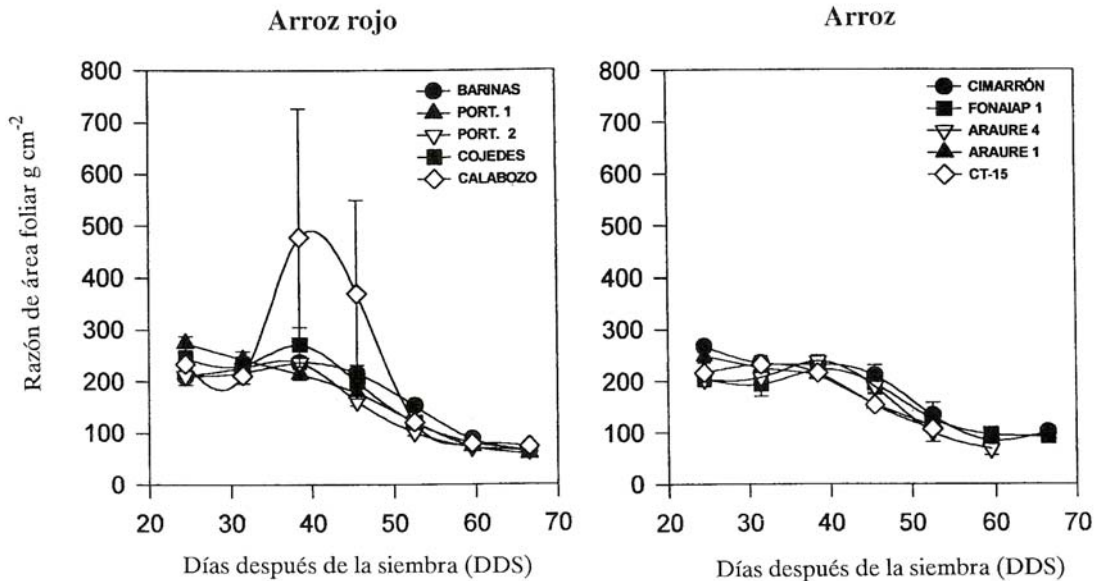


Figura 6. Evolución de la relación de área foliar (RAF) a los 21, 28, 35, 42, 56, 63 y 70 dds de poblaciones de arroz y variedades de arroz

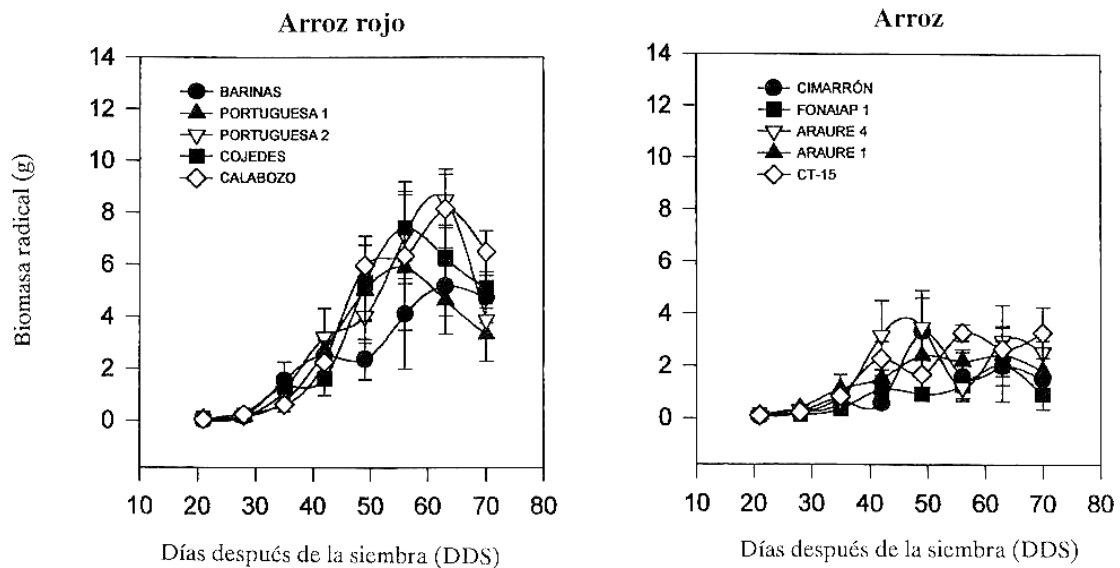


Figura 7. Evolución de la biomasa radical (g) a los 21, 28, 35, 42, 56, 63 y 70 dds de poblaciones de arroz y variedades de arroz

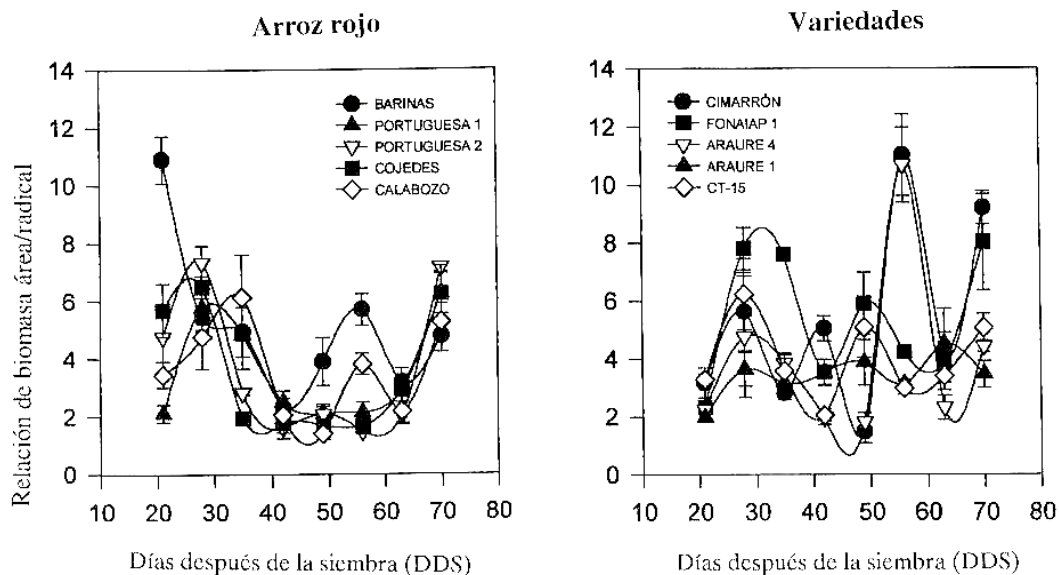


Figura 8. Evolución de la relación biomasa aérea/radical de poblaciones de arroz y variedades de arroz

35 dds). A partir de esa fecha las poblaciones de AR acumulan proporciones crecientes de biomasa en la construcción del sistema radical. Esta tendencia cambia nuevamente en el último muestreo realizado a los 70 dds, cuando la relación vuelve a aumentar como consecuencia de la senescencia de raíces al final del ciclo. En el caso de las variedades no se detectó una tendencia tan definida, debido a las continuas fluctuaciones de la BR.

Longitud, volumen, superficie y densidad radical

Las poblaciones de AR mostraron mayor LR, VR, SR y DR que las variedades de arroz. En el grupo de la maleza, Calabozo y Barinas mostraron mayor LR, Sr y DR, mientras que Araure 1 exhibió la mayor LR, VR y SR (Cuadro 2).

Similar a los resultados obtenidos en la BR y la AP; la LR, VR, SR y DR son otras de las características más relevantes que diferencian a los AR de las variedades de arroz, por cuanto las raíces de la maleza fueron ,más numerosas, profundizan

más, exploran mayor superficie del suelo y por lo tanto, tienen mayor capacidad de absorber agua y nutrimentos, confiriéndoles un grado mayor de adaptabilidad a estreses que las variedades de arroz.

CUADRO 2. Longitud (cm), volumen (cm³), superficie radical (cm²) y densidad de raíz (cm raíz/cm³ de suelo) de poblaciones de arroz rojo y variedades de arroz a los 70 dds.

	Longitud (cm)	Volumen (cm ³)	Superficie (cm ²)	Densidad radical (cm/cm ³ de suelo)
Barinas*	6 170,20	41,60 abcd	1 724,00 ab	2,48 b
Portuguesa 1*	4 605,10 bc	40,00 bcd	1 519,60 bc	1,85 bcd
Portuguesa 2*	4 344,50 bc	44,67 ab	1 553,00 abc	1,75 bcd
Cojedes*	5 301,20 b	60,99 a	1 994,40 ab	2,13 bc
Calabozo*	8 279,90 a	43,33 abc	2 120,10 a	3,33 a
Cimarrón ^a	1 614,60 d	13,00 e	516,70 e	0,65 e
FONAIAP 1 ^a	1 480,60 d	14,67 e	506,20 e	0,59 e
Araure 4 ^a	2 709,10 cd	23,33 de	885,50 de	1,09 de
Araure 1 ^a	4 060,00 bc	25,33 cde	1 132,60 cd	1,63 cd
Zeta 15 ^a	1 729,10 d	18,33 e	630,90 de	0,69 e
CV (%)	28,24	31,39	24,66	26,65

Promedio en columnas con letras iguales no difiere estadísticamente al 5% según la prueba de Duncan. * Arroz rojo; ^aVariedades

Biomasa Reproductiva

La mayor producción de semillas fue observada en el AR Barinas, seguido por Araure 4, sin embargo, el mayor peso de los granos se encontró en Araure 4, y otro grupo formado por los AR Barinas y Cojedes (Cuadro 3).

La prueba de media reveló que Araure 4, Araure 1 y Cimarrón mostraron la mayor conversión del número de semillas y peso por gramo de BA, es decir, que a pesar de que estas variedades tuvieron bajos valores de BA produjeron gran cantidad de semilla, mientras que los AR tuvieron menor conversión de la materia seca en granos.

En este trabajo se observó que con menos raíz y AF las variedades de arroz son una máquina más eficiente para producir granos pesados, pero pudieran ser sensibles al sombreado, agotamiento de los nutrimentos del suelo y agua que

los AR, por lo que se sugiere cuando los campos tengan AR utilizar densidades más altas en las siembras y cultivares de arroz más competitivos.

CUADRO 3. Número y peso de las semillas, número de semillas/biomasa aérea y peso de las semillas/biomasa aérea de poblaciones de arroz rojo y variedades de arroz a los 70 dds.

	Número de semilla	Peso de semilla (g)	Nº semillas/biomasa aérea (Nº/g)	Peso de semill/biomasa aérea (gg)
Barinas*	941,81 a	86,65 ab	41,87 bc	3,46 cd
Portuguesa 1*	445,95 d	52,97 cd	17,16 d	1,97 d
Portuguesa 2*	606,00 bc	73,71 abcd	31,14 cd	3,75 cd
Cojedes*	562,75 bcd	87,67 ab	24,86 d	3,91 cd
Calabozo*	641,50 b	62,70 bcd	24,45 d	2,88 cd
Cimarrón ^a	451,63 d	51,25 d	45,03 b	5,24 bc
FONAIAP 1 ^a	180,69 d	24,40 e	17,69 d	2,79 cd
Araure 4 ^a	656,56 b	88,13 a	59,20 a	8,16 a
Araure 1 ^a	559,00 bcd	75,84 abc	54,11 ab	6,78 ab
Zeta 15 ^a	478,00 cd	62,89 bcd	29,49 cd	3,81 cd
CV (%)	15,24	22,67	22,29	29,98

Promedio en columnas con letras iguales no difiere estadísticamente al 5% según la prueba de Duncan. * Arroz rojo; ^aVariedades

Así mismo, se encontró que en las variedades de arroz el crecimiento radical no fue tan importante como en los AR, sino que mantuvieron una follaje productivo para la acumulación de carbohidratos en los granos. El hecho de que los AR hayan mostrado más DR por unidad de suelo, podría provocar un mayor efecto negativo en las variedades de arroz en situaciones de estrés hídricos o nutricionales en condiciones de interferencia con esta maleza, ya que el AR exploraría mayor superficie del suelo, mientras que el arroz cultivado posee las raíces más pequeñas y ocupa menos espacio.

Los AR produjeron gran número de semillas por planta, además mostraron alto desgrane y latencia (Ortiz, 1997) lo que garantiza su perpetuación en los bancos de semillas de malezas del suelo (BSMS), sin embargo, la mayoría de las variedades tuvieron mayor conversión de número de semillas y peso pro gramo de BA producida, esto quizás pueda ser explicado debido a que los mejoradores de plantas buscan en las variedades mayor producción de granos que hojas,

tallos y raíces, mientras que los AR desarrollan mecanismos para sobrevivir y perpetuarse en el tiempo.

Cuando se observa en las curvas de crecimiento del AR, ellas dan una idea de que el control del AR debería realizarse antes de los 42 dds, sin embargo, no existen métodos de combate químico que satisfagan esta necesidad, ya que los herbicidas para el control de gramíneas utilizados en arroz, en el país, no afectan al AR, así que el manejo de éstas malezas se podría realizar usando medidas preventivas como la siembra de semillas libre de rojo, limpieza de la maquinaria, equipos, botas y ropas de obreros de campo y técnicos, control de las aguas de riego y drenaje, en el control físico sería usando el batido del suelo, esperando a que emerja el BSMS de rojo y luego darle el pase de rotovator, yona, rolo argentino o cualquier otro implemento batidor; también es recomendable las quemadas químicas con herbicidas no selectivos (glifosato) antes de la siembra o la aplicación de herbicidas, en lámina (Oxifluorfen, Oxadiazon o Molinato) en mezcla con glifosato, cuando la maleza haya emergido.

Otras prácticas, ya mencionadas anteriormente, que se pueden realizar es emplear altas densidades de semilla entre 180-200 kg/ha y cultivares competitivos. Igualmente, se podría implementar un lapso de espera después de la cosecha de las variedades de arroz de 30 a 45 d sin rastrear el suelo, con el objeto de esperar a que a que el AR rompa latencia (Ortiz, 1997), en la superficie del suelo y evitar su incorporación al BSMS, donde permanecerá viable por mayor tiempo.

En el caso futuro de que se pudieran utilizar variedades de arroz con resistencia a herbicida en el país, el período más recomendable para efectuar la aplicación del herbicida para controlar el rojo, según este estudio, sería antes de los 42 dds, por que después de éste lapso comienza un crecimiento fuerte tanto de la parte aérea como de la radical en los AR, haciéndolo menos susceptible a la acción del agente químico.

Los AR venezolanos se parecen más a los descritos en Colombia por Montealegre (1991), que a los descritos en los Estados Unidos por Diarra *et al.* (1992); así mismo en Colombia se presenta una alta variabilidad genética en las características morfológicas también observada en nuestras condiciones.

CONCLUSIONES

- En las variables de crecimiento: AF, AP, BA, LR, SR y DR, los AR alcanzaron valores más altos que las variedades, con excepción de Araure 1 que tuvo una LR similar a algunas poblaciones de AR.
- Estos resultados indican que el AR hubo mayor eficiencia biológica en ausencia de competencia, que podría ser un indicador del potencial de interferencia con las variedades en el campo, debido a que desarrollaron más sus órganos aéreos y radical, por lo cual tienden a ser más extractivos en nutrimentos y agua, además de producir sombreado a las variedades.
- El rápido crecimiento y desarrollo de las poblaciones de AR en las primeras etapas de desarrollo también contribuyen a su competitividad con las variedades, de allí la importancia de su control antes de la siembra para prevenir la disminución del rendimiento del arroz.
- Las variedades de arroz y los AR tuvieron ICR e IAN similares, destacaron por presentar los valores más altos Barinas y Calabozo en la maleza y Zeta 15 en la mayoría de los muestreos. El RAF fue también similar entre los AR y variedades, sin embargo al final los cultivares superaron a estos, quizás atribuible a la senescencia temprana de las hojas de los AR.
- Araure 1, Araure 4 y Cimarrón mostraron mayor conversión de número de granos y peso de los granos por unidad de biomasa producida.

BIBLIOGRAFÍA

- BEYROUTY, C; B. Wells; R. Norman; J. Marvel and J. Pillow. 1988. Root growth Dynamics of a rice cultivar grown at two locations. *Agronomy Journal* 80:1001-1004.
- COVENIN. 1986. Normas sobre recepción de arroz. 4 p.
- DIARRA, A, R., SMITH and R., TALBERT. 1985. Growth and Morphological Characteristics of Red Rice (*Oryza sativa*) biotypes. *Weed Science*. Volumen 33:310-314.
- DUNAND, R. 1988. Red Rice. Its impact on grain quality and its cultural control. A review of research in Louisiana. 1960-1982. Bulletin Nº 792. Louisiana Agricultural Experiment Station. p.44.
- GARCIA, E. Y R., REGINO. 1995. Comparación de índices de crecimiento y desarrollo de algunos tipos de arroz rojo y de las variedades Oryzica 1 y Oryzica Llano 5 (*Oryza sativa*). *Fedearroz* vol. 44. Nº 394: 28-35.
- GRIFFIN, J.; J., BAKER; R., DUNAND and E., SONIER. 1986. Red Rice Control in Rice and Soybeans in South West Louisiana. Louisiana Agricultural Experimental Station. p. 36
- HUNT, R. 1982. Plant growth curves the funtional approach of plant growth. Analysis. Edwar Ar. Limited, London. 247 p.
- KWON, S.; R., SMITH; R. TALBERT. 1991. Interference durations of red rice (*Oryza sativa*) in rice (*O. sativa*). *Weed Science*.39:363-368.
- LANZ, M. 1979. El arroz rojo el mayor peligro de los arrozales. *Agricultura venezolana* Nº 184: 28-29 p.
- MONTEALEGRE, F. 1991. Caracterización morfofisiológica de algunos tipos de arroz rojo (*Oryza sativa* L.). Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia. 116 p.
- MONTEALEGRE, F., y J., VARGAS. 1991. Manejo y Caracterización del Arroz Rojo en Colombia. *Arroz en América Latina: Mejoramiento, Manejo y Comercialización*. CIAT, IRRI. VII Conferencia Internacional del Arroz para América Latina y el Caribe.

TENNANT, D. 1975 . A test of a modified line intersect method of estimating root length. *Journal Ecology* 63:995-1001 p.

YOSHIDA, S; S. HASEWAGA. 1982. The rice root system. Its development and function. In drought resistance in crops with emphasis on rice. IRRI. Manila Philippines. P 97-114.