

ANÁLISIS DE CRECIMIENTO Y ETAPAS DE DESARROLLO DE TRES VARIEDADES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN MONTERÍA, CORDOBA

GROWTH, DEVELOPMENT AND YIELD COMPONENTS ANALYSIS OF THREE RICE VARIETIES (*Oryza sativa* L.) IN MONTERÍA, CORDOBA

Victor M. Degiovanni¹, José A. Gómez², Jesús M. Sierra²

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el municipio de Montería (Córdoba), en predios de la Universidad de Córdoba, ubicada a 5 Km. en la vía que conduce de Montería a Cereté, con precipitación promedio anual de 1.200 mm, temperatura media de 29°C, humedad relativa del 80%, 20 m.s.n.m y suelos con textura arcillosa. El objetivo de la investigación fue: determinar las fases de crecimiento, etapas de desarrollo y componentes del rendimiento de las variedades Fedearroz 50, Fedearroz 2000 y Colombia XXI, bajo el sistema de arroz riego trasplantado. Se utilizó un diseño BCA, con tres tratamientos y cuatro repeticiones. Para obtener la información de interés, se realizaron muestreos en 16 etapas de desarrollo del cultivo tomándose 60 plantas por período, 5 por tratamiento y estimándose: masa seca y área foliar, para determinar los parámetros de crecimiento y las etapas de desarrollo por medio de la escala BBCH, y se evaluó el rendimiento. Se pudo concluir que: los materiales de arroz estudiados presentaron similares fases de crecimiento y etapas de desarrollo, para las condiciones de Montería, de igual forma, bajo las condiciones de esta localidad el material de mejor rendimiento fue Fedearroz 50 que rindió en promedio 8.435,9 Kg de arroz paddy, superando a las variedades Colombia XXI y Fedearroz 2000 en 1.425,9 Kg ha⁻¹ y 2.015,9 Kg ha⁻¹ respectivamente. Estos materiales presentaron rendimientos superiores al promedio de la producción de arroz riego en Córdoba (4.9 Ton ha⁻¹), lo cual demuestra las bondades del transplante para el aumento de los rendimientos en este cultivo.

Palabras claves: Componentes de rendimiento, fases, Fedearroz 50, Colombia XXI.

ABSTRACT

This research was carried out in the Universidad de Córdoba (Montería - Colombia), located 5 Km from Montería, with a year rainfall average of 1,200 mm, average temperature of 29°C, 80% relative humidity, 20 m above sea level and loamy texture soils. The objective was to determine the growth phases, developmental stages and yield components of the varieties Fedearroz 50, Fedearroz 2000 and Colombia XXI, under the

¹Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Córdoba.
E-mail: vdegiovanni@sinu.unicordoba.com

²Ingeniero Agrónomo. Universidad de Córdoba. E-mail: jagb63@latinmail.com

transplanting system. A complete randomized block design was used with three treatments and four replicates; 16 stages of development were evaluated sampling 60 plants per period and 5 plants in each treatment according to the BBCH scale; dry mass, foliar area and yield were calculated as well. The results showed that the three genotypes presented similar growth phases and development al stages; however, Fedearroz 50 yield was higher. The three genotypes yielded above 4.9 Ton ha⁻¹ indicating the advantages of the transplanting technique in rice cultivation.

Key words: Yield components, Phases, Fedearroz 50, Colombia XXI.

INTRODUCCION

El cultivo del arroz constituye el más importante cereal en la dieta alimenticia de la humanidad. En Colombia es el segundo cultivo en importancia después del café, es un renglón significativo en la economía agrícola del país, y uno de los alimentos básicos de la dieta por su alto valor calorífico y proteico. En el departamento de Córdoba se cultivan aproximadamente 6.364 ha de arroz, de las cuales un 50.48% se siembra bajo el sistema de secano mecanizado, un 30.8% es sembrado bajo riego y un 18.62% es sembrado bajo el sistema secano manual (Fedearroz, 1998).

Ballesteros y Luna (2001), manifiestan que en el Medio Sinú, donde existe el distrito de riego de Mocarí, sólo se cultivan 500 de las 3.300 ha que potencialmente tiene este distrito. Debido a la necesidad de darle un adecuado manejo agronómico al cultivo de arroz durante todo su ciclo, es importante conocer las fase de crecimiento, etapas de desarrollo y componentes de rendimiento en las variedades mas sembradas en la actualidad, como son Fedearroz 50, Fedearroz 2000 y Colombia XXI, sembradas bajo el sistema de riego transplantado. Con esta tecnología de punta se hace del arroz un cultivo limpio para una sociedad mas sana.

El crecimiento se define como un aumento irreversible de tamaño. Este aumento generalmente viene acompañado de un incremento de peso seco y cantidad de protoplasma. Es un evento complejo que incluye muchos procesos tales como la división

celular, elongación, diferenciación, fotosíntesis, síntesis de compuestos, respiración, translocación, absorción y transpiración (Clavijo, 1989).

Los índices de crecimiento son parámetros que permiten cuantificar el crecimiento de un órgano de la planta o una población. Sus componentes son relativamente simples y permiten analizar y comparar la habilidad de una especie vegetal para crecer y desarrollarse en un ambiente dado explicando su comportamiento en función del tiempo (Clavijo, 1989).

El desarrollo de una planta de arroz es notoriamente sensible a la temperatura. Diferencias pequeñas en grados conducen a un cambio notable en la tasa de crecimiento (Hoyos y de la Espriella, 2000).

La planta de arroz presenta temperaturas mínimas y altas críticas, que normalmente están por debajo de 20°C y por encima de 30°C, las que varían de un estado de desarrollo a otro (Hoyos y de la Espriella, 2000).

Otro factor importante es la radiación solar, cuyas necesidades para el cultivo del arroz varían con los diferentes estados de desarrollo de la planta. Una baja radiación durante la fase vegetativa afecta muy ligeramente los rendimientos y sus componentes, mientras que en la fase reproductiva existe una marcada disminución en el número de granos y se reducen drásticamente los rendimientos (Galindo y Pineda, 2001).

El rendimiento en grano de las plantas de arroz está condicionado en tres factores (CIAT; 1985):

- El número de panículas por unidad de superficie.
- El número de granos llenos por panícula.
- El peso medio de los granos individuales.

El número de panículas por unidad de superficie o por planta, es determinado en gran parte durante la fase vegetativa y depende del número de macollas formadas y de las disponibilidades de nutrimentos, agua y de espacio (CIAT, 1985).

Dentro de los diversos problemas que inciden en los rendimientos de un cultivo, se tiene la poca o casi nula investigación sobre el manejo agronómico, poco conocimiento de nuevas variedades al igual que sus etapas de desarrollo y fases de crecimiento.

El objetivo de este trabajo fue determinar las fases de crecimiento y etapas de desarrollo de tres materiales de arroz transplantado, bajo condiciones de riego en Montería, Córdoba.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el segundo semestre del año 2003 en el municipio de Montería, ubicado a 20 m.s.n.m entre los 8° 55' de Latitud Norte y 75° 45' de Latitud Oeste con respecto al meridiano de Greenwich, con promedios ambientales de 1.200 mm anuales de precipitación, 28°C de temperatura, humedad relativa de 80% y suelos con textura arcillosa.

Para evaluar el comportamiento fisiológico y rendimiento de las variedades Fedearroz 50, Fedearroz 2000 y Colombia XXI se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones. La unidad experimental estuvo conformada por 20 surcos de 20 m de largo separados a 40 cm, para un área por unidad experimental de 160 m². La población fue de 12.000 plantas parcela⁻¹ sembradas una planta por sitio.

Cada semana se arrancaron 5 plantas al azar por parcela en competencia, se llevaron al laboratorio y se midieron las siguientes variables: Área Foliar, Altura y Rendimiento a cosecha, masa seca.

Para la estimación de la masa seca o biomasa, el material bajo consideración se llevó a la estufa y se secó a 70°C hasta obtener un peso constante. El área foliar fue determinada utilizando un medidor de área foliar Leaf Area Meter CL -202. La altura de la planta fue tomada midiendo desde el cuello de la raíz hasta la punta del ápice de la última hoja (en cm). El rendimiento fue medido, cosechando las espigas cuando estas presentaron el 22% de humedad, se desgranaron, se limpiaron los granos y se colocaron al sol hasta que obtuvieron un 14% de humedad, luego se pesaron y se llevó la producción a Kg ha⁻¹.

Las fases de crecimiento se evaluaron con los siguientes indicadores: Fase vegetativa (de germinación a inicio de panícula), reproductiva (de inicio de panícula a floración) y la fase de maduración (de floración a madurez), de acuerdo con la determinación del crecimiento.

Las etapas de desarrollo, se midieron desde la etapa 00 a la etapa 90 de acuerdo a la escala de BBCH (1994), según el compendio de identificación de etapas de desarrollo para plantas mono y dicotiledóneas.

Etapas 00 (De germinación a emergencia): Se contaron los días desde la siembra hasta la aparición de la primera hoja a través del coleótilo.

Etapas 10 (Plántula): Se contaron los días desde la emergencia hasta inmediatamente antes de aparecer la primera macolla.

Etapas 20: (Macollamiento): Se determinó desde el inicio del macollamiento, apenas nació el primer hijo. Se determinó la altura de planta, el área foliar y el número de hijos primarios, secundarios y terciarios.

Etapa 30: (Elongación del tallo): Se cuantificó la elongación del entrenudo número 4 por debajo de la inflorescencia. Esto se realizó removiendo cuidadosamente la vaina y midiendo dicho entrenudo.

Etapa 40 (Iniciación de la panícula): Se removió cuidadosamente la vaina de la hoja que estaba a su alrededor y se determinó la fecha de iniciación del primordio. Se midió la altura de planta y el Area Foliar.

Etapa 50: (Desarrollo de la panícula): Se tomó la altura de la planta al tallo principal y se midió el AF. Se determinó el desarrollo de la panícula cuando esta salió de la vaina.

Etapa 60: (Floración): Se determinó cuando el 50% de las panículas de las plantas totales de cada parcela emergió de la vaina.

Etapa 70 (Etapa lechosa): Se midió el tiempo que transcurrió entre el estado de grano lechoso a pastoso por la consistencia que tenían los granos al extirparlos con los dedos.

Etapa 80 (Etapa pastosa): Se midió el tiempo de la finalización de la etapa lechosa a la finalización de la etapa pastosa cuando el grano cambió de color verde a verdoso amarillento, el cual tenía una consistencia pastosa suave y luego se endureció.

Etapa 90 (Etapa de maduración): Se determinó aproximadamente después de los treinta días después de la floración, aquí los granos alcanzaron el estado de madurez.

La información obtenida en cada una de las evaluaciones de los materiales, se procesó utilizando los métodos estadísticos del software (SAS), para obtener el análisis de varianza y las pruebas de medias de Tukey y de cada una de las variables.

RESULTADOS Y DISCUSION

Etapas de desarrollo

Entre los genotipos en estudio cabe destacar que la variedad Colombia XXI presentó el menor

ciclo vegetativo con 116 días, característica genética de la variedad influenciada por el medio ambiente; seguida de la variedad Fedearroz 2000 y Fedearroz 50 con 119 y 120 días, respectivamente. Las etapas de desarrollo para los genotipos, bajo las condiciones de estudio fueron similares (Tabla 1). La precocidad de Colombia XXI le favorece al productor en la realización de un mejor manejo de plagas y enfermedades; así como también un mayor número de cosechas al año.

El desarrollo de la planta de la germinación a la maduración es caracterizado por una serie de discretos períodos, cada uno, identificado por un proceso de cambio en su estructura, tamaño o masa de órganos específicos. Tales períodos están requeridos para la germinación de semillas y emergencia de las plántulas; la iniciación de raíz, hoja, vaina, crecimiento de varios órganos vegetativos y florecimiento y desarrollo de las espigas. Una variedad de 120 días, cuando el crecimiento es en un ambiente tropical gasta alrededor de 60 días en la fase vegetativa, y 30 días cada uno en la fase reproductiva y de maduración (Sharmay Singh 1999).

La fase vegetativa está caracterizada por el crecimiento de raíces, macollas y hojas y está dividida en dos fases: a) la vegetativa activa y b) la vegetativa pasiva. La fase activa vegetativa dura hasta el máximo macollamiento y está acompañada por un rápido incremento en el tamaño de la planta, número de macollas y la producción de materia seca. La fase vegetativa de retraso continúa hasta la iniciación de la panícula. El tamaño de la plántula y el incremento de la materia seca aumentan a menor velocidad durante esta fase y el número de macollas decrece. Su duración depende de la variedad y condiciones climáticas, especialmente la duración del día y la temperatura. Durante la fase vegetativa de retraso, máximo macollamiento, la elongación de entrenudos y la iniciación de la panícula ocurre casi simultáneamente en variedades de 105 a 120 días de duración y sucesivamente en variedades de larga duración, más de 140 días (CIAT, 1985).

Tabla 1. Fases de crecimiento y etapas de desarrollo de las variedades de arroz Fedearroz 50, Fedearroz 2000 y Colombia XXI, según escala BBCH, sembradas mediante el sistema de transplante bajo riego (segundo semestre Año 2003) en Montería - Córdoba.

Fases de crecimiento	Según escala BBCH	Etapas de desarrollo	Fedearroz 50 (d.d.e)	Fedearroz 2000 (d.d.e)	Colombia XXI (d.d.e)
Fase Vegetativa (54 días)	00	Semilla seca	0	0	0
	03	Absorción de agua	2	2	2
	06	Elongación radícula	4	4	3
	09	Emergencia	6	6	5
	10	Plántula	8	8	6
	13	Aparición 2° hoja	11	11	9
	16	Aparición 4° hoja	15	14	13
	19	Aparición 5° hoja	18	17	17
	20	Macollamiento	21	20	20
	23	2° hijo primario	27	28	26
	26	3° hijo primario	34	39	32
	29	Máximo macollamiento	63	61	60
	30	Elongación del tallo	43	45	40
Fase Reproductiva (33 días)	33	Inicio primordio floral	50	52	49
	36	Primordio en crecimiento	54	56	53
	39	Entrenudo elongado total	60	63	63
	40	Desarrollo de panícula	70	70	68
	43	La vaina empieza a engrosar	72	72	70
	46	Embuchamiento marcado	74	74	73
	49	Panícula a punto de salir	77	78	77
	50	Salida de espigas	78	80	79
	53	30% de la panícula emerg.	81	83	81
	56	60% de la panícula emerg.	84	85	83
	59	Antesis completa	87	88	87
	60	Floración	90	91	89
	63	30% anteras con antesis	92	93	91
66	60% anteras con antesis	94	96	93	
69	90% espiguillas polinizadas	97	98	95	
Fase de maduración (34 días)	70	Etapa lechosa	99	100	98
	73	Líquido lechoso	103	104	101
	76	60% granos liq. lechoso	105	106	105
	79	90% granos liq. lechoso	107	109	108
	80	Etapa pastosa	110	109	109
	83	Grano en endurecimiento	112	112	111
	86	Contenido sólido en el grano	115	114	113
	89	Cambio de color en el grano	116	116	115
	90	Maduración	117	117	116
	93	30% granos amarillo rojizo	119	119	118
	96	60% granos maduros	121	122	120
99	Planta madura	122	123	121	

El macollamiento comienza en el estado 4 ó 5 de la hoja cuando la germinación se convierte en su propio soporte. Después de la emergencia de hijos primarios, los hijos secundarios emergen en la edad de alrededor de 30 días en variedades semienanas y fotoinsensitivas. Los tallos terciarios aparecen una vez que la producción de tallos secundarios es completa. El macollamiento es sincronizado con el desarrollo de hojas sobre el tallo. Las hojas en los tallos también se desarrollan en paralelo con el desarrollo de las hojas en el tallo principal. Las variedades semienanas mejoradas tienen una capacidad de macollamiento más alta que las del tipo de tamaño alto. La capacidad del alto macollamiento hace posible que las plantas puedan hacer un máximo uso del espacio disponible y es más útil bajo condiciones no favorables. El desarrollo del macollamiento es bastante influenciado por radiaciones solares; temperatura y prácticas culturales tales como la población de plantas, suplemento de agua y nutrientes (Murata y Matsushima, 1978).

El crecimiento reproductivo comienza justo antes del estado de máximo macollamiento dependiendo de la variedad y condiciones ambientales (De Datta, 1972). Esta fase es caracterizada por la elongación del tallo, emergencia de las hojas decaídas, embuchamiento y llenado de las espiguillas. Durante el período de la iniciación de la panícula hasta el florecimiento, el primordio de la panícula se desarrolla y el tamaño de la planta y la materia seca incrementa más rápidamente. La fase del desarrollo dura hasta la maduración y está marcada por un incremento en el peso de la panícula acompañado por un decrecimiento en el peso de la paja (Sharma, *et al.* 1999).

Altura de planta

La altura de planta para los genotipos en estudio, mostró un crecimiento progresivo, lento al principio y más rápido hasta floración, hasta los 98 días después de emergencia (d.d.e), en donde se registró el mayor promedio de altura (128.5 cm). Los materiales Fedearroz 2000 y Colombia XXI, registraron su máximo valor durante esta fecha, mientras que la variedad Fedearroz 50 alcanzó su máxima altura a los 105 d.d.e (Figura 1).

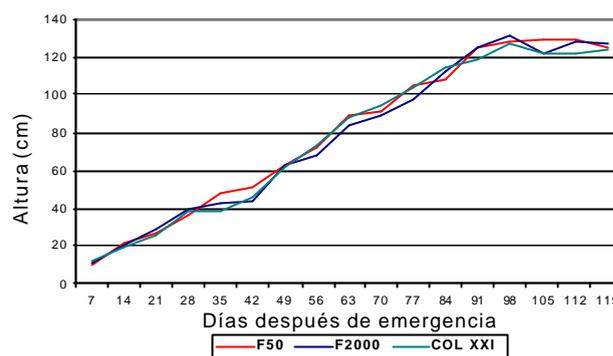


Figura 1. Altura de Planta a través del tiempo para los materiales de arroz en estudio sembrados en el segundo semestre del 2003 en Montería (Colombia).

Los resultados de la investigación concuerdan con resultados previos (CIAT, 1985), donde se afirma que después del lento crecimiento durante el estado de plántula, la altura de la planta aumenta rápida y casi linealmente hasta la floración cuando el crecimiento vertical cesa. Un atraso temporal del crecimiento ocurre generalmente después del transplante a medida que se inicia el macollamiento activo (CIAT, 1985).

El análisis de varianza, indicó que no existieron diferencias estadísticas significativas entre las variedades. No obstante, se encontró que la variedad Fedearroz 2000, mostró el mayor promedio de altura con 130,8 cm, seguido de las variedades Fedearroz 50 y Colombia XXI, con valores de 127,4 cm y 127,3 cm, respectivamente. Esta pequeña variación es debida a las características genéticas de los materiales, que según Fedearroz (1998), está dentro de los valores normales de altura de planta para los materiales bajo estudio.

Area foliar de planta

En los materiales de arroz en estudio se observó que durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo el área foliar es baja y luego se incrementa progresivamente hasta alcanzar un máximo valor a los 91 días después de la emergencia del cultivo (3.344,4 cm²), excepto en la variedad Colombia XXI, la cual obtuvo su máxima área foliar a los 84 d.d.e, con 2.866,5 cm² (Figura 2).

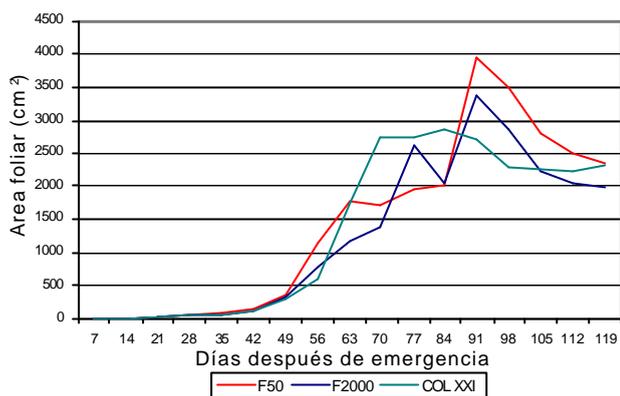


Figura 2. Área foliar a través del tiempo para los materiales de arroz en estudio sembrados en el segundo semestre del 2003 en Montería (Colombia).

El análisis de varianza realizado señala que se presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos a los 91 d.d.e. En la prueba de Tukey realizada se observó que la variedad Fedearroz 50 presentó el mayor promedio de área foliar (3.960,17 cm²), seguido de la variedad Fedearroz 2000 (3.360,04 cm²) y por último la variedad Colombia XXI (2.713,9 cm²). Estos valores pueden ser debidos a las características genéticas y morfológicas propias de cada variedad, que le permiten especializarse en una mayor producción de hojas y captación de luminosidad para la producción de materia seca.

En los materiales de arroz en estudio se observó que durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo, el área foliar es baja y luego se incrementa progresivamente hasta alcanzar un máximo valor a los 91 días después de la emergencia del cultivo. Estos resultados se relacionan con los obtenidos por Sharma y Singh (1999), en donde afirma que el área foliar de la planta de arroz se incrementa en la medida que el crecimiento avanza, alcanzando un valor máximo en la fase de maduración, para posteriormente decrecer debido a la muerte de las hojas bajas.

Masa seca de la planta

La producción de masa seca total es ligeramente creciente hasta los 56 (d.d.e), la cual coincide con el final de la fase vegetativa; posteriormente tiene un aumento progresivo hasta el final del cultivo (Figura 3). El máximo valor promedio de masa seca para los genotipos en estudio se registró a los 119 días después de la emergencia (122,3 g), coincidiendo con la parte final de la fase de maduración. De acuerdo al análisis de varianza no se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos durante estas fechas ($F_r > 0,05$). Sin embargo, la variedad Colombia XXI, presentó el mayor valor promedio de masa seca (126,12 g), seguida de la variedad Fedearroz 50 (122,54 g) y Fedearroz 2000 (118,25 g).

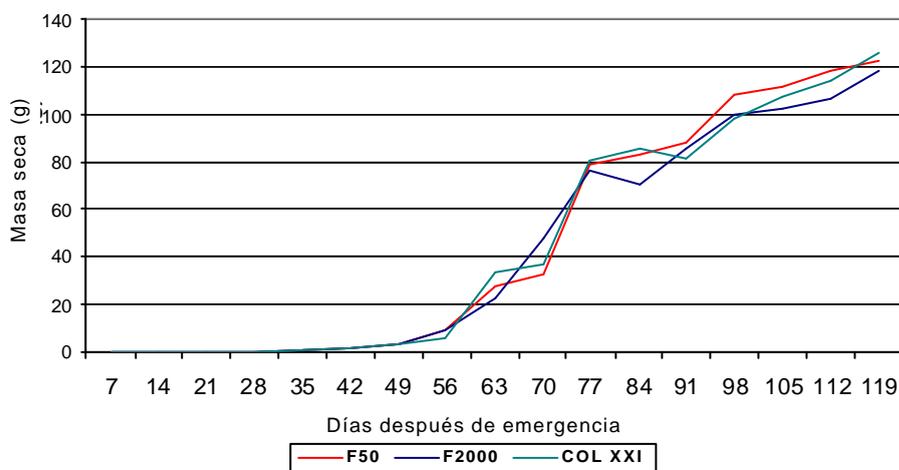


Figura 3. Masa Seca de planta a través del tiempo para los materiales de arroz en estudio sembrados en el segundo semestre del 2003 en Montería (Colombia).

Estos resultados concuerdan con resultados anteriores (CIAT, 1985), donde se mostró que la producción de masa seca en la planta de arroz es muy lenta durante los primeros 30 a 40 días. Después de los 40 días, la producción de materia seca es muy rápida por el inicio del macollamiento activo y el crecimiento de varias partes de la planta. Resultados similares también fueron encontrados por (López y Támara, 2002).

RENDIMIENTO

El promedio de rendimiento de las tres variedades en estudio fue de 7.288,6 Kg ha⁻¹. El análisis de varianza presentó diferencias altamente significativas entre los materiales en estudio. La prueba de medias realizada mostró que la variedad Fedearroz 50 presentó el mayor valor promedio en cuanto a rendimiento de grano con 8.435,9 Kg ha⁻¹, seguido de las variedades Colombia XXI y Fedearroz 2000 con valores promedios de 7.010 Kg ha⁻¹ y 6.420 Kg ha⁻¹, respectivamente.

Esto demuestra que la variedad Fedearroz 50 es la que mejor rendimiento presenta bajo las condiciones de transplante con riego (Figura 4). Resultados similares fueron obtenidos por Guerra y Olave (2002), donde reportan que este material (Fedearroz 50) superó a los demás cultivares y que éste pudo obedecer

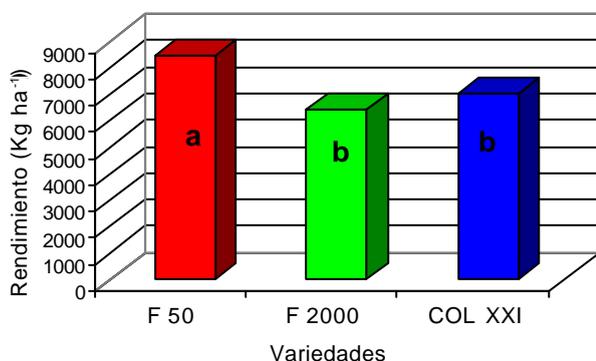


Figura 4. Rendimiento para los materiales de arroz en estudio sembrados en el segundo semestre del 2003 en Montería (Colombia).

al buen comportamiento de ésta a condiciones adversas (segundo semestre), donde la interacción genotipo por ambiente no alcanzó a alterar la expresión acumulada de los rendimientos en grano de la variedad.

(Guerra y Olave, 2002), manifiestan que la diferencia en cuanto a rendimiento de grano entre las variedades es también atribuida a la existencia o acumulación de mayor cantidad de alelos favorables, para que los componentes del rendimiento expresen su potencial genético que inciden en su resultado final (rendimiento de grano), como el caso de Fedearroz 50.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La evaluación del análisis de crecimiento, desarrollo y componentes del rendimiento de tres variedades de arroz en Montería permite establecer las siguientes conclusiones:

- Los materiales estudiados presentaron similares fases y etapas de desarrollo, para las condiciones climáticas de Montería (Córdoba).
- La variedad Fedearroz 50 rindió en promedio 8.435,9 Kg ha⁻¹ de arroz paddy, superando a las variedades Colombia XXI y Fedearroz 2000 en 1.425,9 Kg ha⁻¹ y 2.015,9 Kg ha⁻¹ respectivamente.
- Las variedades de arroz presentaron un alto promedio de rendimiento (7,2 Ton ha⁻¹) que está por encima de la producción promedio de arroz bajo riego en Córdoba (4,9 Ton ha⁻¹).
- Los genotipos estudiados bajo las condiciones de Montería, presentaron un promedio de altura de 128.5 cm, que se encuentra dentro del rango normal para éstas variedades, facilitando así la cosecha mecánica de las mismas.

- Los genotipos estudiados en esta localidad (Montería), resaltan la capacidad que presentaron las plantas para acumular masa seca en función del tiempo.
- Se deben seguir estudiando las fases de crecimiento, etapas de desarrollo y

componentes del rendimiento de los materiales estudiados bajo otras condiciones ambientales, con el fin de obtener información que permita un manejo adecuado del cultivo en esos ambientes.

BIBLIOGRAFIA

- Ballesteros, S. y Luna, S. 2001. Efecto de dos fuentes nitrogenadas bajo diferentes estados de desarrollo en la variedad Fedearroz 50 en el Sinú medio. Tesis Ingeniero agrónomo, Universidad de Córdoba, Montería, p.2
- BBCH, 1994. Compendium de identificación de etapas de desarrollo para plantas mono y dicotiledóneas.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1985. Investigación y producción de arroz. Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz. CIAT, Palmira, p.19-37, 83-100.
- Clavijo, J. 1989. Análisis de crecimiento en malezas. Revista Comalfi 16:12-16.
- De Datta, S. 1972. Chemical weed control in tropical rice in Asia. Pest Articles and News Summaries 18(4):433-40.
- FEDEARROZ. 1998. Censo Nacional Arroceros. Cubrimiento cosecha 1998 A. Fondo nacional del arroz - División de investigaciones económicas 2(B):167-197
- Galindo, L. y Pineda, L. 2001. Análisis de los efectos climáticos sobre la estabilidad fenotípica de cuatro variedades comerciales de arroz en el Caribe Húmedo. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Córdoba, Montería, p.65
- Guerra, H. y Olave, J. 2002. Ganancia genética por rendimiento de grano en arroz en el Caribe Húmedo. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad de Córdoba, Montería, p.24-28
- Hoyos, B. y De la Espriella, J. 2000. Efecto de la radiación solar y la temperatura sobre el rendimiento de cuatro genotipos de arroz bajo riego en diferentes épocas de siembra en el Sinú medio. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad de Córdoba, Montería, p.35-55
- López, A. y Tamara, J. 2002. Análisis de crecimiento y desarrollo y componentes del rendimiento de tres materiales de arroz (*Oryza sativa*) en San Bernardo del Viento, Córdoba. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad de Córdoba, p.28-49.
- Murata, Y. y Matsushima, S. 1978. Rice. En: Evans L. (Ed). Crop Physiology. Cambridge University Press, Cambridge, p.73-99
- Sharma, A, y Singh. 1999. Rice. En: Smith, D. y Hamel, C. (Ed). Springer, Berlin, p.99-139