

22117

Fabio Montaña Lefea Sanchez
Caracterización Morfológica de Algunas Variedades
de arroz rojo (*Oryza sativa* L.) 1991
8.1 M772 1991

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

16 NOV. 2007

ABSTRACT

At the experimental station "La Joya" of FEDEARROZ located in Saldaña - Tolima in Colombia, during the crop season 1989B and 1990A, three experiments were conducted to study the morphological characterization of some types of red rice (*Oryza sativa*, L.).

The seed of the red rice and the variety Oryzica-1 were handly colleted in the rice fields. The seed were classified, stored and laboratory tests were realized every 15 days until the germination reached 80%.

The experiment one describes the fifteen types of red rice which are the most comun at Saldaña fields. Based on the phenotypic characteristics of the seed, the red rices were named, them classified in four groups as follow: Varietal, Stubby, Hairy and Streaky (Varietal, Pipones, Mechudos y Rayones).

The stubby red rice group showed the longer dormancy (60-70 days). Among the fifteen red rice, PD gave The highest values in leaf area index (LAI) leaf dry weight

and total dry weight followed by MPC which make it very competitive.

The experiment number two studied the response of Oryzica-1 related to twelve (12) morphophysiological characteristics in monoculture and in competence with VC-6, MP, PD red rice, cultivated directly in the field.

The competence analysis showed that the MP y PD types are hight competitive with Oryzica-1 affecting nine of the ten characteristics evaluated. While VC-6 perfomed similar to the variety. Furthermore it was concluded that when PD grew in mixture, the biological capacity increased in 58% showing a higher competitive capacity than the others red rice.

The third experiment mesured the seed germination of the VC-6, MP, PD red rice and Oryzica-1 under different water content, depth allocation and time of duration in the soil.

Fifty seeds were located in polipropilen envelop and planted in plastic pouch/ at 5, 15 and 25 cm deeped and

kept during seven months with different soil water content: saturation, over-saturation, dried (just with rainfall).

The results showed that Oryzica-1 and the red rice MP and VC-6 at the three water regimes and any of the three soil depth gave normal germination similar to that obtained in the laboratory (95%). On the contrary, PD decreased significantly the percentage of germination specially at the 15 and 25 cm depth while it shows dormancy due to enviromental factors such us light, temperature and O₂ concentration.

INTRODUCCION

El arroz rojo (Oryza sativa, L.) es una maleza nociva de difícil control en muchas áreas arroceras del mundo, pero en especial en aquellas donde se siembra directamente y de manera continua.

El arroz rojo fue reconocido como maleza severa en el cultivo del arroz en los Estados Unidos desde 1846 y reportada como la maleza más indeseable en los campos de arroz de Louisiana, Arkansas y Mississippi (Dodson, 1900; Vincenheller, 1906; Constantin, 1960). También, se ha reportado el rojo como uno de los mayores problemas en otros países donde el arroz se siembra en forma directa, tales como, Brazil, Guyana, Venezuela, Italia, Colombia y el Oeste de la India (Parker y Dean, 1976).

El desconocimiento del problema, el uso de semilla no certificada y la siembra continua de arroz, han llevado al incremento de diversidad de tipos de arroz rojo. Otros factores como el arrendamiento de la tierra, el uso deficiente de medidas preventivas y prácticas culturales durante el establecimiento, desarrollo, recolección del

cultivo y manejo de la postcosecha, han contribuido también en la diseminación del rojo en los campos de arroz.

La información registrada para la zona arrocera de Saldaña indica que el área total sembrada en arroz anualmente es de 20.781 hectáreas, de las cuales del 75 al 80% estaba infestada por arroz rojo y el manejo de esta maleza se efectuó en un alto porcentaje (80%) con control químico. Lo que si bien, fue una alternativa inmediata para muchos agricultores que pudieron sembrar en estos campos contaminados de rojo, por el mal uso de los herbicidas y la no utilización de otras medidas de manejo, los controles no fueron muy eficientes e incrementaron los costos de producción en un 20%, poniendo en alto riesgo la capacidad productiva de los lotes y la ecología regional.

Infestaciones de arroz rojo de 20 plantas/m² ocasionaron pérdidas en el rendimiento del arroz comercial en un 57% (Montealegre y Vargas, 1989). El impacto de este problema biológico se refleja en el castigo en el precio a nivel de productor y en la baja rentabilidad del cultivo en la región, por cuanto la disminución en la productividad es directamente proporcional al grado de infestación. Considerando que en la zona de Saldaña el 80% del área está

infestada, se estima que las pérdidas alcanzaron en los últimos seis años 224.440 toneladas, que valuadas a precios de 1989 significaron una pérdida económica en pesos de 374 millones.

El objetivo general del presente trabajo fue hacer un estudio morfofisiológico de los principales tipos de arroz rojo existentes en la zona de Saldaña, para encontrar características relacionadas con la capacidad de competencia que permitan establecer patrones de manejo. Los objetivos específicos fueron: a) Identificar los tipos de arroz rojo más comunes presentes en la zona y describir sus principales caracteres morfológicos; b) Analizar algunas variables morfofisiológicas más importantes de los rojos Varietal Cica-6 (VC-6), Pipón Desgranador (PD) y Mechudo Patechulo (MP) sembrados en monocultivo y en competencia con la variedad Oryzica-1; c) Estudiar el comportamiento de la semilla de los tres tipos de arroz rojo bajo diferentes condiciones de humedad, profundidad de siembra y tiempo de permanencia dentro del suelo.

2. REVISION DE LITERATURA.

Existen en el mundo dos especies del género *Oryza* que se cultivan comercialmente la *Oryza sativa* L., de origen asiático y *Oryza glaberrima* Stend, de origen africano, (Angladette, 1969). El endospermo de la primera tiene un color más claro que el de la segunda, el cual presenta tonos marrón, rojo y gris.

En la especie *Oryza sativa* L. se consideran tres grupos o tipos de arroz: "Indica", "Japónica" y "Javánica o Bulu". Su origen puede ser el resultado de las selecciones hechas en los procesos de domesticación de arroces silvestres bajo diferentes ambientes (Chandler, 1979).

Según Tateoka (1963), *Oryza rufipogon*, Griff. es nombrada para abarcar un rango amplio de tipos de arroz salvaje, rojo y negro, relacionados con *Oryza sativa* L. y difíciles de distinguir.

Holm, Plucknett, Pancho y Herberger (1979) hacen una lista de siete especies del género *Oryza* identificadas como malezas en 41 países.

El arroz rojo desde su aparición ha interesado a científicos, investigadores y agricultores. Su nombre es derivado del color del grano descascarado el cual puede variar desde rojo intenso a rosado. La pigmentación no se extiende más allá de la capa del pericarpio y de esta forma el endospermo es siempre blanco (Dodson, 1898; 1900; Vincenheller, 1906; Chandraratna, 1964). El rojo en los Estados Unidos ha sido llamado por diferentes nombres científicos, pero la mayoría de los autores afirman que pertenece al mismo género y especie de las variedades cultivadas de arroz (Hoagland y Paul, 1978).

No existen diferencias en el valor nutricional entre el arroz rojo y las variedades comerciales de arroz. Sin embargo, los granos frescos de arroz rojo son blandos o quebradizos y se parten fácilmente en el proceso de molinería (Smith, 1981).

2.1. CARACTERISTICAS DEL ARROZ ROJO

Según Craigmiles (1978), botánicamente el arroz rojo y el blanco son clasificados por algunos autores dentro de la especie Oryza sativa L. Por otro lado, menciona que las

~~principales diferencias morfológicas que distinguen el rojo del blanco son: el pericarpio coloreado de la semilla, la facilidad para el desgrane en forma escalonada y el reposo que mantiene durante un período largo de años sin perder la viabilidad. Las plantas son generalmente más altas y precoces que las variedades cultivadas, son pubescentes y pueden tener un color más claro.~~

Aunque el arroz es una planta autógama, existe un mínimo pero muy significativo porcentaje de cruzamiento natural entre el rojo y las variedades cultivadas. En el área de producción de arroz de los Estados Unidos, Jodon (1959) encontró que el cruce natural entre el rojo y las variedades de arroz oscila de 0 a 3.39%.

Varias de las características del rojo son dominantes sobre sus alelos en arroz blanco y pueden ser transferidos por cruzamientos. Por ello, nuevos tipos de arroz rojo pueden aparecer en diferentes localidades al cruzarse el rojo con las variedades de arroz (Sonnier, 1978).

DoLago (1982), Constantin (1960), Hayashi y Morifugi (1972), y Huey y Baldwin (1978) han demostrado la "generación" de nuevos fenotipos de rojo a través de

cruzamiento natural entre arroz rojo y las variedades cultivadas. Muchos de los híbridos de pericarpio rojo son muy similares a la variedad parental y por esta razón es muy difícil detectarlos en el campo (Huey y Baldwin, 1978).

El desgrane prematuro es una característica ligada a los arroces silvestres que empieza a presentarse desde el estado pastoso del grano a la maduración. La característica desgranadora puede ser transferida a las variedades de arroz a través de cruces naturales, donde la planta silvestre es la madre parental. Sin embargo, el carácter de resistencia al desgrane es reportado a ser dominante en cruces entre variedades cultivadas y/o arroces silvestres (Chandraratna, 1964).

DoLago (1982) reporta que de los 31 fenotipos más comunes de arroz rojo recolectados en Mississippi, 28 se desgranar fácilmente y en un alto porcentaje.

Según Sonnier (1978), las variaciones que ocurren actualmente dentro del arroz rojo en los Estados Unidos pueden ser clasificadas en dos grupos principales: rojo con glumas color paja y rojo con glumas color negro. En términos generales, el rojo con glumas color claro tiene

plantas abiertas, con relativamente pocos tallos y panículas. El rojo con glumas negras tiene un tipo de planta más compacta, con más tallos y con hojas angostas y erectas.

Huey y Baldwin (1978), también, reportan dos tipos de arroz rojo más comunes en Arkansas, Estados Unidos: rojo con glumas color pajizo y rojo con glumas negras. El rojo con glumas pajizas es el más predominante y presenta granos más largos.

De acuerdo con el color de las glumas, Constantin (1960) reporta en Louisiana un tipo intermedio de arroz rojo con glumas color gris. Los tipos intermedios son el resultado de cruces naturales entre tipos de rojo y las variedades de arroz y generalmente no son estables (DoLago, 1982).

La presencia de arroz rojo en campos de arroz en varias zonas del departamento del Tolima, es un factor limitante en la producción de arroz. En inspecciones realizadas en las zonas arroceras de Saldaña, Espinal y la meseta de Ibagué en el Tolima, se encontraron 15 tipos de arroz rojo, notándose diferencias únicamente en el grano (Díaz, 1978).

DoLago (1982), en estudios de fenología sobre fenotipos de rojo en Mississippi, reporta que los rojos con glumas negras alcanzaron el estado de antesis (50% A) entre 105 y 109 días de sembrados, mientras que los fenotipos con glumas pajizas fueron 4 a 5 días más precoces. Por otra parte, el color rojo en el pericarpio fue evidente primero en los granos de la parte superior de la panícula entre 19 y 25 días después del 50% A y el desgrane también empezó primero en el extremo superior de la panícula.

2.2. INTERFERENCIA Y COMPETENCIA DE ARROZ ROJO

Tradicionalmente el análisis del crecimiento se ha aplicado al estudio de los cultivos o de las plantas nobles domesticadas por el hombre. Sin embargo, en épocas recientes su aplicación en estudios ecofisiológicos y de interferencia ha adquirido gran importancia (Clavijo, 1989).

El análisis de crecimiento es una técnica que usa expresiones matemáticas para cuantificar la relación entre el crecimiento, la materia seca y la expansión del área foliar (Radosevich y Holt, 1984; Patterson, 1985); y es

utilizado bajo ambientes naturales, seminaturales o controlados (Hunt, 1978; 1982).

~~Las plantas asocian ciertas características para~~ competir, tales como, semillas de mayor tamaño, germinación y emergencia rápida, desarrollo rápido de raíces, tallos y hojas y una etapa vegetativa corta. La mayoría de estas características han sido estudiadas en varios cultivos y malezas (Patterson, 1985; Zimdahl, 1980).

La interferencia se define como el efecto que una planta produce sobre el ambiente de sus vecinas y puede ser positiva, negativa o neutra. La interferencia negativa agrupa tres posibles interacciones: competencia, amensalismo y parasitismo. La competencia, puede ser definida como los efectos de la interacción de plantas que están utilizando un recurso que se encuentra en cantidades limitadas (Harper, 1977; Radosevich y Holt, 1984; Clavijo, 1987).

De acuerdo con Harper (1977), existen en el campo tres clases de vecinos que al interactuar producen diferentes tipos de interferencia negativa denominados: competencia intraclonal o intraplanta, competencia intraespecífica y

competencia interespecífica. En la competencia interespecífica o entre biotipos, cuando estos crecen juntos en mezcla, se debe tener en cuenta el rendimiento de cada especie tanto en monocultivo como en la mezcla. De lo anterior, se puede deducir que la interferencia negativa es afectada por la densidad, la proporcionalidad y el arreglo espacial de las plantas en asocio.

Los conocimientos sobre niveles de interferencia, biología, y hábitos de crecimiento de las malezas en el cultivo del arroz son esenciales para implementar oportunamente una tecnología de manejo efectiva y económica, en beneficio de la producción arroceras (Smith, 1988).

Los estudios de competencia de las malezas con los cultivos pueden ser usados para estimar las pérdidas de rendimiento debido a la presencia de malezas y para determinar niveles de interferencia y períodos de control. Sin embargo, la competencia es un fenómeno complejo gobernado por varios factores biológicos, ambientales y de interferencia (Radosevich, 1987).

La capacidad de interferencia que tiene el arroz rojo se debe principalmente a la alta velocidad con que germina, emerge y crece en los primeros estados de desarrollo de la planta. El índice de la tasa de emergencia (ITE) muestra que el arroz rojo emerge primero que las variedades (Clavijo y Baker, 1988).

Clavijo (1987) estudió los efectos de la interacción entre arroz rojo y dos variedades de arroz sobre algunas características morfológicas y fisiológicas de las plantas utilizando análisis del crecimiento. Se concluyó que el arroz rojo cuando competía con las variedades producía un número mayor de macollas y hojas y una mayor cantidad de materia seca que cuando se sembraba en monocultivo.

La diferencia en la biología de las distintas malezas tiene influencia en la interferencia de éstas con el arroz. Investigaciones en este sentido mostraron que el arroz rojo de cáscara negra emergió más tempranamente, su macollamiento fue un 27% superior, produjo un 18% más de paja, la altura fue superior en un 29% y maduró dos semanas más tarde que el biotipo con cáscara pajiza (Diarra, Smith y Talbert, 1985).

La densidad y el tiempo de interferencia de las malezas determinan diferentes cambios morfofisiológicos en las plantas de arroz. Smith (1988) reporta que durante los primeros 40 días después de la emergencia del cultivo, el arroz rojo afectó en menor cantidad los rendimientos del arroz que Echinochloa crusgalli (L.) Beauv. y Brachiaria platyphylla (Griseb.) Nash. Por otra parte, el arroz rojo produjo menos biomasa que otras malezas gramíneas y en los primeros estados de crecimiento del cultivo no es tan competitivo como otras gramíneas (Diarra, Smith y Talbert, 1985). Sin embargo, a partir de estados más avanzados de desarrollo, el arroz rojo llega a ser más competitivo por la elongación de tallos y la producción de mayores cantidades de biomasa (Diarra y otros, 1985; Smith y otros, 1977).

Otros estudios mencionan que el arroz rojo de cáscara pajiza con una densidad de 20 plantas/m², en mezcla con una densidad de 215 plantas/m² de la variedad Newbonnet, redujo los rendimientos del grano en campo un 10% con interferencia de 46 días, 20% con 65 días, 50% con 103 días y 68% con 120 días y que de acuerdo a análisis de regresión, cada planta de arroz rojo presente en un metro cuadrado baja los rendimientos del arroz en 219 Kg/ha (Smith, 1988).

Baldwin (1978), también, reporta mermas en los rendimientos del arroz comercial hasta del 64% cuando se presentan 32 panículas/m², mientras que en Louisiana y Texas, varios campos de arroz fueron abandonados debido a la alta infestación de arroz rojo (Nelson, 1907).

Diarra, Smith y Talbert (1985) estudiaron la interferencia del arroz rojo de glumas color pajizo con el arroz comercial. Un cultivo de arroz con una densidad de 195 plantas/m² en competencia con densidades de arroz rojo de 5, 108 y 215 plantas/m², redujo el peso seco del tamo del arroz comercial en 18, 66 y 68% respectivamente. Por otra parte, el arroz rojo a una densidad de 5 plantas/m² redujo el número de granos por panícula de la variedad comercial en el rango de 8 a 18%, mientras que las densidades de 108 y 215 plantas/m² redujeron los granos por panícula entre 56 a 70%.

En Colombia, en la zona de Saldaña se estableció que el grado de preparación del suelo y la rotación del arroz con sorgo, soya y crotalaria para incorporar, aumentaron los rendimientos del arroz al cabo de dos años de rotación de 4 ton/ha a 7 ton/ha y que de acuerdo con los resultados encontrados, las pérdidas en arroz comercial alcanzaron

18.6 kg/ha de arroz por cada panícula de arroz rojo presente en un metro cuadrado (Montealegre y Vargas, 1989).

Densidades de arroz rojo de 1 a 3 plantas /m² corresponden a niveles mínimos de infestación para implantar prácticas de control de arroz rojo con miras a prevenir las pérdidas en rendimiento y calidad del arroz comercial (Smith, 1988).

2.3. GERMINACION Y DORMANCIA DE SEMILLAS DE ARROZ

Dos tipos de factores afectan la germinación de las semillas: intrínsecos y extrínsecos. Entre los primeros tenemos la viabilidad de las semillas, y entre los segundos están: agua, gases, temperatura y luz.

En las células vivas la respiración y la fermentación implican un intercambio de gases, como CO₂ y O₂, entre las células y el medio ambiente. La germinación por lo tanto, estará afectada por la composición de la atmósfera circundante.

Universalmente se conoce que las semillas solo germinan dentro de un cierto margen de temperatura. Si la temperatura es muy alta o muy baja, la germinación no tiene lugar aunque las demás condiciones sean favorables.

En un número considerable de especies la luz es necesaria para que las semillas puedan germinar; Sin embargo, en un número menor de especies, la germinación es inhibida por la luz. Un requisito necesario para que las semillas respondan a la luz es que estén imbebidas en agua (Barcelló y otros, 1985).

La dormancia en las semillas de arroz como en la de otras especies puede ser definida como un estado físico o fisiológico que previene la germinación de semillas vivas no dormantes bajo condiciones favorables para la germinación (Nikolaeva, 1977; Villiers y Edgcumbe, 1975).

Los factores ambientales tienen un gran efecto sobre el grado y el período de dormancia de las semillas (Bewley y Black, 1985). En el caso del arroz, la intensidad y la persistencia del período de dormancia es fuertemente afectado antes de la cosecha por factores tales como temperatura nocturna, temperatura media, humedad relativa,

contenido de humedad de la semilla a la cosecha y temperatura de secamiento (Ikehashi, 1972; Roberts, 1961; 1962).

Sikder (1973) planteó que la dormancia en semillas de arroz puede depender de la sensibilidad del embrión a agentes inhibidores y a las reacciones de oxidación en los procesos de respiración embrionaria. Además, anota que altos contenidos de humedad impiden la actividad de algunos tratamientos utilizados para romper la dormancia.

La dormancia en arroz es debida a la inmadurez fisiológica de las semillas. Sin embargo, la inmadurez del embrión no parece ser la causa de la dormancia en arroz porque semillas maduras son también dormantes (Tsunoda y Takahashi, 1984). La resistencia mecánica de la cáscara tampoco es una causa de dormancia porque la cáscara de semillas dormantes y no dormantes es similar. Igualmente la impermeabilidad al agua debida a la envoltura de las semillas no puede ser una causa de dormancia ya que ha sido concluyentemente demostrado que semillas dormantes y no dormantes de la misma variedad absorben agua a la misma tasa y al mismo grado (Roberts, 1961). Por otra parte, sí es evidente que la restricción en el suministro de oxígeno

al embrión, de alguna manera es uno de los mecanismos mínimos de dormancia en semilla de arroz.

Casi el 100% de las semillas de arroces rojos son dormantes al momento del desgrane. Para las variedades de arroz, la dormancia de las semillas ha sido reducida significativamente; sin embargo, la dormancia persiste solamente para unas pocas semanas y únicamente entre el 15 - 25% de las semillas son afectadas (De Datta, 1981). Trabajos con rojos y variedades cultivadas concluyen que las semillas de arroces rojos fueron más dormantes que las variedades (Helper y Eastin, 1978; DoLago, 1982).

La dormancia en semillas de arroz es una característica heredada. La herencia de la dormancia en arroz involucra más de un gene (Shanmugasundaram, 1953). Mientras que el período de dormancia varía ampliamente entre las variedades de arroz, el período de viabilidad es muy similar (Roberts, 1963).

La dormancia en semillas de arroz rojo ha sido uno de los factores que ha contribuido a la infestación de campos de arroz con esta maleza. La liberación e inducción de dormancia de semillas de arroz rojo fueron estudiadas por

García (1987). La dormancia en las semillas conservadas en almacenamiento con aire, simulando un retardado desgrane, fue liberada más rápidamente que en las semillas desgranadas tempranamente y que permanecieron en contacto con el suelo. El carácter prematuro del desgrane en las semillas de arroces rojos parece ser una adaptación para sobrevivir en un clima templado.

Roberts (1962) estudió la influencia de la temperatura, el contenido de humedad, la presión parcial de oxígeno, el nitrógeno y el dióxido de carbono, sobre la dormancia en semillas de arroz. El almacenamiento de semillas con oxígeno aceleró la liberación de la dormancia especialmente a bajas temperaturas. El CO_2 y el nitrógeno tienen poco o ningún efecto sobre la germinación o la liberación de la dormancia. En almacenamiento, la tasa de liberación de la dormancia se incrementó con el aumento de la temperatura. Finalmente, las semillas pre-remojadas estimularon germinación.

Muchos investigadores reportan el efecto de la temperatura en el grado de liberación de la dormancia en semillas de arroz (Roberts, 1961; Jennings y J. de Jesús Jr., 1964; Cohn y Hughes, 1981; DoLago, 1982).

Hayashi (1977) tomó semillas de arroz dormantes con contenidos de humedad entre 25 y 28%. Las semillas fueron remojadas en agua a 25 y 40°C por 12 a 48 horas y almacenadas a 35, 40 y 45°C y con una humedad relativa del 100%. La liberación de la dormancia se incrementó cuando la temperatura y el contenido de humedad fue incrementado. El almacenamiento con temperatura de 40°C fue el más efectivo para romper la dormancia de las semillas que tenían un alto contenido de humedad.

Los efectos de la temperatura de almacenamiento de postcosecha en la liberación de la dormancia de semillas de arroz rojo de cáscara pajiza fueron estudiados por Cohn y Hughes (1981). Tanto las semillas con o sin cáscara fueron dormantes a la cosecha. La dormancia fue completamente liberada (germinación superior al 90%) cuando las semillas con cáscara fueron almacenadas a 20 y 30°C durante cuatro semanas. El almacenamiento de semillas a 5°C retardó la pérdida de dormancia. El grado de dormancia fue dependiente del tiempo de exposición de postcosecha a temperatura de 20°C.

Trabajos recientes en IRRI (1983) demostraron que la cáscara de las semillas dormantes de arroz actúan como una

barrera en la toma de oxígeno por el embrión, debido posiblemente a una alta actividad de peroxidasas en la cáscara, las cuales compiten con el embrión por oxígeno.

2.4. PROFUNDIDAD DE SIEMBRA Y HUMEDAD DEL SUELO

El campo de arroz durante el tiempo de postcosecha, permite que los roedores y los pájaros se coman el arroz desgranado. Arar pronto después de la cosecha, solamente reinfesta el suelo con la semilla desgranada, la cual puede permanecer viable por muchos años y germinar cuando las condiciones ambientales sean favorables (Baker y Sonnier, 1982).

De acuerdo con Taylorson (1970), existen variables en el suelo que interactúan cambiando continuamente, influyendo en la germinabilidad o dormancia de las semillas presentes tanto en la superficie como dentro del suelo. Entre las variables están la luz, la tensión de humedad, la temperatura y los gases del ambiente. Los resultados muestran una mayor longevidad dentro del suelo de las semillas dormantes que de las no dormantes y una mayor

persistencia de las semillas enterradas profundamente más que las enterradas superficialmente.

La inhibición de emergencia y crecimiento de algunas malezas en suelos inundados es probablemente causada por cambios en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos sumergidos (Mikkelsen y Evatt, 1966). Cuando el suelo es inundado el intercambio de gas entre el suelo y el aire es deteriorado y en unas pocas horas los microorganismos aeróbicos dejan desprovisto de O_2 el suelo sumergido. Sin embargo, la concentración de O_2 puede ser alta en la interface suelo-agua en una lámina de 2 - 6 mm (Ponnamperuma, 1972).

El arroz germina en suelos sumergidos (Chapman y Peterson, 1962). Los retoños y las raíces del arroz son diferentemente afectados por el contenido de oxígeno presente en el ambiente en que estén germinando las semillas de arroz. Bajos niveles de O_2 mejoran la elongación del coleóptilo pero reducen el crecimiento de la radícula (Yoshida, 1981). La disponibilidad del O_2 parcialmente depende de la temperatura. Mayor cantidad de O_2 está disuelto en el agua cuando la temperatura es baja.

Se ha comprobado que la raíz crece primero que la plúmula cuando el arroz está enterrado (Radosevich y Holt, 1984) y que la competencia en el suelo por agua y nutrimentos puede empezar primero que la competencia aérea (Harper, 1977). Por lo tanto, el éxito de una plántula para sobrevivir depende de un rápido crecimiento y expansión radicular con el objeto de explorar mejor los recursos (Glaunier y Holzner, 1982; Harper, 1977).

Las semillas enterradas en el perfil o contorno del suelo mecánicamente o a través de grietas, pueden ser inicialmente no dormantes, dormantes o no viables (Shafer y Chilcote, 1970). En general, la germinación de las semillas enterradas es proporcional a la profundidad de localización de las semillas (Holm, 1972).

Los cambios en la dormancia y en la germinación en semillas de malezas enterradas en el suelo, controlados por fitocromo, fueron reportados por Taylorson (1972). Después de permanecer las semillas dormantes seis meses dentro del suelo, en la mayoría de las especies, hay respuesta a la luz, pero llegan a ser no germinables otra vez después de enterradas. Estos resultados sugieren ciclos de dormancia y una fotodependencia.

Sonnier (1977) mostró que el mejor control del arroz rojo se obtiene por inundación continua. Un drenaje durante 14 días resultó en un mayor número de plantas de arroz rojo, mientras que cinco días de drenaje permitieron una población intermedia entre inundación continua y 14 días de drenaje.

Las investigaciones realizadas por Helpert y Eastin (1978) mostraron que los arroces rojos de cáscara negra y pajiza son capaces de germinar y emerger más rápidamente y aún a mayores profundidades que las variedades de arroz estudiadas. Por otra parte, el rojo con cáscara negra fue dormante 30 a 33 días después de la emergencia de la panícula, mientras que el rojo de cáscara pajiza fue dormante incluso después de 33 días. Para los dos tipos de arroz rojo, el porcentaje de desgrane aumentó con la madurez y en el rojo con cáscara negra, el desgrane está asociado con el oscurecimiento del pericarpio.

Conocer la capacidad del arroz rojo para germinar y emerger de diferentes profundidades del suelo es de gran importancia para implantar programas de control con herbicidas aplicados al suelo o en tratamiento a semillas. En estudios adelantados por Price (1977), se encontró que

cuando se incorporó Molinate en el suelo a 2.5 centímetros de profundidad, el control de arroz rojo en la zona tratada fue del 90 al 95%, mientras que cuando las semillas del arroz rojo fueron sembradas a 5.0 y 6.5 centímetros de profundidad, el control fue solamente del 30 al 50%.

La cantidad de agua en el suelo y la profundidad de siembra afectan la emergencia del arroz y de las malezas gramíneas y de hoja ancha. Cuando la humedad del suelo se mantuvo a capacidad o saturación de campo, todas las especies en estudio emergieron y se desarrollaron satisfactoriamente de profundidades de 1.3, 2.5 y 5.1 cm. Cuando la profundidad de siembra fue de 10.2 cm la emergencia del arroz rojo fue significativamente superior a la variedad de arroz "Nova 66" (Smith y Fox, 1973).

Goss y Brown (1939) estudiaron el efecto del tiempo de permanencia de la semilla dentro del suelo en cinco tipos de arroz rojo y dos variedades de arroz. Las principales conclusiones obtenidas en este estudio fueron: En suelo seco, las semillas de arroces rojos mostraron alta viabilidad después de tres años, mientras que las semillas de arroz comercial presentaron pérdidas en la viabilidad durante el primer año.

En este experimento también se estudio el efecto del tipo de riego sobre la germinación de las semillas, concluyendo que en general las semillas de arroz rojo y arroz comercial permanecieron vivas por más largo tiempo en las parcelas irrigadas que en las no irrigadas y que algunas semillas germinaron después de 7 años de enterradas en el suelo.

LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA
DIVERSITY

77c
\$ 3.500

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados y la discusión de los mismos se presentan a continuación experimento por experimento ya que cada uno de ellos es un paso para el siguiente.

4.1. Experimento 1. DESCRIPCION DE ALGUNOS TIPOS DE ARROZ ROJO.

En la zona arrocera de Saldaña la alta infestación de arroz rojo permitió seleccionar 15 tipos diferentes, los cuales fueron estudiados y clasificados en cuatro grupos principales denominados Varietales, Pipones, Mechudos y Rayones. La Tabla 4 presenta los nombres de cada uno de los rojos, los cuales están relacionados con características fenotípicas de las semillas, lo que sirvió de base para su clasificación.

4.1.1. Características de la espiguilla

1. Varietales

Este grupo se conformó teniendo en cuenta los arroces rojos que tienen semillas cuya forma es semejante a las de algunas de las variedades cultivadas de arroz y que posiblemente fueron producidos por hibridación con las variedades comerciales como

TABLA 4. CARACTERES FENOTIPOS DE LA ESPIGUILLA DE DIFERENTES TIPOS DE ARROZ ROJO
SALDANA, TOLIMA

GRUPOS	TIPOS DE ARROZ ROJO	C O L O R		LONG (mm)	FORMA	ARISTA	APICE
		GLUMAS	PERICARPIO				
VARIETALES	VARIETAL C-4	PAJIZO	ROJO	8.9	LARGO	NO	NORMAL
	VARIETAL C-6	PAJIZO	ROJO	8.7	LARGO	NO	NORMAL
	VARIETAL C-9	PAJIZO	ROJO	9.4	EXTRALARGO	NO	NORMAL
	VAR. DESGRANADOR	DORADO	BLANCO	7.6	MEDIANO	NO	NORMAL
PIPONES	DESGRANADOR	PAJIZO	ROJO	8.5	LARGO	NO	NORMAL
	JAPONICO	PAJIZO	ROJO	6.5	CORTO	NO	PUNTO ROJO
	PUNTO ROJO	PAJIZO	ROJO	8.7	LARGO	MEDIANA	PUNTO ROJO
	VELA	PAJIZO	ROJO	8.5	LARGO	NO	PUNTO ROJO
MECHUDOS	PATECHULO	NEGRO	MARRON	8.2	LARGO	LARGA	NORMAL
	DORADO RAYON	DORADO MARRON	ROJO	8.7	LARGO	LARGA	NORMAL
	PAJACAFE	PAJIZO MARRON	MARRON	7.7	MEDIANO	LARGA	NORMAL
	PAJALIMPIA	PAJIZO	ROJO	8.4	LARGO	LARGA	NORMAL
	PUNTO MORADO	PAJIZO	ROJO	8.7	LARGO	LARGA	PUNTO MORADO
RAYONES	TIGRE	NEGRO DORADO	MARRON	8.5	LARGO	NO	NORMAL
	MANCHADO	MARRON	MARRON	8.5	LARGO	NO	NORMAL

lo afirman varios autores (Sonnier, 1978; Huey y Baldwin, 1978; Dolago, 1982). Estos varietales, por su similitud con la variedad parental son los materiales de arroz rojo más difíciles de diferenciar en los análisis de calidad de arroz paddy y por esta razón en la producción de semilla certificada están ocasionado los mayores rechazos a nivel de laboratorio.

Varietal C-4 (VC-4). Presenta grano largo sin arista, semejante al de la variedad mejorada de arroz Cica-4 aunque un poco más delgado. Las glumas son de color pajizo.

Varietal C-6 (VC-6). El grano es largo, recto y semiancho, semejante al de la variedad mejorada de arroz Cica-6, aunque un poco más corto. Algunos granos presentan arista incipiente y el color de las glumas es pajizo.

Varietal C-9 (VC-9). Presenta grano extralargo sin arista, semejante al de la variedad mejorada de arroz Cica-9, pero un poco más grueso. Las glumas son de color pajizo.

Varietal Desgranador (VD). El grano es mediano, semiancho, sin arista, semejante al de un arroz silvestre

y el color de las glumas es dorado. El pericarpio es blanco; sin embargo, se incluyó en este estudio por presentar una de las características indeseables del rojo, como es un alto porcentaje de desgrane. Esta característica puede ser transferida a las variedades cultivadas, en donde la planta silvestre es la madre parental. Sin embargo, el carácter de resistencia al desgrane es reportado a ser dominante en cruces entre variedades y/o arroces silvestres (Chandraratna, 1964).

2. Pipones

Este grupo presenta tamaño de grano corto a largo, anchos y con un ligero abultamiento en la parte media que ha hecho que la gente comúnmente los denomine pipones. Presentan glumas de color pajizo y tienen un porcentaje de desgrane ligeramente superior al de los otros tres grupos. En este grupo se incluyeron cuatro tipos:

Pipón Desgranador (PD). Presenta grano largo, ancho, sin arista, con glumas de color pajizo. Es el tipo de rojo representativo del grupo de pipones por las características de la semilla de maleza altamente nociva.

Pipón Japonico (PJ). Presenta grano corto y ancho, casi redondo como los granos de arroz tipo Japonico. Las glumas son de color pajizo con un punto rojo en el ápice de la semilla y sin arista.

Pipón Punto Rojo (PPR). El grano es largo y ancho con arista mediana. Las glumas son de color pajizo con un punto rojo en el ápice de la semilla.

Pipon Vela (PV). Se denomina con este nombre por presentar una panícula compacta en forma de vela. El grano es largo y ancho, un poco más pequeño que el tipo Punto Rojo y sin arista. Las glumas son de color pajizo con un punto rojo en el ápice.

3. Mechudos

La característica principal de este grupo es la presencia de granos con una arista muy larga, además de ser largos y aplanados. Las glumas son de diferentes colores y oscila entre negro, marrón, pajizo y dorado. Se clasificaron en este grupo cinco rojos:

Mechudo Patechulo (MP). Con arista negra o marrón y glumas negras. El grano es largo y aplanado.

Mechudo Dorado Rayón (MDR). Con arista dorada o pajiza. Las glumas son de color dorado con franjas marrón. Presenta grano largo y aplanado.

Mechudo Pajacafé (MPC). La mayoría de los granos presentan arista muy larga de color marrón o negro y algunos granos sin arista en la misma panícula. Las glumas son de color pajizo, marrón o negro. Los granos son largos y anchos.

Mechudo Pajalimpia (MPL). Las aristas y las glumas son de color pajizo muy uniforme. El grano es mediano, ovalado y aristado.

Mechudo Punto Morado (MPM). De grano aristado, largo y delgado. Las glumas son de color pajizo con un punto morado en el ápice.

4. Rayones

No presentan arista. Se caracteriza este grupo por

presentar glumas de dos colores en forma moteada. Se estudiaron dos tipos de rojo:

Rayón Tigre (RT). Las glumas son de color negro con manchas amarillas. El grano es largo, ancho y aplanado.

Rayón Manchado (RM). Las glumas son moteadas de color marrón oscuro y claro. El grano es largo y ancho.

Los grupos de los rojo Pipones, Mechudos y Rayones mostraron las características de las semillas de los arroces comúnmente llamados rojos y por lo tanto se pueden diferenciar más fácilmente de las variedades de arroz.

Estas agrupaciones no pretenden ser una clasificación taxonómica estricta sino más bien una guía para mencionar los arroces rojos de la zona, basada en caracteres fenotípicos de la espiguilla que pueden servir de base para estudios posteriores de sistemática. Sin embargo, hasta la presente los diferentes intentos por clasificar el arroz rojo han demostrado que pertenecen al mismo género y especie del arroz blanco (Hoagland y Paul, 1978; Craigmiles, 1978).

Desde el punto de vista práctico esta agrupación va a permitir uniformizar un lenguaje común para los arroces rojos de la zona y poder hacer evaluaciones posteriores de su presencia y agresividad.

4.1.2. Germinación y dormancia.

De acuerdo con las pruebas de germinación realizadas bajo condiciones de laboratorio, se observa que el grupo de los rojos pipones presenta el mayor período de dormancia entre 60 a 70 días, seguido por el grupo de varietales con dormancia entre 50 a 60 días, a excepción del VD. El grupo de los rayones es dormante 30 a 35 días, mientras que los menos dormantes (25 - 30 días), son los rojos MP, MDR y VD (Tabla 5).

A los 15 días después de recolectadas las semillas se encuentran diferencias significativas en el porcentaje de germinación entre algunos tipos de rojo. Los arroces rojos del grupo de los Pipones son dormantes (0% de germinación) al igual que el MPM; mientras que los rojos VC-6, MPL, MPC, RT, RM, MP, MDR y VD presentan germinaciones entre 24 y 36%.

TABLA 5. CARACTERISTICAS FISIOLOGICAS DE SEMILLAS DE DIFERENTES TIPOS DE ARROZ ROJO
SALDANA, TOLIMA 1/

GRUPOS	TIPOS DE ARROZ ROJO	PESO DE LA SEMILLA GR/100 S	GERMINACION (%) (DDC)					DORMANCIA SEMILLA (DIAS)
			15	30	45	60	75	
VARIETALES	VARIETAL C-4	2.02 g	8 b	50 cd	58 cd	82 cde	88 cd	55 - 60
	VARIETAL C-6	2.43 cd	24 a	70 b	82 ab	94 abc	99 ab	45 - 50
	VARIETAL C-9	2.79 a	6 b	39 de	57 cd	85 abcd	89 abcd	55 - 60
	VAR. DESGRANADOR	2.29 ef	36 a	95 a	97 a	99 ab	100 a	25 - 30
PIPORES	DESGRANADOR	2.70 ab	0 b	31 ef	68 bc	86 abcd	93 abcd	55 - 60
	JAPONICO	2.24 f	0 b	17 f	40 d	84 bcde	91 abcd	60 - 65
	PUNTO ROJO	2.73 ab	0 b	24 ef	39 d	70 e	86 d	65 - 70
	VELA	2.65 b	0 b	17 f	38 d	76 de	83 d	65 - 70
MECHUDOS	PATECHULO	2.42 cde	35 a	93 a	96 a	98 ab	99 ab	25 - 30
	DORADO RAYON	2.35 cdef	35 a	89 a	100 a	100 a	100 a	25 - 30
	PAJACAFE	2.71 ab	30 a	78 ab	95 a	97 abc	100 a	35 - 40
	PAJALINPIA	2.34 cdef	25 a	68 bc	82 ab	93 abc	100 a	45 - 50
	PUNTO MORADO	2.46 c	0 b	21 ef	49 cd	87 abcd	98 abc	55 - 60
RAYONES	TIGRE	2.30 def	31 a	85 ab	88 ab	95 abc	100 a	30 - 35
	MANCHADO	2.28 f	34 a	82 ab	90 a	97 abc	99 ab	30 - 35

1/ En las columnas, los promedios con letras iguales no son significativamente diferentes entre sí, según Tukey. DDC: Días después de cosecha.

A los 30 días, los rojos VD, MP, MDR, RT y RM muestran germinaciones por encima del 80% y son significativamente diferentes a los demás. El grupo de rojos pipones presenta los porcentajes más bajos con un promedio inferior al 23%. La tasa de liberación de la dormancia ocurre en todos los materiales de rojo 60 días después de cosecha, los cuales alcanzan germinaciones superiores al 80% con excepción de los rojos PPR y PV (Tabla 5).

En condiciones de laboratorio, la liberación de la dormancia ocurre en forma gradual y normal; sin embargo, los períodos de dormancia para los diferentes grupos y tipos de rojo, en condiciones de campo, pueden ser modificados debido a la influencia de los factores ambientales (Roberts, 1962; Ikehashi, 1972; Vieira, 1975; Bewley y Black, 1985). Al producirse el desgrane, en los rojos más dormantes, las semillas que caen al suelo pueden prolongar su período de dormancia (García, 1987), como en el caso de los rojos del grupo de Pipones.

El índice de semilla es una característica que determina una buena capacidad de competencia por cuanto asegura unas semillas pesadas, lo cual se va a reflejar en una mayor nutrición de la plántula y en una facilidad para

emerger desde mayores profundidades (Helper y Eastin, 1978).

Entre los tipos de rojo estudiados los que presentan los mayores pesos de semilla son: VC-9, PPR, PD y MPC, los cuales no muestran diferencia estadística entre ellos. Los menores pesos de semilla lo tienen el VC-4, PJ, RT y RM. En general, el grupo de los rojos pipones mostró los más altos pesos de semillas con excepción del pipón PJ (2.24 gr).

4.1.3. Características morfológicas de la planta

La Tabla 6 hace referencia a la descripción de las principales características agronómicas de los diferentes tipos de arroz rojo.

1. Varietales

El rojo VC-4 presenta un tipo de planta abierta con poco follaje, hoja bandera pequeña que no sobresale a la panícula. Su macollamiento se inicia a los 16 días después de la siembra, alcanza el 50% de antesis a los 74 días y su período vegetativo es de 100 días, mostrando una mayor precocidad que la variedad Cica-4.

TABLA 6. CARACTERISTICAS DE LA PLANTA DE DIFERENTES TIPOS DE ARROZ ROJO. SALDANA, TOLIMA

GRUPOS	TIPOS DE ARROZ ROJO	INICIO MACO/TO (DIAS)	ANTESIS 50% (DIAS)	TIPO PANICULA	CICLO DEL CULTIVO (DIAS)	TIPO DE PLANTA	OBSERVACIONES EN HOJAS		
							BANDERA	1/	OTRAS
VARIETALES	VARIETAL C-4	16	74	COMPACTA	100	ABIERTA	CORTA.	N.S.P.	POCAS Y CORTAS
	VARIETAL C-6	17	74	ABIERTA	98	ABIERTA	CORTA.	N.S.P.	DELGADAS
	VARIETAL C-9	17	78	ABIERTA	109	COMPACTA	LARGA.	S.P.	LARGAS Y ANCHAS
	VAR. DESGRANADOR	18	82	ABIERTA	110	ABIERTA	LARGA.	S.P.	DELGADAS
PIPONES	DESGRANADOR	17	80	ABIERTA	112	ABIERTA	LARGA.	N.S.P.	LARGAS Y ANCHAS
	JAPONICO	17	78	COMPACTA	110	COMPACTA	CORTA.	N.S.P.	PIG. EN BORDES
	PUNTO ROJO	16	76	ABIERTA	100	NORMAL	LARGA.	S.P.	PIG. EN BORDES
	VELA	18	82	COMPACTA	110	COMPACTA	LARGA.	N.S.P.	PIG. EN BORDES
NECHUDOS	PATECHULO	18	74	INTERMEDIA	105	ABIERTA	LARGA.	N.S.P.	LARGAS Y DELGADAS
	DORADO RAYON	20	90	COMPACTA	116	COMPACTA	LARGA.	N.S.P.	LARGAS Y ANCHAS
	PAJACAPE	14	69	ABIERTA	95	ABIERTA	LARGA.	N.S.P.	LARGAS Y ANCHAS
	PAJALIMPIA	16	75	ABIERTA	104	ABIERTA	LARGA.	N.S.P.	DELGADAS
	PUNTO MORADO	17	78	ABIERTA	105	ABIERTA	LARGA.	S.P.	LARGAS Y ANCHAS
RAYONES	TIGRE	16	70	ABIERTA	100	NORMAL	LARGA.	S.P.	DELGADAS
	MANCHADO	16	72	ABIERTA	100	ABIERTA	LARGA.	S.P.	DELGADAS

1/ S.P.: Sobresale a la panícula; N.S.P.: No sobresale a la panícula; PIG: Pigmentos

El tipo de rojo VC-6 muestra plantas abiertas con poco follaje, hojas delgadas, su hoja bandera es corta y no sobresale a la panícula. El estado de antesis (50%A) ocurre 74 días después de la siembra completando el período vegetativo a los 98 días y siendo mucho más precoz que la variedad Cica-6.

El rojo VC-9 tiene un tipo de planta compacta, de follaje intermedio con hojas largas y anchas. La hoja bandera es larga y sobresale a la panícula. El estado de antesis (50%A) ocurre a los 78 días de sembrado, completando el período vegetativo 31 días después y mostrando una precocidad mayor de 20 - 25 días, cuando se compara con el ciclo de cultivo de la variedad Cica-9.

Dentro del grupo de los varietales, el VD es el más tardío en iniciar el macollamiento; así mismo, su período vegetativo es el más largo (110 días) después de sembrado. Presenta plantas abiertas con poco follaje y hojas delgadas, su hoja bandera es larga y sobresale a la panícula

② Pipones

El rojo PD tiene planta abierta con abundante follaje, hojas largas y anchas, la hoja bandera es larga pero no sobresale a la panícula. El estado de antesis (50%A) ocurre 80 días después de sembrado y 32 días más tarde completa su período vegetativo.

El rojo PJ tiene un tipo de planta compacta con panícula compacta, follaje intermedio cuya característica más notable son los pigmentos antocianos en los bordes de las hojas. La hoja bandera es corta y no sobresale a la panícula. El período vegetativo es de 110 días después de sembrado.

El rojo PPR tiene un tipo de planta normal, con follaje intermedio cuya característica principal son los pigmentos antocianos en los bordes de las hojas. La hoja bandera es larga y sobresale a la panícula. Inicia macollamiento 16 días después de la siembra y el período vegetativo es de 100 días.

El rojo PV tiene un tipo de planta compacta, con poco follaje cuya característica principal son los pigmentos

antocianos en los bordes de las hojas. La hoja bandera es larga pero no sobresale a la panícula. El estado de antesis (50%A) ocurre a los 82 días de sembrado y el período vegetativo es completado 28 días después.

3. Mechudos

El rojo MP presenta plantas abiertas, follaje intermedio con hojas largas y delgadas, la hoja bandera es larga pero no sobresale a la panícula. El período vegetativo se presenta a los 105 días de sembrado.

Entre los tipos de arroz rojo en estudio, el MDR es el de período vegetativo más tardío con 116 días. Es un tipo de rojo de planta compacta con abundante follaje, con hojas largas y anchas, hoja bandera larga que no sobresale a la panícula. Inicia macollamiento 20 días después de sembrado y alcanza el estado de antesis (50%A) a los 90 días.

El MPC es el tipo de arroz rojo más precoz entre los estudiados. Inicia el macollamiento 14 días después de sembrado, alcanza su estado de antesis (50%A) a los 69 días y completa su ciclo de cultivo a los 95 días de sembrado. Tiene plantas abiertas con abundante follaje, hojas muy

largas y anchas y su hoja bandera es larga pero no sobresale a la panícula.

El rojo MPL es de planta abierta, de follaje intermedio con hojas delgadas. La hoja bandera es larga pero no sobresale a la panícula. El período vegetativo ocurre a los 104 días después de la siembra.

El rojo MPM es de planta abierta, con pocas hojas largas y anchas. La hoja bandera es larga y sobresale a la panícula. El período vegetativo ocurre 105 días después de sembrado.

4. Rayones

El rojo RT tiene un tipo de planta normal, follaje intermedio con hojas delgadas y hoja bandera larga que no sobresale a la panícula. Es precoz con un período vegetativo de 100 días.

El rojo RM es de planta abierta con poco follaje y hojas delgadas. La hoja bandera es larga y sobresale a la panícula. Es precoz y su período vegetativo ocurre 100 días después de sembrado.

El ciclo de cultivo corto es una de las características del arroz rojo (Craigmiles, 1978). En términos generales, los 15 tipos de rojo presentan una mayor precocidad que las variedades cultivadas en Colombia, con excepción del MDR. Esta característica asegura en cierta forma una supervivencia de los rojos en los campos de arroz. Por otro lado, la mayoría de los rojos muestran una hoja bandera larga, lo que les permite potencialmente tener una gran fuente de asimilados cerca al vertedero reproductivo.

4.1.4. Características morfofisiológicas de la planta.

En los tres períodos de desarrollo del cultivo evaluados (30, 60 y 90 días), el rojo MPC presenta la mayor altura mostrando diferencia altamente significativa con los demás tipos de rojo; mientras que el VC-4 en las mismas épocas de evaluación tiene la menor altura (Tabla 7).

Hacia el final del período vegetativo (90 DDE), el rojo MPC registra la mayor altura (142.2 cms), la cual es significativamente superior a la presentada por los rojos RT, PJ, MPM, MPL y VC-6, con alturas de 119, 117, 114, 113 y 112 cms respectivamente. A la misma época, los rojos RM,

TABLA 7. ALTURA DE PLANTA (cm) DE DIFERENTES TIPOS DE ARROZ ROJO EN TRES PERIODOS DE DESARROLLO DEL CULTIVO. SALDANA, TOLIMA. 1/

GRUPOS	TIPOS DE ARROZ ROJO	DIAS DESPUES DE EMERGENCIA		
		30	60	90
VARIETALES	VARIETAL C-4	42.2 c	67.3 f	94.2 g
	VARIETAL C-6	50.0 bc	81.2 bc	112.3 bcd
	VARIETAL C-9	45.2 bc	74.0 cdef	102.2 efg
	VAR. DESGRANADOR	44.8 bc	75.5 bcdef	103.5 def
PIPONES	DESGRANADOR	48.2 bc	79.7 bcd	109.8 cde
	JAPONICO	45.5 bc	81.2 bc	117.7 bc
	PUNTO ROJO	43.3 bc	69.8 ef	94.5 fg
	VELA	42.2 c	69.5 ef	94.3 g
MECHUDOS	PATECHULO	48.8 bc	80.0 bcd	110.0 cde
	DORADO RAYON	45.2 bc	71.0 def	96.7 fg
	PAJACAPE	61.3 a	108.3 a	142.2 a
	PAJALIMPIA	45.2 bc	78.8 bcde	113.8 bc
	PUNTO MORADO	45.3 bc	81.2 bc	114.0 bc
RAYONES	TIGRE	51.3 b	83.7 b	119.2 b
	MANCHADO	42.3 c	70.2 ef	97.8 fg

1/ En las columnas, los promedios con letras iguales no son significativamente diferentes entre si, según Tukey.

MDR, PPR, PV y VC-4 presentan la menor altura (< 98 cms), y no son significativamente diferentes entre sí.

La mayor altura de planta es otra características de los arroces rojos (Craigmiles, 1978). Sin embargo, en las primeras etapas de crecimiento y desarrollo de las plantas de arroz, no es fácil apreciar esta diferencia y solamente algunos rojos como MPC sobresalen en el campo. A partir de los 60 días, después de la elongación del tallo, la mayor altura de varios de tipos de rojo es notoria, lo que permite una descontaminación manual-mecánica cuando las infestaciones son de 1 a 3 plantas/m².

El número de hojas en los tres períodos de desarrollo del cultivo evaluados muestra diferencias altamente estadísticas entre los rojos estudiados. El mayor promedio (33 hojas/planta) lo presenta el MP, seguido por los rojos MDR, MPL, PD, RT, RM, VC-6 y MPM, los cuales fueron significativamente superiores a los demás. Los promedios más bajos los registran los rojos VC-9, PJ, VC-4 y VD (18.9 - 20.7 hojas/planta). Al primer período de evaluación (30 DDE), el MP alcanza 30.7 hojas/planta seguido de los rojos MPL, MR, PD, MDR, RT y VC-6, los cuales son significativamente superiores a los demás (Tabla 8).

TABLA 8. NUMERO DE HOJAS POR PLANTA DE DIFERENTES TIPOS DE ARROZ ROJO EN TRES PERIODOS DE DESARROLLO DEL CULTIVO. SALDANA, TOLIMA 1/

GRUPOS	TIPOS DE ARROZ ROJO	DIAS DESPUES DE EMERGENCIA		
		30	60	90
VARIETALES	VARIETAL C-4	25.5 bcde	21.8 cd	12.3 g
	VARIETAL C-6	26.3 abcd	29.0 bc	18.5 def
	VARIETAL C-9	23.2 cde	17.7 d	16.0 fg
	VAR. DESGRANADOR	17.5 f	25.8 bcd	18.7 def
PIPONES	DESGRANADOR	28.5 ab	31.2 bc	24.7 bc
	JAPONICO	17.7 f	25.7 bcd	16.3 fg
	PUNTO ROJO	27.5 abc	27.8 bc	17.0 efg
	VELA	21.3 ef	23.3 bcd	18.2 def
MECHUDOS	PATECHULO	30.7 a	41.3 a	27.0 b
	DORADO RAYON	28.3 ab	31.8 ab	37.0 a
	PAJACAPE	21.0 ef	30.5 bc	11.5 g
	PAJALIMPIA	29.8 ab	32.3 ab	23.0 bcd
	PUNTO MORADO	21.5 def	22.5 bcd	22.3 bcde
RAYONES	TIGRE	28.3 ab	29.5 bc	21.3 bcdef
	MANCHADO	29.7 ab	27.2 bcd	19.3 cdef

1/ En las columnas, los promedios con letras iguales no son significativamente diferentes entre sí, según Tukey.

Sesenta días después de la emergencia, el mayor número de hojas lo registra el rojo MP con 41.3, seguido por los rojos MPL y MDR, los cuales presentan diferencias altamente significativas con los demás. Los rojos VC-6, PD, PPR, MPC y RT alcanzan entre 29 - 31 hojas/planta, mientras que el menor número de hojas se presenta en los rojos VC-4 y VC-9 con 21.8 y 17.7, respectivamente.

A los 90 días, algunos tipos de rojo como el MPC, VC-4 y PJ disminuyen significativamente el número de hojas debido a la poca producción y duración de las hojas en la planta y/o a la precocidad en el período vegetativo.

Los rojos MP, MPL y PD producen gran cantidad de hojas a los 30 días, lo cual es un indicativo de una alta tasa de crecimiento relativo, lo que hace que el período vegetativo sea corto con relación al reproductivo y por lo tanto se espera mayor producción de semillas (Clavijo y Baker, 1988).

Como lo muestra la Tabla 9, el macollamiento a 30, 60 y 90 días es significativamente superior en el rojo MP con relación a los demás, alcanzando 7.8, 8.2 y 8.5 macollas/planta respectivamente. Por otro lado, el VD

TABLA 9. NUMERO DE MACOLLAS POR PLANTA DE DIFERENTES TIPOS DE ARROZ ROJO, EN TRES PERIODOS DE DESARROLLO DEL CULTIVO. SALDANA, TOLIMA. 1/

GRUPOS	TIPOS DE ARROZ ROJO	DIAS DESPUES DE EMERGENCIA		
		30	60	90
VARIETALES	VARIETAL C-4	6.2 bcd	6.5 abc	6.5 bcde
	VARIETAL C-6	6.5 abcd	6.8 abc	6.7 bcde
	VARIETAL C-9	5.8 cde	5.5 c	4.7 f
	VAR. DESGRANADOR	4.3 e	5.7 bc	4.7 f
PIPONES	DESGRANADOR	7.2 abc	7.3 abc	7.3 abc
	JAPONICO	4.3 e	5.7 bc	5.5 ef
	PUNTO ROJO	6.0 bcd	5.8 bc	5.7 def
	VELA	5.3 de	6.2 abc	6.0 cdef
MECHUDOS	PATECHULO	7.8 a	8.2 a	8.5 a
	DORADO RAYON	6.8 abcd	7.2 abc	7.7 ab
	PAJACAPE	6.0 bcd	6.0 abc	6.0 cdef
	PAJALIMPIA	7.5 ab	7.8 ab	7.7 ab
	PUNTO MORADO	6.3 abcd	7.0 abc	7.0 bcd
RAYONES	TIGRE	7.0 abc	6.8 abc	6.5 bcde
	MANCHADO	5.7 cde	6.8 abc	6.2 cde

1/ En las columnas, los promedios con letras iguales no son significativamente diferentes entre si, según Tukey.

presenta el menor número en los mismos tres períodos con 4.3, 5.7 y 4.7 macollas/planta. A los 60 días de la emergencia el MP mostró el mayor número de macollas/planta (8.2) y no es significativamente diferente con los rojos MPL, PD, MDR, MPM, RT, RM, VC-6, VC-4 y MPC, los cuales registran entre 6 y 7.8 macollas. A la misma época, los rojos con menor macollamiento (5.5 - 5.8) son el PPR, PJ, VD y VC-9.

En los resultados de la misma Tabla 9 se puede apreciar que el macollamiento en los diferentes rojos en estudio, queda definido a los 60 días después de la emergencia. Sin embargo, el MP y MDR incrementan en 3.6 y 6.9 % respectivamente el número de macollas a los 90 días.

El mayor número de macollas a los 30 días permite a los rojos MP, MPL y PD una mayor capacidad para competir y así mismo se espera que un alto macollamiento asegure una buena producción de panículas al final de la fase reproductiva.

El promedio general de área foliar no muestra diferencia estadística entre los tipos de arroz rojo. Independientemente para cada época de evaluación se presentan diferencias significativas (Tabla 10).

TABLA 10. AREA POLIAR (cm²) POR PLANTA DE DIFERENTES TIPOS DE ARROZ ROJO, EN TRES PERIODOS DE DESARROLLO DEL CULTIVO. SALDANA, TOLIMA. 1/

GRUPOS	TIPOS DE ARROZ ROJO	DIAS DESPUES DE EMERGENCIA		
		30	60	90
VARIETALES	VARIETAL C-4	62.45 def	171.75 efg	105.68 h
	VARIETAL C-6	71.80 cd	194.07 defg	110.13 gh
	VARIETAL C-9	73.80 cd	191.42 defg	185.72 cd
	VAR. DESGRANADOR	43.87 g	170.37 fg	174.33 cde
PIPONES	DESGRANADOR	86.83 c	302.35 b	267.45 b
	JAPONICO	66.90 de	242.03 bcd	205.17 c
	PUNTO ROJO	108.65 b	243.68 bcd	202.75 c
	VELA	50.67 fg	141.07 g	139.55 efgh
MECHUDOS	PATECHULO	73.35 cd	262.33 bc	144.33 efg
	DORADO RAYON	72.23 cd	238.50 bcde	319.88 a
	PAJACAPE	145.83 a	409.25 a	105.00 h
	PAJALIMPIA	70.97 d	226.17 cdef	134.20 fgh
RAYONES	PUNTO MORADO	52.30 efg	146.82 g	134.75 fgh
	TIGRE	70.97 d	190.30 defg	156.91 def
	MANCHADO	70.80 d	143.52 g	111.27 gh

1/ En las columnas, los promedios con letras iguales no son significativamente diferentes entre sí, según Tukey.

Treinta días después de la emergencia el rojo MPC alcanza la mayor área foliar (145.83 cm^2) siendo significativamente superior a los otros tipos de rojo, mientras que la menor la registra VD con 43.87 cm^2 . A los 60 días, nuevamente el MPC presenta el valor más alto de área foliar (409.25 cm^2) y es significativamente diferente con los rojos PD, MP, PPR, PJ y MDR, los cuales alcanzan entre 238 y 302 cm^2 .

El rojo MPC que había alcanzado hasta los 60 días las mayores áreas foliares, a los 90 días de la emergencia, muestra la menor área debido a la senescencia de hojas por su período vegetativo de mayor precocidad. Por otro lado, el MDR debido a su ciclo de cultivo tardío, 90 días después de la emergencia, presenta el mayor valor de área foliar (319.88 cm^2), siendo significativamente diferente con PD que alcanza la segunda mayor área foliar con 267.45 cm^2 , seguido por PJ y PPR.

Los rojos MPC y PD muestran superior área foliar (AF) que les permite una mayor captación de radiación solar y una mayor acumulación de materia seca.

El promedio del peso seco foliar por planta no presenta diferencia estadística entre los tipos de rojo. Con relación a los tres períodos de evaluación independientemente muestran diferencias estadísticas.

Treinta y sesenta días después de la emergencia, el mayor peso foliar lo registró el MPC con 0.96 y 4.59 grs respectivamente, y fue significativamente superior en las dos épocas a los demás rojos. Seguidamente los rojos PD, MP y CV-6 alcanzaron los mayores pesos foliares entre 0.69 y 0.73 grs para 30 días, y 3.08 a 3.18 grs para los 60 días. En el tercer período de evaluación el MDR y PD fueron significativamente superiores a los otros rojos en estudio (Tabla 11).

El promedio del peso seco total más alto (11.11) lo alcanza MPC seguido por PD, MPL, VC-6 y MDR, los cuales son significativamente superiores a los otros materiales de rojo, mientras que los valores más bajos se presentan en PV (5.59) y VD (5.54).

El rojo MPC presenta a los 30 y 60 días el mayor peso seco total (1.92 y 14.13 grs respectivamente) y es

TABLA 11. PESO SECO FOLIAR (gr) DE DIFERENTES TIPOS DE ARROZ ROJO, EN TRES PERIODOS DE DESARROLLO DEL CULTIVO. SALDANA, TOLIMA. 1/

GRUPOS	TIPOS DE ARROZ ROJO	DIAS DESPUES DE EMERGENCIA		
		30	60	90
VARIETALES	VARIETAL C-4	0.500 e	1.802 ef	1.918 cd
	VARIETAL C-6	0.713 bc	3.082 bc	2.153 bc
	VARIETAL C-9	0.590 d	2.003 ef	2.457 bc
	VAR. DESGRANADOR	0.402 f	1.758 ef	2.582 b
PIPONES	DESGRANADOR	0.730 bc	3.185 b	3.513 a
	JAPONICO	0.447 ef	2.465 bcdef	2.698 b
	PUNTO ROJO	0.765 b	2.242 cdef	2.650 b
	VELA	0.418 ef	1.645 f	2.355 bc
MECHUDOS	PATECHULO	0.693 bc	3.127 b	2.595 b
	DORADO RAYON	0.593 d	2.595 bcde	3.772 a
	PAJACAPE	0.960 a	4.588 a	2.103 bcd
	PAJALIMPIA	0.685 bc	2.902 bcd	2.442 bc
	PUNTO MORADO	0.457 ef	2.355 bcdef	2.475 bc
RAYONES	TIGRE	0.668 cd	2.222 cdef	2.543 b
	MANCHADO	0.690 bc	2.140 def	1.522 d

1/ En las columnas, los promedios con letras iguales no son significativamente diferentes entre si, según Tukey.

significativamente superior a PD, el cual registra seguidamente los mayores pesos (1.42 y 9.78 grs).

Noventa días después de emergencia, los rojos PD y MPC con 17.88 y 17.27 grs son significativamente superiores a MP, MDR, MPL, PC-6 y PJ. Los menores pesos (9.83 a 10.48 grs) se registran en los rojos RM, VC-9, VD y PV (Tabla 12).

El mayor peso seco foliar y total en los rojos MPC y PD determinan potencialmente una tasa de crecimiento de cultivo (TCC) superior, debida a la acumulación de biomasa por un crecimiento corto y rápido de la fase vegetativa (Clavijo, 1987).

La Tabla 13 muestra el mayor número de panículas por planta (7.5) en el rojo MP, seguido por el MDR con 6.7, los cuales fueron significativamente diferentes con los demás. Por otro lado, el menor número de panículas (4.5 a 4.8) se obtuvo en los rojos PJ, PV, VD y VC-9, los cuales no son estadísticamente diferentes entre sí.

Todos los tipos de rojo en estudio presentan un macollamiento inválido con excepción del rojo VD. Este

TABLA 12. PESO SECO TOTAL (gr) DE DIFERENTES TIPOS DE ARROZ ROJO
EN TRES PERIODOS DE DESARROLLO DEL CULTIVO. SALDANA,
TOLIMA. 1/

GRUPOS	TIPOS DE ARROZ ROJO	DIAS DESPUES DE EMERGENCIA		
		30	60	90
VARIETALES	VARIETAL C-4	0.98 ef	5.78 ef	10.60 def
	VARIETAL C-6	1.37 bc	9.10 bcd	12.52 bcd
	VARIETAL C-9	1.13 de	6.05 ef	10.03 ef
	VAR. DESGRANADOR	0.73 g	5.73 ef	10.17 ef
PIPONES	DESGRANADOR	<u>1.42 b</u>	<u>9.78 b</u>	<u>17.88 a</u>
	JAPONICO	0.80 fg	7.97 bcde	11.75 bcdef
	PUNTO ROJO	1.30 bcd	7.25 cdef	11.45 cdef
	VELA	0.80 fg	5.48 f	10.48 ef
MECHUDOS	PATECHULO	<u>1.35 bc</u>	<u>9.32 bc</u>	<u>13.68 b</u>
	DORADO RAYON	1.17 cde	7.47 bcdef	13.67 b
	PAJACAPE	1.92 a	14.13 a	17.27 a
	PAJALIMPIA	1.27 bcd	8.70 bcd	13.18 bc
	PUNTO MORADO	0.97 ef	7.77 bcdef	11.90 bcde
RAYONES	TIGRE	1.33 bcd	6.92 def	11.38 cdef
	MANCHADO	1.22 bcd	6.78 def	9.83 f

1/ En las columnas, los promedios con letras iguales no son significativamente diferentes entre sí, según Tukey.

TABLA 13. COMPONENTES DE RENDIMIENTO POR PLANTA DE DIFERENTES TIPOS DE ARROZ ROJO. SALDARA, TOLIMA. 1/

GRUPOS	TIPOS DE ARROZ ROJO	PANICULAS No. :	LONG.PANIC. cm	GRAMOS No.	VANIA/TO (%)	RENDIMIENTO (grs)
VARIANTALES	VARIETAL C-4	5.7 bcd	22.9 ab	520 bcd	12.5 cde	10.5 efg
	VARIETAL C-6	5.7 bcd	18.3 fg	465 cdef	16.1 abc	11.3 def
	VARIETAL C-9	4.5 d	21.2 abcdef	443 cdef	16.4 abc	12.3 cdef
	VAR. DESGRANADOR	4.7 cd	21.7 abcdef	615 a	20.8 a	14.1 bcd
PIPONES	DESGRANADOR	6.0 bc	23.7 a	719 a	13.4 cd	19.4 a
	JAPONICO	4.8 cd	22.1 abcd	730 a	15.4 bc	16.4 ab
	PUNTO ROJO	5.5 bcd	20.4 bcdefg	607 ab	12.3 cde	16.6 ab
	VELA	4.7 cd	19.8 cdefg	380 ef	19.8 ab	10.1 efg
MECHUDOS	PATRUCHO	7.5 a	20.2 bcdefg	526 bcd	15.4 bc	12.7 cde
	DORADO RAYON	6.7 ab	18.7 fg	399 def	18.3 ab	9.4 fg
	PAJACAFE	5.8 bcd	22.3 abc	572 bc	18.6 ab	15.5 bc
	PAJALINPIA	5.5 bcd	19.0 efg	422 def	9.3 de	9.9 efg
	PUNTO MORADO	5.3 bcd	20.6 bcdefg	502 bcde	8.3 e	12.3 cdef
RAYONES	TIGRE	6.0 bc	19.4 defg	499 bcde	11.6 cde	11.5 def
	MANCHADO	5.5 bcd	18.2 g	348 f	13.2 cde	8.0 g

1/ En las columnas, los promedios con letras iguales no son significativamente diferentes entre sí, según Tukey.

macollamiento inválido varía desde un 8% para el grupo de varietales hasta un 16% para los rojos mechudos.

Los resultados muestran que el rojo MP una vez cumplido su ciclo de cultivo, continúa la producción de macollas que en un corto tiempo producen nuevamente semillas que reinfestan los campos de arroz.

La longitud de panícula es superior en los rojos PD, VC-4, MPC, PJ, VD y VC-9, los cuales muestran diferencias significativas con los demás. La longitud de panícula o tamaño del vertedero es un indicativo de la capacidad de formar florecillas y producir mayor cantidad de semillas.

Los arroces rojos PJ, PD, PV y VD presentan el mayor número de granos por planta (730 a 615) y son significativamente diferentes a los demás, mientras que los rojos RM, PV y MDR tienen el menor número de granos (348 a 399). Por otra parte, el mayor vaneamiento (>18%) ocurre en los rojos VD, PV, MPC y MDR. En general, más del 50% de los rojos estudiados presentan un vaneamiento superior al 15%.

El mayor rendimiento (19.4 grs/planta) se obtiene con el rojo PD, seguido por los rojos PJ (16.4) y PPR (16.6), los cuales estadísticamente son iguales, pero difieren significativamente con los demás. Los menores rendimientos, inferiores a 10.6 grs/planta, se presentan en los rojos VC-4, PV, MPL y RM (Tabla 13).

Algunas características fisiológicas del rojo PD como un rápido crecimiento del cánopi, una buena relación entre el área foliar y la captación de radiación solar, y una inherente habilidad para distribuir sus asimilados, permiten un mayor llenado de granos o vertederos y un alto índice de cosecha.

4.2. Experimento 2. ANALISIS DE LA COMPETENCIA ENTRE LA VARIEDAD ORYZICA-1 Y TRES TIPOS DE ROJO.

4.2.1. Características morfofisiológicas de competencia.

El promedio de las características evaluadas en Oryzica-1 en competencia con los rojos VC-6, MP y PD muestran diferencias altamente significativas.

El promedio de altura de planta de Oryzica-1 es afectada significativamente cuando crece en mezcla con el rojo PD, mientras que con VC-6 y MP la altura es igual a cuando crece sin competencia.

Los parámetros de número de hojas, área foliar, índice de área foliar (IAF), duración del área foliar (DAF) y número de macollas por planta, se comportan de igual forma en Oryzica-1 cuando crece sola y en competencia con el rojo VC-6; sin embargo, estos parámetros son afectados significativamente cuando crece en competencia con PD y MP (Tabla 14).

La mayor interferencia presentada por el rojo PD se debe al tipo de planta. Un abundante follaje, con hojas largas y anchas proporciona un mayor sombreamiento que impide la elongación normal de los tallos de Oryzica-1, debido a la menor captación de radiación solar y a la baja producción de asimilados. El rojo MP por su follaje menos denso y sus láminas foliares más delgadas, permite una mayor penetración de luz que favorece el desarrollo de la planta de Oryzica-1.

TABLA 14. COMPORTAMIENTO MORFOFISIOLÓGICO PROMEDIO DE LA VARIEDAD ORYZICA-1
EN COMPETENCIA CON TRES TIPOS DE ROJO. SALDANA, TOLIMA. 1/

CARACTERÍSTICAS	CONDICIONES DE COMPETENCIA			
	SIN COMPETENCIA	CON VARIETAL	CON PATECHULO	CON DESGRANADOR
ALTURA (cm)	61.67 a	60.57 a	60.16 a	56.81 b
HOJAS (No./pl)	19.92 a	19.21 ab	18.14 b	16.69 c
AREA FOLIAR (cm ²)	105.21 a	100.67 a	92.00 b	79.06 c
MACOLLAS (No./pl)	5.36 a	5.36 a	4.62 b	4.36 c
PESO SECO FOLIAR (grs)	1.11 a	1.04 b	0.98 b	0.80 c
PESO SECO TOTAL (grs)	3.81 a	3.43 b	3.29 b	2.55 c
TAN (gr/cm ² /día)	0.00172 a	0.00152 ab	0.00145 b	0.00139 b
TCR (gr/día)	0.07638 a	0.07177 a	0.06318 b	0.07177 a
TCC (gr/cm ² /día)	0.00095 a	0.00084 ab	0.00085 ab	0.00071 b
IAF	1.05230 a	1.00680 a	0.92010 b	0.79060 c
RAF (cm ² /gr)	34.04000	36.06900	34.86700	36.92700
DAF	15.12 a	14.65 a	13.54 b	11.63 c

1/ Los promedios de los parámetros con letras iguales, no son significativamente diferentes entre sí, según DMS.

El peso seco del follaje y el total decrece significativamente cuando Oryzica-1 compite con cualquiera de los tres rojos en estudio, mientras que la tasa de asimilación neta (TAN) es significativamente afectada cuando crece en mezcla con MP y PD. Por otro lado, la tasa de crecimiento relativo (TCR) es estadísticamente inferior en competencia con MP y la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) decrece significativamente con el rojo PD (Tabla 14).

Los rojos MP y PD compiten eficientemente con Oryzica-1. El MP en competencia afecta la TCR de la variedad debido a que en la etapa de plántula presenta un crecimiento rápido y durante el macollamiento una habilidad inherente para producir macollas; mientras que, el rojo PD en todas las etapas compite regularmente, incrementando su habilidad de competencia a partir de los 50 a 60 días, debido a la elongación de tallos y a la producción de mayores cantidades de biomasa (Diarra y otros, 1985; Smith y otros, 1977).

Los promedios de las diferentes características evaluadas en el arroz rojo VC-6 en monocultivo y en competencia con Oryzica-1, solamente muestran diferencias estadísticas en tres de los parámetros evaluados. Cuando

el rojo VC-6 crece en mezcla con la variedad, incrementa significativamente la TCR, el peso seco del follaje y el peso seco total (Tabla 15).

Esta ganancia en la acumulación de materia seca del VC-6 en competencia se debe a un ligero incremento del área foliar y del número de macollas.

No se presentan diferencias significativas en el promedio de los parámetros evaluados en el rojo MP cuando crece sólo o en mezcla con Oryzica-1, excepto en el peso seco foliar, el cual es significativamente superior (1.7 grs) cuando está en competencia que cuando crece en monocultivo (1.4 grs) (Tabla 16).

Cuando MP crece en competencia incrementa su peso seco foliar debido a un ligero aumento en la producción de hojas y a la duración del área foliar.

El arroz rojo PD es significativamente superior en varios parámetros de los evaluados tales como número de hojas, área foliar, peso seco foliar y total, IAF, RAF y DAF, cuando crece en mezcla con Oryzica-1, ocasionando una

TABLA 15. COMPORTAMIENTO MORFOFISIOLÓGICO PROMEDIO DEL ROJO VARIETAL C-6 EN COMPETENCIA CON LA VARIEDAD ORYZICA-1. SALDARA, TOLIMA.

CARACTERISTICAS	CONDICIONES DE COMPETENCIA	
	SIN COMPETENCIA	CON ORYZICA-1
ALTURA (cm)	84.16	83.33
HOJAS (No./pl)	21.38	22.14
AREA FOLIAR (cm ²)	118.57	125.35
MACOLLAS (No./pl)	5.47	5.87
PESO SECO FOLIAR (grs)	1.31 b	1.61 a
PESO SECO TOTAL (grs)	4.91 b	5.76 a
TAN (gr/cm ² /día)	0.00192	0.00199
TCR (gr/día)	0.06582 b	0.08458 a
TCC (gr/cm ² /día)	0.00130	0.00160
IAF	1.18600	1.25360
RAF (cm ² /día)	28.86200	29.33400
DAF	17.09	18.07

1/ Los promedios de los parámetros con letras iguales, no son significativamente diferentes entre sí, según DMS.

TABLA 16. COMPORTAMIENTO MORFOFISIOLÓGICO PROMEDIO DEL ROJO MECHUDO PATICHULO EN COMPETENCIA CON LA VARIEDAD ORYZICA-1. SALDARA, TOLIMA

CARACTERISTICAS	CONDICIONES DE COMPETENCIA	
	SIN COMPETENCIA	CON ORYZICA-1
ALTURA (cm)	76.64	77.24
HOJAS (No./pl)	25.09	25.88
AREA FOLIAR (cm ²)	139.18	147.54
MACOLLAS (No./pl)	7.31	7.57
PESO SECO FOLIAR (grs)	1.45 b	1.70 a
PESO SECO TOTAL (grs)	5.14	5.87
TAN (gr/cm ² /día)	0.00205	0.00180
TCR (gr/día)	0.06997	0.07303
TCC (gr/cm ² /día)	0.00144	0.00171
IAF	1.39190	1.47560
RAF (cm ² /día)	30.55500	31.36400
DAF	20.14	21.36

1/ Los promedios de los parámetros con letras iguales, no son significativamente diferentes entre sí, según DMS.

inhabilidad en el crecimiento y desarrollo de la variedad. Estos resultados coinciden con los encontrados por Patterson, 1985 y Zimdahl, 1980. (Tabla 17).

El PD en competencia no solamente impide el normal desarrollo de Oryzica-1 afectando varias características morfofisiológicas, sino que presenta un tiempo de interferencia negativa persistente a través de las fases vegetativa y reproductiva, lo que le permite producir un mayor número de macollas y hojas y una mayor cantidad de materia seca.

La longitud y el número de panículas, las espiguillas vacías y el peso de 100 granos no presentan diferencias significativas.

El número de granos disminuye significativamente en un 36% en Oryzica-1, cuando crece en mezcla con el rojo PD; así mismo, el rendimiento por planta también disminuye significativamente (38.4%) en competencia con PD, mientras que con MP decrece un 26.5% y un 6.3% con VC-6.

Los rojos PD y MP afectan el número de vertederos en Oryzica-1 incidiendo directamente en el rendimiento, debido

TABLA 17. COMPORTAMIENTO MORFOFISIOLÓGICO, PROMEDIO DEL ROJO PIPON DESGRANADOR EN COMPETENCIA CON LA VARIEDAD ORYZICA-1. SALDANA, TOLIMA.

CARACTERISTICAS	CONDICIONES DE COMPETENCIA	
	SIN COMPETENCIA	CON ORYZICA-1
ALTURA (cm)	74.63	74.83
HOJAS (No./pl)	22.66 b	24.38 a
AREA FOLIAR (cm ²)	159.91 b	173.19 a
MACOLLAS (No./pl)	6.52	6.83
PESO SECO FOLIAR (grs)	1.66 b	1.84 a
PESO SECO TOTAL (grs)	5.50 b	6.22 a
TAN (gr/cm ² /día)	0.00168	0.00176
TCR (gr/día)	0.06824	0.07145
TCC (gr/cm ² /día)	0.00156	0.00181
IAF	1.59910 b	1.71290 a
RAF (cm ² /día)	31.34000 b	34.22300 a
DAF	23.11 b	24.93 a

1/ Los promedios de los parámetros con letras iguales, no son significativamente diferentes entre sí, según DMS.

a la interferencia que producen en el área foliar de la variedad en la etapa de inicio de primorio floral, época crítica en la cual se determina la formación de la panícula y el número de granos.

El menor porcentaje de vaneamiento (14.98%) ocurre en Oryzica-1 sin competencia y es significativamente diferente cuando la variedad crece en competencia con PD (22.35%) y con MP (20.02%) y muy similar con VC-6 (Tabla 18).

El rojo VC-6 cuando esta en competencia con Oryzica-1 incrementa significativamente el número de granos en 6.5% y el rendimiento por planta en 16%, debido a su mayor acumulación de materia seca, lo cual favorece el llenado de granos (Tabla 19).

Los rojos MP y PD en monocultivo y en competencia con Oryzica-1 no presentan diferencias significativas en los parámetros de rendimiento evaluados.

La alta competitividad de los rojos PD y MP muestra una particularidad que consiste en una competencia de la supervivencia y mantenimiento. Estos rojos al incrementar principalmente su índice de área foliar interfieren

TABLA 18. COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE LA VARIEDAD ORYZICA-1 EN COMPETENCIA
CON TRES TIPOS DE ROJO. SALDANA, TQLIMA.

CARACTERISTICAS	CONDICIONES DE COMPETENCIA			
	SIN COMPETENCIA	CON VARIETAL	CON PATECHULO	CON DESGRANADOR
PANICULAS (No./pl)	4.83	4.67	4.17	3.67
LONG.PANICULA (cms)	20.13	19.80	19.73	19.183
GRANOS LLENOS (No./pl)	259.33 a	242.17 a	201.83 ab	166.67 b
ESPIGUILLAS VACIAS/pl.	45.17	52.17	50.00	46.50
VANEAMIENTO (%)	14.98 c	17.93 bc	20.02 ab	22.31 a
PESO 100 GRANOS (grs)	2.93	2.93	2.77	2.78
RENDIMIENTO (grs/pl)	7.60 a	7.12 a	5.59 ab	4.68 b

1/ Los promedios de los parámetros con letras iguales, no son significativamente diferentes entre sí, según DMS.

TABLA 19. COMPONENTES DE RENDIMIENTO DEL ROJO VARIETAL C-6 EN COMPETENCIA
CON LA VARIEDAD ORYZICA-1. SALDANA, TOLIMA.

CARACTERISTICAS	CONDICIONES DE COMPETENCIA	
	SIN COMPETENCIA	CON ORYZICA-1
PANICULAS (No./pl)	5.00	5.50
LONG.PANICULA (cms)	23.63	25.38
GRANOS LLENOS (No./pl)	482.67 b	534.17 a
ESPIGUILLAS VACIAS/pl.	91.17	107.00
VANBAMIENTO (x)	15.82	16.65
PESO 100 GRANOS (grs)	2.65	2.78
RENDIMIENTO (grs/pl)	12.79 b	14.86 a

1/ Los promedios de los parámetros con letras iguales, no son significativamente diferentes entre sí, según DMS.

negativamente en el normal desarrollo de Oryzica-1. Estos incrementos en los rojos PD y MP pueden sobrepasar el índice de área foliar óptimo y de esta manera, las hojas sombreadas son incapaces de mantener tasas de asimilación neta (TAN) adecuadas, determinando bajas en la TCR y en la TCC, afectando la eficiencia fotosintética, por lo cual no se producen incrementos en los componentes de rendimiento (Tablas 20 y 21).

4.3. Experimento 3. INFLUENCIA DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO, LA PROFUNDIDAD DE SIEMBRA Y EL TIEMPO DE PERMANENCIA DENTRO DEL SUELO SOBRE LA GERMINACION DE SEMILLAS DE ARROZ ROJO.

En la Tabla 22 se puede apreciar que el mayor porcentaje de germinación se registra en Oryzica-1 (97.76%), seguido por el rojo MP, los cuales no muestran diferencias entre sí. Por otro lado, Oryzica-1, MP y VC-6 son significativamente diferentes al PD, el cual alcanza el menor porcentaje de germinación (63.7%).

El genotipo del rojo PD está afectando directamente la germinación de las semillas debido a la influencia de

TABLA 20. COMPONENTES DE RENDIMIENTO DEL ROJO MECHUDO PATECHULO EN
COMPETENCIA CON LA VARIEDAD ORYZICA-1. SALDANA, TOLIMA.

CARACTERISTICAS	CONDICIONES DE COMPETENCIA	
	SIN COMPETENCIA	CON ORYZICA-1
PANICULAS (No./pl)	7.33	7.33
LONG.PANICULA (cms)	18.02	18.37
GRANOS LLENOS (No./pl)	506.33	535.83
ESPIGUILLAS VACIAS/pl.	148.67	163.67
VANRAMIENTO (%)	22.65	23.29
PESO 100 GRANOS (grs)	2.35	2.45
RENDIMIENTO (grs/pl)	11.93	13.19

1/ Los promedios de los parámetros con letras iguales, no son significativamente diferentes entre sí, según DMS.

TABLA 21. COMPONENTES DE RENDIMIENTO DEL ROJO PIPON DESGRANADOR EN COMPETENCIA CON LA VARIEDAD ORYZICA-1. SALDASA, TOLIMA.

CARACTERISTICAS	CONDICIONES DE COMPETENCIA	
	SIN COMPETENCIA	CON ORYZICA-1
PANICULAS (No./pl)	5.67	5.83
LONG.PANICULA (cms)	23.40	23.27
GRANOS LLENOS (No./pl)	558.67	598.17
ESPIGUILLAS VACIAS/pl.	113.33	116.33
VANEAMIENTO (%)	16.96	16.28
PESO 100 GRANOS (grs)	2.75	2.73
RENDIMIENTO (grs/pl)	15.30	16.348

1/ Los promedios de los parámetros con letras iguales, no son significativamente diferentes entre sí, según DMS.

TABLA 22. GERMINACION DE SEMILLAS DE DIFERENTES GENOTIPOS DE ARROZ. SALDAÑA, TOLIMA.

ARROZ ROJO O VARIEDAD	GERMINACION (%)	
ORYZICA-1	97.76	a
MECHUDO PATECHULO	97.04	a
VARIETAL C-6	94.48	b
PIPON DESGRANADOR	63.70	c

1/ Los promedios con letras iguales no son significativamente diferentes entre sí, según DMRT.

algunos factores ambientales (Bawley y Black, 1985), o a variables del suelo que interactúan cambiando continuamente, influyendo en la germinabilidad o dormancia de las semillas dentro del suelo (Taylorson, 1970).

La interacción entre el contenido de humedad y el genotipo es altamente significativa entre el PD y los otros tres genotipos en los tres sistemas de riego.

Oryzica-1, MP y VC-6 presentan los mayores porcentajes de germinación tanto en el riego intermitente como por inundación, siendo significativamente superiores a PD que alcanza 69.9 y 63% respectivamente. Por otro lado, en seco VC-6 es significativamente inferior (91.4%) a Oryzica-1 y MP, mientras que PD también registra la menor germinación (57.94%) (Tabla 23)

El rojo PD está determinando en los tres contenidos de humedad del suelo dormancia de las semillas como consecuencia de la menor concentración de uno o más factores ambientales para su germinación (Barcelló y otros, 1985; Taylorson, 1970; Roberts, 1972).

TABLA 23. EFECTO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO SOBRE LA GERMINACION DE SEMILLAS DE DIFERENTES GENOTIPOS DE ARROZ. SALDAÑA, TOLIMA. 1/

ARROZ ROJO O VARIEDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD		
	INUNDACION	INTERMITENTE	SECANO
ORYZICA-1	98.00 a	98.44 a	96.83 a
MECHUDO PATECHULO	97.39 a	98.06 a	95.67 a
VARIETAL C-6	96.33 a	95.67 a	91.44 b
PIPON DESGRANADOR	63.28 d	69.89 c	57.94 e

1/ Los promedios con letras iguales no son significativamente diferentes entre sí, según DMRT.

Oryzica-1 y MP en las tres profundidades de siembra presentan porcentajes de germinación significativamente superiores (95 a 99.3%), a las alcanzadas por el rojo PD. Por otra parte, el VC-6 a la profundidad de 5 cms no muestra diferencia significativa con Oryzica-1 y MP, mientras que con PD es estadísticamente superior. A los 15 y 25 cms, VC-6 es significativamente superior a PD (Tabla 24).

En general, Oryzica-1, MP y VC-6 alcanzan germinaciones estadísticamente superiores al PD en las tres profundidades de siembra, observándose los menores valores en PD cuando las semillas son sembradas a los 15 y 25 cms de profundidad.

De acuerdo con estos resultados y la viabilidad (95%) al momento de la siembra de cada uno de los materiales en estudio, se puede establecer que el efecto de la profundidad de siembra en cada genotipo, incrementa la dormancia de las semillas de PD en 12, 47 y 41% cuando son sembradas a 5, 15 y 25 cms de profundidad, respectivamente.

Por otro lado, es probable que los cambios en la dormancia y en la germinabilidad de las semillas de PD

TABLA 24. EFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE SIEMBRA SOBRE LA GERMINACION DE SEMILLAS DE DIFERENTES GENOTIPOS DE ARROZ. SALDANA, TOLIMA. 1/

ARROZ ROJO O VARIEDAD	PROFUNDIDAD DE SIEMBRA (cms)		
	5	15	25
ORYZICA-1	98.39 a	97.44 ab	97.44 ab
MECHUDO PATECHULO	99.28 a	95.00 abc	96.83 abc
VARIETAL C-6	97.22 ab	93.72 bc	92.50 c
PIPON DESGRANADOR	84.06 d	50.94 f	56.11 e

1/ Los promedios con letras iguales no son significativamente diferentes entre sí, según DMRT.

enterradas en el suelo, ocurran por efecto de la luz y se presenten ciclos de dormancia y una fotodependencia que son controlados por el fitocromo (Taylorson, 1972).

El PD presenta entre los tres tipos de rojo el más alto índice de semilla, lo cual le permite una mayor capacidad para germinar a mayores profundidades de siembra. Sin embargo, PD disminuye en un alto porcentaje la germinación, debido posiblemente a que este tipo de rojo requiere de mayores concentraciones de oxígeno y de temperaturas más altas para su germinación que los otros tres genotipos en estudio, lo cual se puede explicar por lo resultados encontrados por Taylorson, 1970.

El efecto de la permanencia de la semilla dentro del suelo, sobre la germinación de la semilla de arroz, no presenta diferencia estadística. Independientemente del genotipo, el tiempo que permanece la semilla dentro del suelo, no afecta el porcentaje de germinación de la variedad Oryzica-1, como tampoco el de los tres tipos de arroz rojo y por lo tanto la germinabilidad se presenta en forma similar para cualquier época de evaluación (Tabla 25).

TABLA 25. EFECTO DE PERMANENCIA DE LA SEMILLA DENTRO DEL SUELO SOBRE LA GERMINACION DE DIFERENTES GENOTIPOS DE ARROZ. SALDANA, TOLIMA. 1/

ARROZ ROJO O VARIEDAD	PERMANENCIA DENTRO DEL SUELO (meses)			
	1	3	5	7
ORYZICA-1	96.88	97.18	98.29	98.66
MECHUDO PATECHULO	98.07	95.40	96.81	97.85
VARIETAL C-6	91.77	93.40	94.74	98.00
PIPON DESGRANADOR	58.88	62.22	65.03	68.66

Estos resultados reiteran que el genotipo del rojo PD presenta una marcada dependencia de algunos factores ambientales como la luz, la temperatura y la concentración de oxígeno, los cuales están incidiendo directamente en la germinación de sus semillas. Por el contrario, en los rojos MP y VC-6 y en la variedad, la germinabilidad es muy semejante a la obtenida en las pruebas de laboratorio. Así mismo, los factores como contenido de humedad del suelo, la profundidad de siembra y el tiempo de permanencia dentro del suelo afectan a un solo genotipo, el rojo PD en forma proporcional en sus diferentes niveles, por la variación de algún factor ambiental.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la zona arrocera de Saldaña, la alta infestación de arroz rojo permitió seleccionar 15 tipos de arroz rojo de los cuales nueve presentan glumas color pajizo, dos glumas negras y cuatro glumas de color intermedio entre dorado y marrón. Los rojos más comunes y abundantes en los campos de arroz de la zona son el PD, MP y VC-6.

Los grupos de los rojos pipones, mechudos y rayones mostraron las características típicas tanto en planta como en semillas de los arroces comúnmente llamados rojos y por lo tanto se pueden diferenciar más fácilmente de las variedades de arroz.

Los rojos clasificados en el grupo de los varietales por presentar plantas y semillas con características fenotípicas similares a las variedades de arroz, son los materiales de rojo más difíciles de diferenciar en el campo en las labores de descontaminación manual de plantas y en los laboratorios en los análisis de calidad de arroz paddy.

Los varietales presentan poca altura lo que no les permite sobresalir fácilmente en los cultivos de arroz, con excepción de VC-6 que tiene porte alto. Los pipones PD y PJ sobresalen fácilmente en el campo con relación a Oryzica-1 y a otras variedades de porte similar. En general los rojos mechudos son de porte alto con excepción del MDR.

El MPC debido a su mayor precocidad y altura desde la etapa de plántula se puede diferenciar fácilmente de las variedades cultivadas e iniciar tempranamente su descontaminación en los campos de arroz. Lo mismo se puede hacer con MP debido principalmente a sus láminas foliares que son bastante delgadas; sin embargo, VC-6 y PD a pesar de ser altos, en la etapa de plántula son muy parecidos a la variedad Oryzica-1 y por lo tanto es difícil diferenciarlos en los primeros estados de desarrollo del cultivo.

Entre los varietales estudiados, el VC-6 por sus características morfofisiológicas como mayor número de hojas, macollas, área foliar y peso seco foliar y total, en varios años puede ser uno de los rojos más competitivos y difíciles de manejar, sin restarle importancia al resto de varietales que año tras año pueden ser más abundantes y limitar en forma significativa el proceso de multiplicación de semilla certificada, ya que actualmente ocasionan los

mayores rechazos de materiales de arroz a nivel de laboratorio.

Para el caso de los rojos varietales se debe profundizar la investigación sobre su caracterización morfofisiológica y su parte genética, con el fin de ampliar la información que aporta este estudio y poder encontrar y ajustar patrones para su manejo y control.

El grupo de los pipones fue el más susceptible al desgrane y presenta el mayor periodo de dormancia (60 - 70 días). En este grupo, el rojo PD por ser totalmente dormante (0% de germinación) hasta los 15 días después de recolectado, su dormancia puede variar según el grado de madurez fisiológica que tenga la semilla en el momento del desgrane y también al manejo que sea sometida.

Entre los 15 rojos estudiados, después del MPC, el rojo PD alcanza los mayores valores de área foliar, peso seco foliar y total, características que adicionadas a la mayor dormancia de sus semillas, a la mayor longitud y número de granos/panícula y a un alto rendimiento por planta, lo colocan como el tipo de rojo de mayor importancia en el cultivo del arroz y se deben tomar ciertas recomendaciones para su manejo y control.

Entre los rojos mechudos, el MP tiene un tipo de planta con algunas características morfofisiológicas que lo hacen altamente competitivo.

El MP tiene una mayor producción y renovación de hojas mayor que los otros tipos de rojo al igual que una capacidad de macollamiento superior, características que le aseguran una alta intensidad de competencia. Este rojo tiene la habilidad de continuar la producción de macollas después de completar su ciclo de cultivo, por lo tanto no se recomienda en la postcosecha dejar la soca del MP en el campo por mucho tiempo, porque empieza a macollar y producir semillas rápidamente.

De los resultados de competencia se concluye que de las doce características estudiadas en la variedad Oryzica-1, solamente dos fueron afectadas significativamente cuando la variedad crece en mezcla con el rojo VC-6; cuando esta en competencia con los rojos MP y PD, se afectan nueve y diez características respectivamente. Con estas cifras se puede establecer que los tipos de arroz rojo MP y PD son altamente competitivos con Oryzica-1, mientras que VC-6 lo hace en una forma menos competitiva.

El rojo PD al estar presente en los campos de arroz y crecer en competencia al 50% con Oryzica-1 incrementa

significativamente su capacidad biológica en más del 58% de las características estudiadas, estableciendo que entre los tres tipos de rojo es el que muestra la mayor capacidad para competir.

Cuando las semillas de los tres arroces rojos y de Oryzica-1 se siembran a diferentes profundidades y contenidos de humedad del suelo, se puede concluir que los rojos MP y VC-6 tienen un porcentaje de germinación muy semejante al de la variedad, y similar al registrado en la prueba de laboratorio, mientras, que el rojo PD disminuye significativamente. A 5 cms de profundidad el porcentaje de germinación disminuye en un 12%, incrementándose a 47 y 41% cuando se siembra a 15 y 25 cms respectivamente.

Estos cambios en la dormancia y germinabilidad del PD se deben a la influencia de algunos factores ambientales como la luz, la temperatura y/o la concentración de oxígeno.

Con base en estos resultados se puede recomendar que en campos infestados con rojo PD, se debe permitir un mayor tiempo de exposición de las semillas cuando caen en la superficie del suelo para estimular la liberación de la dormancia.

La preparación del suelo debe hacerse 60 días después de la cosecha, con el fin de no profundizar las semillas que incrementan su dormancia, haciendo más difícil su manejo y control.

6. RESUMEN

En la granja experimental "La Joya" de FEDEARROZ en Saldaña, Tolima, durante los semestres 1989B y 1990A se realizaron tres ensayos sobre caracterización morfofisiológica de algunos tipos de arroz rojo (Oryza sativa L.).

Las semillas de arroz rojo y de Oryzica-1 se recolectaron manualmente en los campos de arroz; se clasificaron, se almacenaron y se realizaron pruebas de laboratorio cada 15 días hasta cuando la germinación fue superior al 80%.

El experimento No.1 describe los 15 tipos de rojo más comunes de la zona de Saldaña. Con base en caracteres morfológicos de la espiguilla se les asignó un nombre a cada rojo y posteriormente se clasificaron en cuatro grupos principales denominados Varietales, Pipones, Mechudos y rayones.

El grupo de los rojos Pipones presentó el mayor período de dormancia (60-70 días). Entre los 15 rojos, PD registró

después del MPC los mayores valores de área foliar y peso seco del follaje y total, características fisiológicas que lo hacen muy competitivo.

El experimento No.2 estudió la respuesta de Oryzica-1 en sus características morfofisiológicas tanto en monocultivo como en competencia con los rojos VC-6, MP y PD, sembrados directamente en el campo.

Con los resultados obtenidos en el análisis de competencia se puede establecer que los tipos de rojo MP y PD son altamente competitivos con Oryzica-1 afectando 9 y 10 de las características evaluadas respectivamente, mientras que VC-6 tiene un comportamiento muy similar al de la variedad. También se concluye que cuando PD crece en mezcla incrementa en un 58% la capacidad biológica y muestra una mayor competitividad que los otros dos rojos.

El tercer experimento cuantifica la germinación de semillas de los rojos VC-6, MP y PD y de Oryzica-1 bajo diferentes contendios de humedad del suelo, profundidades de siembra y tiempo de permanencia dentro del suelo.

Cincuenta semillas fueron colocadas en sobres de malla de polipropileno y sembradas en bolsas plásticas a profundidades de 5, 15 y 25 cms y mantenidas durante siete meses a diferentes contenidos de humedad del suelo: saturación, sobresaturación y seco con aguas lluvias.

En general, Oryzica-1 y los rojos MP y VC-6 en los tres niveles de humedad y a cualquiera de las tres profundidades de siembra, presentan germinaciones normales y similares a las obtenidas en la prueba de laboratorio (95%). Por el contrario, PD disminuye significativamente el porcentaje de germinación, especialmente a las profundidades de 15 y 25 cms y presenta ciclos de dormancia debido a la influencia de factores ambientales como la luz, la temperatura y la concentración de O_2 .

BIBLIOGRAFIA

- Angladette, A. 1969. El arroz, Colección Agricultura Tropical. Ed. Blume, Madrid. 867 p.
- ~~Baker, J.B. y E.A. Sonnier. 1982. Arroz rojo y su control.~~
Revista Comalfi. Volumen IX (No. 1, 2, 3 y 4). 63-72.
- Barcelló, C.J., G.N. Rodrigo, B. Sabater, y R. Sánchez. 1985. Fisiología vegetal. Ediciones Pirámide, S.A. Madrid. España. pags 682 - 699.
- Baldwin, F.L. 1978. Red rice control in alternate crops. Páginas 16-18. In: Red Rice : Research and Control. Texas Agric. Exp. Stn. Bull. B-1270.
- Bewley, J.D. y M. Black. 1985. Seed-Physiology of Development and Germination. Plenum Press. New York and London. 267 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT. Sin fecha. Sistema de evaluación estandar para arroz.

Programa de pruebas internacionales de arroz para América Latina. Cables CINATROP. Cali. Colombia.

Clavijo, J. 1987. Effects of interaction between red rice and two cultivars on morphological, physiological and ecological characteristics. Ph.D. Dissertation. Louisiana State University. 129 p.

Clavijo, J. 1987. Una nueva interpretación de la competencia. Revista Comalfi. Volumen XIV: 31 -36.

Clavijo, J. 1989. Análisis del crecimiento en malezas. Revista Comalfi. Volumen XVI: 12 - 16.

Clavijo, J. y J.B. Baker. 1988. Germinación, emergencia y crecimiento temprano de arroz rojo y cuatro variedades de arroz. Agronomía Colombiana. Volumen V: 3-7.

Cohn, M.A. and J.A. Hughes. 1981. Seed Dormancy in Red Rice (*Oryza sativa*). I. Effect of Temperature on Dry-Afterripening. Weed Sci. 29: 402 - 404.

Constantin, M. J. 1960. Characteristics of red rice in Louisiana. Ph.D. Dissertation. Louisiana State Univ., Baton Rouge, LA. 95 pp.

Craigmiles, J.P. 1978. Red rice; Research and control. Proceedings of red rice symposium held at Texas A and M. University. p 5.

Chandler, R.F., Jr. 1979. Rice in the tropics. A guide to the development of national programs. Interagriculture development service, Westview press Colorado, p. 256, Fred. A. Praeger Publisher.

Chandraratna, M.F. 1964. Genetics and Breeding of Rice. Longman Green and Co., London. 389 p.

Chapman, A. L. y M. L. Peterson. 1962. The seedling establishment of rice under water in relation to temperature and dissolved oxigen. Crop Sci. 2:391-395.

De Datta, S.K. 1981. Principles and Practices of Rice Production. John Wiley & Sons, New York. 618 p.

Diarra, A., R.J. Smith, Jr., y R.E. Talbert. 1985. Growth and morphological characteristics of red rice (*Oryza sativa*) biotypes. Weed Sci. 33: 310-314.

Diarra, A., R.J. Smith, Jr., y R.E. Talbert. 1985. Interference of red rice (*Oryza sativa*) with rice (*O. sativa*). Weed Sci. 33:644-649.

- Díaz, A. 1978. Arroz rojo. Federación Nacional de Arroceros. Revista Arroz. Vol. 27: 18-24. Bogotá, Colombia.
- Dodson, W. R. 1898. Red rice. Louisiana Agric. Exp. Stn. Bull. 50: 206 - 226.
- Dodson, W. R. 1900. Rice weeds in Louisiana. Louisiana Agric. Exp. Stn. Bull. 61: 415 - 421.
- DoLago, A. A. 1982. Characterization of red rice (*Oryza sativa* L.) Phenotypes in Mississippi. Ph.D. Dissertation. Mississippi State Univ., Mississippi State, MS. 143 pp.
- Evans, G.C. 1972. The quantitative analysis of plant growth. Studies in ecology. Vol. I. Blackwell Scientific Publications, London.
- García, E. 1987. Release and induction of dormancy in seeds of red rice (*Oryza sativa* L.) in the field and laboratory. Ph.D. Dissertation. Mississippi State University. 95 p.

Gardner, F.P., R.B. Pearce, y R. L. Mitchell. 1985. Physiology of crop plants. Iowa State University Press, Iowa.

~~Glaunier, J. y W. Holzner. 1982.~~ Interference between weeds and crops: A review of literature. Pages 149-159 in W. Holzner and N. Numata, eds. Biology and ecology of weeds. Dr. W. Junk Publishers. The Hague.

Goss, W.L. y E. Brown. 1939. Buried red rice seed. Journal of the American Society of Agronomy. 31:633-637.

Harper, J.L. 1977. Population biology of plants. Academic Press London.

~~Hayashi, J. y N. Morifugi. 1972.~~ Studies on the dormancy and germination of rice seed. I. The influence of temperatures and gaseous conditions on dormancy and germination in rice seeds. Jap. J. Trop. Agric. 16: 115 - 120.

~~Hayashi, M. 1977.~~ Studies on dormancy and germination of rice seed. V. The effects of the high temperature treatment on breaking the dormancy of the high moisture seeds in rice. Jap. J. Trop. Agric. 20: 164 - 171.

Helpert, C.W. y E.F. Eastin. 1978. Basic red rice research in Texas. Pages 27-29 in E.F. Eastin, ed. Red Rice: Research and control. Texas Agric. Exp. Stn. Bull. B-1270.

Hoagland , R.E. y R.N. Paul. 1978. A comparative SEM study of red rice and several commercial rice (*Oryza sativa*) varieties. Weed Sci. 26: 619 - 625.

Holm, L.J., V. Pancho, J.P. Herberger y D.L. Plucknett. 1979. A geographical atlas of world weeds. John Wiley and Sons, New York.

Holm, R.E. 1972. Volatile metabolites controlling germination in buried weed seeds. Plant Physiol. 50: 293 - 297.

Huey, B.A. y F.L. Baldwin. 1978. Red rice control. Pages 19-25 in: Red Rice: Research and control. Texas Agric. Exp. Stn. Bull. B-1270.

Hunt, R. 1978. Plant growth analysis. Studies in Biology No. 96. Edward Arnold Publishers, London.

- Hunt, R. 1982. Plant growth curves: The functional approach to plant growth analysis. University Park Press, Baltimore.
- Ikehashi, H. 1972. Induction and test of dormancy of rice seeds by temperature condition during maturation. Jap. J. Breed. 22: 209 - 216.
- International Rice Research Institute (IRRI). 1983. Seed and plant metabolism. p. 9 - 10. In: IRRI 1983 Annual Report. Los Baños, Philippines.
- Jennings, P.R. y J. de Jesús, Jr. 1964. Effect of heat on breaking dormancy in rice. Crop Sci. 4: 530 - 532.
- Jodon, N.E. 1959. Occurrence and importance of natural crossing in rice. Rice J. 62: 8 - 10.
- Mikkelsen, D.S. y N.S. Evatt. 1966. Soils and fertilizers. Páginas 65 - 73 In Rice in the United States: Varieties and production. U.S. Dep. Agric. Handbook 289. U.S. Gov. Printing Office, Washington, D.C.
- Montealegre, F.A. y J.P. Vargas. 1989. Efecto de algunas prácticas culturales sobre la población de arroz rojo y los rendimientos del arroz comercial. Federación

Nacional de Arroceros. Revista Arroz. Vol. 38: 19-24.
Bogotá, Colombia.

Nelson, R.J. 1907. Rice culture. Arkansas Agric. Exp. Stn.
Bull. 94: 31 - 45.

Nikolaeva, M.G. 1977. Factors controlling the seed dormancy
Pattern. p. 51 - 71. In: A.A. Khan (ed.), The
Physiology and Biochemistry of seed Development and
Germination. Elsevier Biochemical Press., Amsterdam.
447 p.

Parker, C. y M.L. Dean. 1976. Control of wild rice in rice.
Pestic. Sci. 7: 402-416.

Patterson. D.T. 1985. Comparative ecophysiology of weeds
and crops. Páginas 101-129 In S.O. Duke, (ed) weed
physiology. Vol. 1. Reproduction and ecophysiology. CRC
Press, Boca Raton, Florida.

Ponnamperuma, F.N. 1972. The chemistry of submerged soils.
Adv. Agron. 24: 29 - 96.

Price, J.B., Jr. 1977. Red rice control in rice using
herbicides plus safeners. M.S. Thesis, Texas A&M Univ.,
Collage Station, 26 p.

Radford, P.J. 1967. Growth analysis formulae-their use and abuse. *Crop Sci.* 7: 171 - 175.

~~Radosevich, S.R.~~ 1987. Methods to study interactions among crops and weeds. *Weed Technology.* 3: 190 - 198.

~~Radosevich, S.R.~~ y' J. Holt. 1984. *Weed ecology. Implications for vegetation management.* John Wiley and Sons. New York. 261 p.

Roberts, E.H. 1961. Dormancy of rice seed. I. The distribution of dormancy periods. *J. Exp. Bot.* 12: 319-329.

Roberts, E.H. 1961. Dormancy in rice seed. II. The influence of covering structures. *J. Exp. Bot.* 12: 430 - 445.

Roberts, E.H. 1962. Dormancy in rice seed. III. The influence of temperature, moisture, and gaseous environment. *J. Exp. Bot.* 13: 75 - 94.

Roberts, E. H. 1963. An investigation of inter-varietal differences in dormancy and viability of rice seed. *Ann. Bot.* 27: 365 - 369.

- Rosero, M.J. 1974. El cultivo del arroz. Manual de asistencia técnica No.9 ICA-FEDEARROZ. Bogotá, Colombia. p 14 - 18.
- Shafer, D.E. and D.O. Chilcote. 1970. Factors influencing persistence and depletions in buried seed. Crop Sci. 10: 342 - 345.
- Shanmugasundaram, A. 1953. Studies on dormancy in short-term rices. Madras. Agric. J. (India) 40: 477 - 487.
- ~~Sikder, H.P.~~ 1973. Dormancy of paddy seed in relation to difference moisture contents of grains and dates of harvests. J. Agric. Sci. Camb. (India) 81: 159 - 163.
- Smith, R.J., Jr. 1981. Control of red rice (*Oryza sativa*) in water-seeded rice (*O. sativa*). Weed Sci. 29:663-666.
- Smith, R.J., Jr. 1988. Weed Thresholds in Southern U.S. rice, (*Oryza sativa*). Weed Technology. 2:232-241.
- Smith, R.J., Jr. W. T. Flinchum , y D. E. Seaman. 1977. Weed control in U.S. rice production. U.S. Dep. Agric., Agric. Handb. 497. Agric. Res. Serv., U.S. Dep. Agric. 78 pp.

- Smith, R.J., Jr. y W.T. Fox. 1973. Soil water and growth or rice and weeds. *Weed Sci.* 21: 61-63.
- Sonnier, E.A. 1977. Red Rice Studies. Water management experiment. *La Rice Exp. Stn. Ann Prog. Rep.* 66: 107-133.
- Sonnier, E.A. 1978. Cultural Control of red rice. Proceedings of red rice symposium held at Texas A and M. University. 10-15 p.
- Tateoka, T. 1963. Taxonomic studies of *Oryza*. III Key to the species and their enumeration. *Bot. Mag (Takio)* 76:165-173 p.
- Taylorson, R.B. 1970. Changes in dormancy and viability of weed seeds in soils. *Weed Sci.* 18: 265 - 269.
- Taylorson, R.B. 1972. Phytochrome controlled changes in dormancy and germination of buried weed seeds. *Weed Sci.* 20: 417 - 422.
- Taylorson, R.B. y S.B. Hendricks. 1977. Dormancy in seeds. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 28: 331 - 354.

The International Rice Research Institute. 1988. Standard Evaluation System of Rice. The International Rice Testing Program. 3 Ed. Los Baños, Laguna, Philippines. 54 p.

Tsunoda, S. and N. Takahashi. 1984. Biology of Rice. Japan Scientific Societies Press, Tokyo. 210 p.

U.S. Department of Agriculture. 1966. Rice in the United States: Varieties and production. Agricultural Research Service. Agriculture Handbook No. 289. Washington, D.C.

Villiers, T. A. 1972. Seed dormancy. P. 220 - 276. In: T.T. Kozlowski (ed.), Seed Biology, Vol. II. Academic Press, New York, NY. 315 p.

Villiers, T. A., and D. J. Edgcumbe. 1975. On the cause of seed deterioration in dry store. Seed Sci. and Technology 3: 761 - 774.

Vincenheller, W.G. 1906. Rice growing in Arkansas. Arkansas Agric. Exp. Stn. Bull. 89: 119-129.

Yoshida, S. 1981. Growth and development of the rice plant. Páginas 1-63 In S. Yoshida, (ed). Fundamentals of Rice

Crop Science. Int. Rice Res -Inst., Los Baños,
Philippines.

Zimdahl, R.L. 1980. Weed-crop competition: A review. IPPC.
Oregon State University. 195 p.

**Biblioteca Agropecuaria
de Colombia - BAC**



010100027072