



I. INTRODUCCION

El arroz constituye una especie vegetal bastante adaptable a distintas condiciones ambientales y de cultivo. Se siembra en regiones que difieren en clima, suelos, plagas y enfermedades predominantes etc. y por personas que tienen sus propios sistemas de cultivo, gustos, preferencias, costumbres, condiciones sociales y económicas, etc.

La demanda por arroz crece continuamente, en especial por parte de aquellos sectores de la población caracterizados por ingresos menores; de ahí que varios gobiernos estén preocupados por no poder satisfacer la demanda interna y tener que recurrir a importaciones de este producto. Algunos ven en el incremento de las áreas de secano una posibilidad de obtener una respuesta relativamente rápida y firme al problema del autoabastecimiento, siempre y cuando se disponga de una tecnología mejorada.

En el mundo se siembran aproximadamente 15 millones de Has en arroz secano, los cuales en términos generales están distribuidos así: 9 millones en la parte sur y suroriental del Asia, 1.44 millones en Africa Occidental y 5.3 millones en América Latina. Por otra parte, se estima

1/ Trabajo presentado en la 4a. Reunión del Programa de Pruebas Internacionales de Arroz. Agosto 10-14. 1.981. CIAT. Cali, Colombia.

2/ Fitomejorador. Programa Arroz. CIAT. A. A. 6713. Cali, Colombia.

41 8376

28 MAR. 1995

que en el Asia existen pocas oportunidades de lograr aumentos en el área de arroz seco, mientras que en Africa y en América Latina existen buenas posibilidades de lograr aumentos no solo en áreas sino también en los rendimientos.

El Brasil representa el 96.5% del área arrocera de seco en América Latina; casi toda la producción de arroz de América Central, exceptuando Nicaragua, proviene del sector seco; México adoptó hace poco la política de incrementar la producción de seco en el Sur-este húmedo; en Colombia, Venezuela y Ecuador el sistema de seco representa partes significativas del área arrocera total, mientras que Perú está aumentando su producción a través de énfasis en el seco; la producción boliviana procede esencialmente del sistema seco. En la tabla I se presentan ciertas tendencias del sector seco en América Latina.

Este documento se propone discutir los distintos ecosistemas identificables en el sector seco en América Latina y definir las prioridades del programa de mejoramiento de arroz seco del CIAT.

II. Ecosistemas encontrados en arroz seco y prioridades

Es incorrecto pensar que el arroz seco en América Latina representa un sistema uniforme en el cual las prácticas agronómicas y los limitantes de producción son similares. Por el contrario, se caracteriza por presentar una sucesión continua de ecosistemas que van desde los mas bajos hasta los mas altos en productividad. Los suelos utilizados, así como también la pluviosidad y la distribución de las lluvias son muy variables (Tabla 2).

Es difícil subdividir esta continuidad de ecosistemas en varios subsistemas o clases que se pueden definir claramente; sin embargo, esta división aun cuando imprecisa, es necesaria con el fin de analizar cada subsistema en términos de sus limitantes tecnológicos, potencialidad, productividad, prioridades y objetivos.

1. Subsistencia

Se caracteriza por la ausencia de mecanización y aplicación de insumos agrícolas. El bosque es cortado, quemado y el arroz se siembra en huecos bastante separados hechos con un chuzo o pedazo de madera puntiagudo. Luego de 1-2 siembras, el cultivo se desplaza a tierra nueva. El tamaño de la plantación es alrededor de una hectárea por familia. Se siembran variedades nativas no mejoradas, de baja producción pero rústicas; el sistema es algo estable pero el rendimiento por hectárea es alrededor de una tonelada o menos. Este arroz es consumido en la finca.

El sistema es común en áreas remotas de colonización o en los alrededores de las fronteras agrícolas. No se conocen datos exactos sobre el área y producción total.

La familia aporta la mano de obra, lo cual constituye el principal limitante; esto restringe el tamaño de la explotación, impide reducir las distancias de siembra y el uso de insumos agrícolas. Las variedades altas, de panículas largas y con buena ejerción son preferibles ya que facilitan la cosecha, la cual es manual. El arroz es secado y almacenado en pequeños manojos.

Dadas las características de este ecosistema y su poca contribución a la producción regional total, el Programa de Mejoramiento de Arroz Secano de CIAT no hará investigación en él.

2. Secano Mecanizado: Moderado a Muy Favorecido

El secano mecanizado muy favorecido está confinado a áreas relativamente planas de América Central y Colombia; la precipitación total sobrepasa los 2.000 mm. durante un período de 6-8 meses, en el cual no hay períodos secos marcados. Los suelos generalmente son aluviales, fértiles, ligeramente ácidos y bien drenados. Se siembran variedades enanas y se aplican insumos. Los rendimientos promedios son de 2.5 Ton/Ha aun cuando rendimientos de 4-5 Ton/Ha son comunes en Colombia. Los factores limitantes principales son: malezas, enfermedades como piricularia y escaldado de la hoja y volcamiento.

El secano moderadamente favorecido es característico de la mayor parte de América Central y de una área grande en la región sub. amazónica del Brasil. Se diferencia del secano muy favorecido por tener una estación de lluvias mas corta, menos precipitación total y normalmente presenta un periodo seco durante el desarrollo del cultivo. En ocasiones, el suelo no es tan fértil como en el caso de Pará y Maranhao en Brasil. Variedades de porte bajo se siembran en América Central y de porte alto en Brasil. Los rendimientos promedios en estas dos zonas son de 2.0 y 1.5 Ton/Ha, respectivamente. Sin embargo, las fluctuaciones en rendimiento son grandes debido a la irregularidad de las lluvias. Los factores limitantes en esta región están representados por sequías moderadas, problemas nutricionales

(deficiencias), enfermedades, insectos y malezas. La escasez de agua en ciertas ocasiones reduce el rendimiento y dificulta la preparación del suelo, la siembra y la época de aplicación de los herbicidas y fertilizantes.

Algunas líneas y variedades desarrolladas en Colombia para condiciones de riego a través del programa cooperativo existente entre ICA, CIAT y Fedearroz, han causado cierto impacto en la producción de arroz seco en determinados países. Es conveniente analizar un poco este hecho ya que se pueden extraer algunas recomendaciones. Analicemos el caso de Costa Rica, el cual es bastante ilustrativo; hasta 1971 las variedades sembradas eran nativas o introducidas de Surinam, altas y susceptibles al vuelco; luego se introdujo IR 8 con lo cual la producción aumentó en forma dramática; luego de dos años fué reemplazada por CICA 4, la cual tuvo bastante éxito pero sólo duró dos años; en este período de cuatro años todas las variedades altas desaparecieron.

De esta experiencia se sacan dos observaciones: La primera indica que las variedades enanas rinden bien en las zonas favorecidas de América Central; la segunda implica que la corta vida de IR 8 y CICA 4 allí se debió a su susceptibilidad a piricularia.

Posteriormente, el Programa Nacional de arroz de Costa Rica entregó la variedad CR 1113, una línea proveniente del programa de arroz riego de Colombia y reseleccionada en Costa Rica; esta variedad ha cubierto casi toda el área arrocera de ese país durante varios años, lo cual se explica por:

- a. Buena capacidad de recuperación luego de una sequía.
- b. Buena capacidad de recuperación luego de un ataque severo de piricularia.
- c. Tolerancia a ciertos problemas de suelo tales como deficiencias de fósforo, hierro, zinc y manganeso.

Una tercera observación indica que la gran mayoría de las líneas avanzadas provenientes del programa de mejoramiento de riego de Colombia no se adaptan bien a las condiciones de secano predominantes en América Central. Lo más indicado es hacer selecciones partiendo de poblaciones segregantes, lo cual constituye la práctica actual.

Además se dispone de información adicional en Colombia en donde se cultiva arroz secano en dos regiones muy favorecidas. Las primeras variedades enanas (IR 8, CICA 4, etc.) se comportaron bien y rindieron más que las variedades tradicionales altas; sin embargo, rápidamente perdieron su tolerancia a piricularia. Ahora CICA 8 ocupa casi toda el área de secano en Los Llanos Orientales y su porcentaje aumenta en la Costa Atlántica.

Teniendo en cuenta estas consideraciones se puede decir que los objetivos para las condiciones de secano muy favorecido son similares a los de riego, o sea:

- a. Porte enano o intermedio de buen vigor
- b. Ciclo vegetativo de 110 a 130 días
- c. Resistencia al volcamiento
- d. Resistencia estable a piricularia

- e. Tolerancia a otras enfermedades foliares o de la panícula tales como Rynchosporium, Helminthosporium, Thanatephorus, etc.
- f. Resistencia a sogatodes
- g. Tolerancia a problemas de suelo: deficiencias y toxicidades
- h. Buen sistema radicular
- i. Grano largo, pesado (26-30 gr/1000) con muy poco centro blanco; contenido de amilosa y temperatura de gelatinización intermedias.

El volumen de cruzamientos será alto utilizando progenitores de secano de América, Africa y Asia; se hará énfasis en cruzamientos triples, poblaciones F2 grandes y se empleará el sistema de selección masal modificado de F2 a F5; en muy pocos casos se usará el sistema de pedigree. La evaluación y selección de los materiales se hará estrictamente bajo condiciones de secano en dos sitios en Colombia, (Los Llanos Orientales y Urabá) en donde se pueden exponer las poblaciones segregantes a diversos problemas de suelos y enfermedades.

Las sabanas de Colombia y Venezuela, la región de la selva del Perú y tal vez la parte norte del Brasil representan un subsistema en donde se combinan abundante precipitación con suelos ácidos infértiles. Sin embargo, existen allí variedades altas tradicionales que toleran la toxicidad del aluminio, la deficiencia de fósforo y ciertas enfermedades. Se estima que esta región reviste una gran potencialidad, por lo que recibirá cierta prioridad. El trabajo de selección y evaluación se realizará en el Centro Regional de Investigaciones La Libertad del ICA en Villavicencio.

La obtención de variedades para estas condiciones de suelos infértiles en donde la deficiencia hídrica no es un factor limitante dependerá

de una adecuada respuesta a los interrogantes siguientes:

- a. A que nivel se puede aumentar y estabilizar la producción; 3 ton/Ha representa una meta muy optimista?
- b. Podrá mantenerse la tolerancia a los problemas de suelos y enfermedades de las variedades nativas al usar densidades de siembra y niveles de fertilización mayores?
- c. Cuál es el tipo de planta ideal para este ecosistema?

3. Secano Mecanizado no Favorecido

Este sistema se caracteriza por presentar una precipitación total baja e irregular. Los períodos secos o "veranicos" pueden ocurrir en cualquier momento y repetirse varias veces; la duración de ellos también es variable y en ocasiones es de 20-30 días. La capacidad de retención de agua de los suelos es muy baja. La densidad de siembra es muy baja (60 cms entre surcos, 60-70 semillas/metro). Las variedades sembradas son altas, susceptibles al vuelco y a varias enfermedades; la utilización de insumos es muy escasa. El rendimiento promedio es aproximadamente 1 ton/Ha pero la variación es grande. También es común la presencia de suelos muy ácidos, infértiles con problemas de toxicidad de Aluminio y/o deficiencias de Fósforo y Zinc.

Este sistema es característico de la parte central del Brasil y reviste gran importancia para este país. La experiencia y conocimientos de los técnicos brasileños es fundamental para establecer qué clase de prioridad debe dársele a este tipo de secano.

Se está formando un vivero de variedades tradicionales de secano y líneas mejoradas de secano provenientes de Africa, Asia, IRAT, IITA, Brasil, Colombia, etc. con el fin de evaluarlos en los siguientes sitios:

- a. Llanos Orientales. Colombia: Suelos aluviales y precipitación alta.
- b. Llanos Orientales. Colombia: Sabanas infértiles y precipitación alta.
- c. Goiania. Brasil : Suelos moderadamente ácidos y precipitación baja.
- d. Región de la selva. Perú: Suelos ácidos y precipitación alta.

Estos sitios deben proveer información valiosa acerca de los diferentes limitantes en cada región. lo cual permitirá escoger los progenitores mas apropiados para un programa de cruzamientos.

Existen dudas acerca de si variedades de porte bajo pueden comportarse bien en áreas en donde la deficiencia hídrica es severa. La gran mayoría de las variedades de secano macollan poco y se desconoce si un macollamiento mayor puede contribuir a un mejor rendimiento en esas zonas. Mediante irradiación con CO^{60} se han obtenido mutantes enanas de IAC 25 y de otras variedades africanas tales como OS6 y Moroberekan con las cuales se podrían dilucidar algunos de estos interrogantes.

III. Variabilidad genética

En las tablas 3 y 4 se presentan datos sobre el comportamiento de algunas variedades y líneas promisorias en diferentes condiciones de secano. Ninguna de ellas rinde bien en todos los sitios; aun las variedades brasileras rinden mal en aquellos sitios en donde la precipitación es bastante errática.

Los datos también indican que algunas líneas mejoradas y variedades procedentes de los programas de riego del IRRI y de Colombia rinden muy bien en las condiciones de secano favorecido. Esto significa que ya existe bastante material disponible para estas condiciones, con lo cual puede obtenerse un progreso rápido y fácil. Las probabilidades de éxito para este ecosistema son mucho mayores que para el no favorecido.

Las perspectivas son bastante diferentes para el sistema de secano desfavorecido, ya que la variabilidad genética parece ser mas limitada. La búsqueda de progenitores mas adecuados debe tener una alta prioridad. El progreso en esta área será difícil y lento.

Dentro de las variedades tradicionales de secano existen muchas que presentan excelente calidad de grano y cocina, resistencia a ciertas enfermedades y a problemas de suelos y sequía; sin embargo, casi todos parecen ser susceptibles a Sogatodes y a hoja blanca, los cuales constituyen en factor limitante de la producción en la mayor parte de América Latina. Mediante cruzamientos apropiados con variedades de riego se puede obviar este inconveniente.

Tabla 1. Tendencia en áreas de secano en América Latina
 CNPAF. Goiania. Brasil. Marzo 8-14. 1.981

Pais	Aumento o Disminución en	
	Areas Favorecidas	Areas no Favorecidas
Argentina	No existen	No Existen
Bolivia	Aumento Modesto	Sin Información
Brasil	Aumento Grande	Disminución Gradual
Colombia	Aumento Grande	Disminución Gradual
Costa Rica	Aumento Pequeño	No Existe
México	Aumento Grande	Disminución Modesta
Panamá	Aumento Modesto	Sin información
Paraguay	Aumento Pequeño	No Existe
Nicaragua*	Aumento Modesto	No Existe

Tabla 2. Textura y pH del suelo y precipitación total en áreas de
secano en América Latina. VIRAL-S. 1979

País/Región	Textura	p H	Precipitación (mm)
México. Chiapas	Arenosa	4.1	842
México. Huimanguillo	Arcillosa	5.6	1322
Guatemala. Jutiapa	Arcillosa	5.4	861
Salvador. San Fco. gotera	Arcillosa	5.5	1540
Honduras. Guaymas	Fr. Arc.	6.5	—
Costa Rica. Cañas	Fr. Aren.	6.4	1213
Panamá. Tocumen	Fr. Arc.	6.5	803
Venezuela. Araure	Arcillosa	6.5	—
Brasil. Campinas	Ar. Aren.	5.5	1100
Perú. Yurimaguas	—	6.0	701
Bolivia. Portachuelo	Arcillosa	6.6	827
Colombia. La Libertad	Fr. Arc.	4.5	1659

Tabla 3. Rendimiento (Kg/Ha) de cuatro líneas promisorias bajo condiciones de secano favorecido en Colombia. Pruebas Regionales 1.979B - 1.980A

<u>Línea/Variedad</u>	<u>COSTA ATLANTICA</u>		<u>LLANOS ORIENTALES</u>	
	1979B ^{1/} - 1980A ^{2/}		1979B	1980A
5685	3200	5900	5913	5209
5709	2650	6262	5188	5525
5715	2040	—	4310	—
5738	2510	7843	4744	4561
CICA 8	2730	6693	5200	5236
CICA 4	2660	4725	2560	4547

1/ Precipitación Baja

2/ Precipitación Alta

Tabla 4. Rendimiento (Ton/Ha) de algunas líneas mejoradas y variedades bajo condiciones de secano en el Brasil. VIRAL-S. 1978

Linea o Variedad	L O C A L I D A D E S				
	UEPAE ^a BACABAL	CNPAF ^b GOIANIA	IAC ^b CAMPINAS	EPAMIG ^b UBERABA	UEPAE ^a RIO BRANCO
KN 361-1-8-6	4.9	2.6	0.5	0.7	4.0
IR 36	5.4	2.2	0.2	0.6	3.9
IR 1529-430-3	5.6	1.7	0.2	0.1	4.3
IR 2035-242-1	6.3	0.5	—	0.2	3.8
CICA 8	6.3	0.8	—	2.0	3.3
CR 1113	5.3	0.1	—	3.5	3.0
Testigo Local ^c	4.9	3.2	0.8	1.7	3.3

a : Secano favorecido

b : Secano no favorecido

c : IAC 1246, IAC 47 o IAC 25