

ESTUDIO COMPARATIVO DE VARIEDADES DE ARROZ EN LOS SISTEMAS
DE SIEMBRA ANEGADO Y SECANO

Por: Ing. José I. Murillo V. (+)

INTRODUCCION:

Durante varios años sé ha estado investigando el comportamiento de las variedades, tanto en condiciones de anegado como de secano, con el fin de seleccionar los materiales que para cada condición de siembra tengan una mejor adaptación.

En nuestro medio, pese a que el porcentaje más alto del área cultivada se realiza bajo condiciones de secano, año con año se ha venido incrementando el cultivo del arroz en condiciones de anegado; por lo tanto, se ha hecho necesario el dirigir los programas de investigación en este sentido.

Con el fin de conocer la respuesta de las variedades que tuvieron mejor comportamiento agronómico en años anteriores en los sistemas de siembra anegado y secano, se realizó conjuntamente un experimento usando ambos sistemas de siembra en la Estación Experimental "Enrique Jiménez Núñez".

MATERIALES Y METODOS:

En el presente estudio se evaluaron las variedades SML-140-5 (Tapuripa), SML-242 (Alupi), SML-508 (Galibi), SML-352 (Matapi), SML-467 (Apura), SML-359, IR-8 y R.D. Sandri x Lac-C253, mediante el diseño experimental de Bloques al Azar con cinco repeticiones.

La parcela efectiva sin bordes y cabeceras fue de 8 metros cuadrados.

La siembra se realizó a chorro corrido, usando una densidad de 100 Kg/Há. de semilla. En el caso de la siembra en anegado, los bancales fueron de 10 mts. cuadrados separados por muros y cada bancal correspondió a una parcela.

La fertilización se realizó de la siguiente manera: a la siembra se aplicó la fórmula 13-13-20 en la cantidad de 100 Kg/Há., y luego las aplicaciones de nitrógeno posteriores se hicieron a los 35 y 75 días después de la siembra, usando en cada caso 46 kgs. por hectárea de nitrógeno.

(+) Investigador en Mejoramiento Genético del Arroz, Departamento de Agronomía, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica.

Las enfermedades, esterilidad, desgrane y volcamiento se evaluaron usando una escala de valores de 1 a 5, en la cual 1 corresponde a resistente y 5 muy susceptible.

La floración se midió cuando había brotado más del 90% de las panojas. La longitud de panojas, altura de planta y número de panojas por metro cuadrado se midieron al momento de la cosecha. Para la altura de planta se tomaron 10 lecturas por parcelas, abarcando desde la corona de raíces hasta el nudo basal de la panoja. La longitud de panojas se midió como el promedio de 10 observaciones en cada parcela, tomando en cuenta la distancia comprendida entre el nudo basal de la panoja y su ápice. El número de panojas por metro cuadrado se midió mediante el uso de un marco de hierro de un metro cuadrado, el cual se colocó en el centro de cada una de las parcelas del experimento.

El rendimiento de grano se midió pesando el grano seco (14% de humedad) de cada una de las parcelas efectivas.

La paja de las parcelas efectivas se secó al sol hasta un 14% de humedad y luego se pesó para obtener su rendimiento.

La relación grano-paja se midió como porcentaje de grano; y el incremento de producción con el sistema de anegado en base al rendimiento obtenido con el sistema de secano.

RESULTADOS:

En el cuadro N° 1, en que se anotan los promedios de las evaluaciones de enfermedades y características agronómicas, se observa lo siguiente:

Con relación a Piricularia oryzae en la hoja, las variedades SML-140-5, SML-242 y SML-467 fueron altamente resistentes bajo los dos sistemas de siembra; por otra parte, las variedades SML-508, SML-352 e IR-8 fueron más susceptibles cuando se sembraron bajo el sistema de siembra de secano. La variedad SML-359 mostró igual susceptibilidad en ambos sistemas de siembra y finalmente la variedad R.D. Sadri x Lac-C253 fue más susceptible bajo el sistema de anegado.

Al estudiar la reacción de las variedades a Piricularia oryzae en la panoja, se notó que todas las variedades, excepto SML-359 y R.D. - Sadri x Lac-C253, mostraron mayor resistencia bajo las condiciones de siembra de anegado.

Al comparar la resistencia de las variedades a Rhizoctonia sp. se encontró que la única variedad que fue altamente resistente para ambos sistemas de siembra fue SML-140-5; sin embargo, se mostraron resistentes bajo el sistema de anegado las variedades SML-242 y SML-352, y bajo el sistema de secano las variedades SML-508, SML-467 e IR-8; siendo el resto de las variedades susceptibles en ambos sistemas.

Cuadro No. 1 EVALUACION DE LAS ENFERMEDADES Y CARACTERISTICAS TANTO BAJO EL SISTEMA DE RIEGO COMO DE SECANO.

Variedades y Sistema de Siembra (R y S)		O B S E R V A C I O N E S a/											
		Po.h	Po.p	R.sp	H.o.	H.B.	R.o.	C.sp	Es.	De.	Vo.	Fl.	Jo.
SML-140-5	R	1.00	1.00	1.00	2.00	1.20	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	109	149
	S	1.00	1.00	1.00	1.80	1.20	1.00	1.00	1.60	1.60	1.00	106	140
SML-242	R	1.00	1.00	1.00	1.20	1.60	1.20	1.00	1.60	1.20	1.20	109	149
	S	1.00	1.20	1.20	1.20	1.40	1.00	1.00	2.00	1.80	1.00	106	140
SML-508	R	1.00	1.00	1.20	2.20	1.20	1.00	1.00	1.60	1.60	1.00	109	149
	S	1.60	1.20	1.00	1.80	1.60	1.00	1.00	2.40	2.00	1.00	105	140
SML-352	R	1.00	1.20	1.00	2.20	1.40	1.80	1.00	1.40	1.40	1.60	109	149
	S	1.80	1.20	1.20	1.80	1.80	1.00	1.00	1.80	2.20	1.00	106	140
SML-467	R	1.00	1.00	1.10	1.20	1.00	1.00	1.00	1.80	1.60	3.80	109	149
	S	1.00	1.00	1.00	1.40	1.40	1.00	1.00	2.60	2.20	1.00	106	140
SML-359	R	1.20	1.80	1.20	1.80	1.20	1.00	1.20	1.40	3.20	1.60	109	149
	S	1.20	1.20	1.20	1.40	2.00	1.00	1.00	2.20	2.20	1.00	106	140
IR-8	R	1.00	1.00	1.20	1.60	1.00	2.60	1.00	1.00	1.40	1.00	91	126
	S	1.80	2.40	1.00	1.20	1.00	1.40	1.00	1.40	1.00	1.00	100	135
R.D.SxL.C-253	R	1.20	1.20	2.00	2.00	1.80	1.60	1.80	1.80	1.60	1.00	91	126
	S	1.00	1.00	2.00	1.00	2.20	1.00	1.20	2.20	1.60	1.00	87	121

a/ cada resultado es el promedio de las evaluaciones por parcela, de acuerdo con una escala de valores de 1 a 5 (1= resistente, 5= muy susceptible).

Po.h = Piricularia bryzae (en la hoja)

Po.p = Piricularia oryzae (en la panoja)

R.sp = Rhizoctonia sp (en el tallo)

Vo. = Volcamiento

H.o.= Helminthosporium oryzae

H.B.= Hoja Blanca

R.o.= Rhynchosporium oryzae

Fl. = Máxima floración (días)

C.sp= Capnodium sp

Es. = Esterilidad

De. = Desgrane

Co. = Periodo a la cosech

La enfermedad causada por Helminthosporium oryzae, en términos generales, fue más severa cuando las variedades se sembraron bajo condiciones de anegado, siendo las más afectadas SML-140-5, SML-508, SML-352 y R.D. Sadri x Lac-C253. Bajo condiciones de secano, las variedades no mostraron alta resistencia, excepto la R.D. Sadri x Lac-C253.

La incidencia de Hoja Blanca fue mayor en la variedad R.D. Sadri x Lac-C253.

La resistencia de las variedades en estudio a Rhynchosporium oryzae fue mayor cuando éstas se sembraron bajo condiciones de secano. Entre las variedades que mostraron mayor susceptibilidad se mencionan SML-352, IR-8 y R.D. Sadri x Lac-C253.

Se notó presencia de Capnodium sp. únicamente en la variedad SML-359, bajo condiciones de riego, y en la R.D. Sadri x Lac-C253 bajo las condiciones de riego y secano, siendo esta variedad muy afectada por el hongo.

Se realizó una evaluación cualitativa del grado de esterilidad que presentaban las variedades en ambos sistemas de siembra, y se mostró que únicamente la SML-140-5 e IR-8 mostraban muy poca esterilidad cuando se sembraron bajo condiciones de riego; sin embargo, cuando estas variedades se sembraron en secano aumentó el grado de esterilidad. En términos generales, se observó un mayor grado de esterilidad en todos los casos cuando las variedades se sembraron bajo el sistema de secano.

También fue estimado el desgrane de las variedades y se notó que bajo el sistema de secano aumentaba; sin embargo, las variedades SML-359 e IR-8 reaccionaron en forma contraria.

En relación al volcamiento (acame), todas las variedades fueron resistentes bajo el sistema de secano y en el sistema de anegado únicamente lo fueron SML-140-5, SML-508 y R.D. Sadri x Lac-C253.

En el Cuadro Nº 2 se resumen los promedios de los resultados obtenidos de las principales variables estudiadas bajo los sistemas de siembra de anegado y secano. De esta manera se observa que hubo un marcado incremento de producción de grano con el sistema de anegado en todas las variedades, excepto la SML-242, que posiblemente por razones de enfermedades bajó el rendimiento en un 5.5 % con relación al sistema de secano, además se observó para esta variedad un menor número de panojas por metro cuadrado en condiciones de anegado.

La relación grano-paja fue más estrecha en la variedad IR-8 y más amplia en la variedad R.D. Sadri x Lac-C253. Al comparar los sistemas de siembra se notó que esta relación era más estrecha en todos los casos bajo el sistema de anegado y más amplia con el sistema de secano.

Cuadro No. 2 RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS PRINCIPALES VARIABLES ESTUDIADAS BAJO LOS SISTEMAS DE SIEMBRA ANEGADO Y SECANO.

Variables y Sistemas de Siembra (R y S)		O B S E R V A C I O N E S						
		Rendimiento Grano Kg/Ha	Rendimiento Paja Kg/Ha	R.G-P*	IPGR**	Panojas por m ²	Long. de panojas cms	Altura plantas cm
SML-140-5	R	7335,00	10875,00	67,81	28,2	363,00	27,60	100,00
	S	5750,00	10125,00	56,79		245,00	25,40	93,60
SML-242	R	5537,50	8875,00	62,93	-5,5	205,20	27,60	98,00
	S	5862,00	10625,00	55,17		212,80	25,60	98,60
SML-508	R	5937,50	7625,00	77,86	23,6	288,20	28,00	106,00
	S	4800,00	10875,00	44,13		206,80	24,00	102,50
SML-352	R	6800,00	10000,00	68,00	21,9	259,80	27,00	103,20
	S	5575,00	11375,00	49,01		220,80	24,40	97,80
SML-467	R	6687,50	10750,00	62,20	23,8	255,40	28,40	100,80
	S	5400,00	11125,00	48,53		230,00	25,20	113,00
SML-359	R	5550,00	9750,00	56,92	15,6	355,20	25,60	102,20
	S	4800,00	11250,00	42,66		254,80	24,80	101,40
IR-8	R	7075,00	8000,00	88,43	20,1	317,40	20,20	58,00
	S	5887,00	7125,00	82,62	5	214,40	20,60	68,00
R.D.SxL.C-253	R	4525,00	9000,00	50,27	41,9	208,60	24,40	98,80
	S	3187,00	7750,00	41,12		175,40	27,20	107,40

* = relación grano-paja (expresada en porcentaje de grano)

** = incremento de la producción de grano palay con el sistema de riego,
(expresado en porcentaje).

El incremento en producción de grano con el sistema de anegado osciló entre 15 y 18% con la mayoría de las variedades sin embarg, R.D. Sadri x Iaco-253 tuvo un incremento menor, lo cual posiblemente se debió a que esta variedad fue muy atacada en condiciones de secano por el virus que invita hoy en Méjico.

El número de panojas por metro cuadrado fue mayor con el sistema de anegado, excepto en la variedad SMI-242.

La longitud de las panojas fue mayor con el sistema de anegado; únicamente la variedad R.D. Sadri x Iaco-253 tuvo un comportamiento diferente, en este caso con el sistema de secano se aumentó la longitud de panoja.

Las variedades SMI-140-5, SMI-509, SMI-552 y SML-359 aumentaron su altura con el sistema anegado; por otra parte, R.D. Sadri x Iaco-253, IR-8 y SML-467, fueron más altas cuando se sembraron en secano.

El análisis estadístico de los métodos de siembra se resume en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 3

ANÁLISIS DE LA VARIACION AL COMPARAR LOS MÉTODOS DE ANEGADO Y SECANO

VARIABLES	VERDADADES	MÉTODOS	INTERACCIÓN	C. V.
		SIEMBRA	VAR. x AN. Y SEC.	%
Rendimiento de grano	++	++	N.S.	13.22
Rendimiento de raja	++	+	++	7.90
Panojas/M ²	++	++	N.S.	10.38
Longitud de panojas	++	++	+	8.82
Altura de planta	++	N.S.	++	5.75

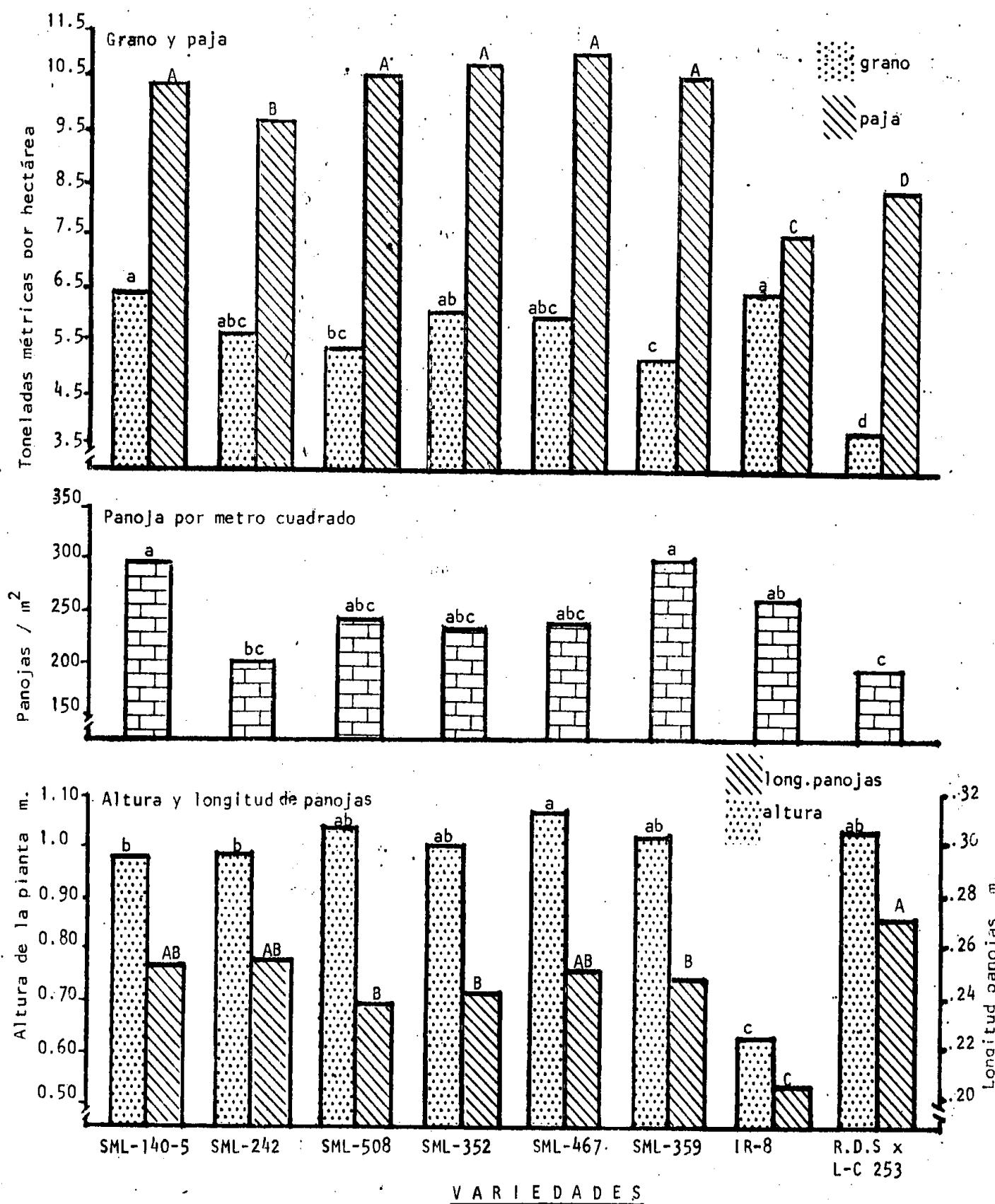
++ = Diferencia altamente significativa (1 %)

+= Diferencia significativa (5 %)

N.S. = Diferencia no significativa

De acuerdo con el cuadro anterior se observa que existió diferencia significativa al 1% entre las variedades sembradas con riego y el sistema de secano para cada una de las variables estudiadas. De la misma manera existió diferencia altamente significativa entre los métodos de siembra cuando se analizó el rendimiento de grano, número de panojas por metro cuadrado y la longitud de panojas, también en este caso se observó diferencia significativa para el rendimiento de raja y no hubo significancia para la altura de planta. La interacción de variedades por riego y secano fue altamente significativa al analizar la altura de planta y el ren-

Gráfico No. 1 ANALISIS CONJUNTO DE LOS SISTEMAS DE SIEMBRA
RIEGO Y SECANO; AGRUPAMIENTO DE LAS VARIEDADES POR DUNCAN AL 1%.



Barras con igual letra, son estadísticamente iguales.

dimiento de paja; por otra parte, hubo diferencia significativa al analizar la longitud de panojas y no significativa para el rendimiento de grano y el número de panojas por metro cuadrado.

Al analizar el comportamiento de las variedades en forma conjunta para los sistemas de anegado y secano se encontró, en el rendimiento de grano, que de acuerdo con Duncan al 1% se formaron cuatro grupos (Gráfica 1); el primero de estos grupos lo formaron las variedades SML-140-5, IR-8, SML-352, SML-467 y SML-242, con un promedio de 6197.5 Kgs. de grano por hectárea; el grupo cuyo rendimiento fue menor, lo formó la variedad R.D. Sadri x Lac-C253, con promedio de 3862.5 Kgs. de grano por hectárea.

El análisis del rendimiento de paja por Duncan al 1% mostró cuatro grupos (Gráfica 1); el primero de ellos formado por las variedades SML-467, SML-352, SML-359, SML-508 y SML-140-5, con promedio de 10697.2 Kgs. de paja seca por hectárea. El grupo que produjo menos paja lo formó la variedad IR-8 con promedio de 7625.0 Kgs. de paja por hectárea.

El análisis del número de panojas por metro cuadrado formó, de acuerdo con Duncan al 1%, tres grupos (Gráfica 1); el primero de ellos incluyó las variedades SML-359, SML-140-5, IR-8, SML-467 y SML-352, con promedio de 263.87 panojas por metro cuadrado. El tercer grupo lo formaron las variedades SML-508, SML-467, SML-352 y finalmente R.D. Sadri x Lac-C253, con promedio de 224.19 panojas por metro cuadrado.

La longitud de panojas formó, de acuerdo con Duncan al 1%, tres grupos (Gráfica 1). El primero agrupó las variedades R.D. Sadri x Lac-C253, SML-242, SML-140-5, y SML-467, con promedio de 25.85 cm. La variedad IR-8 formó el tercer grupo con un promedio de 20.6 cm. de longitud en la panoja.

El análisis de la altura de planta indicó, de acuerdo con Duncan al 1%, tres grupos, de los cuales el primero incluyó las variedades SML-467, SML-508, R.D. Sadri x Lac-C253, SML-359 y SML-242, con promedio de 103.28 cm. y el último grupo lo formó la variedad IR-8 con promedio de 63 cm. de altura.

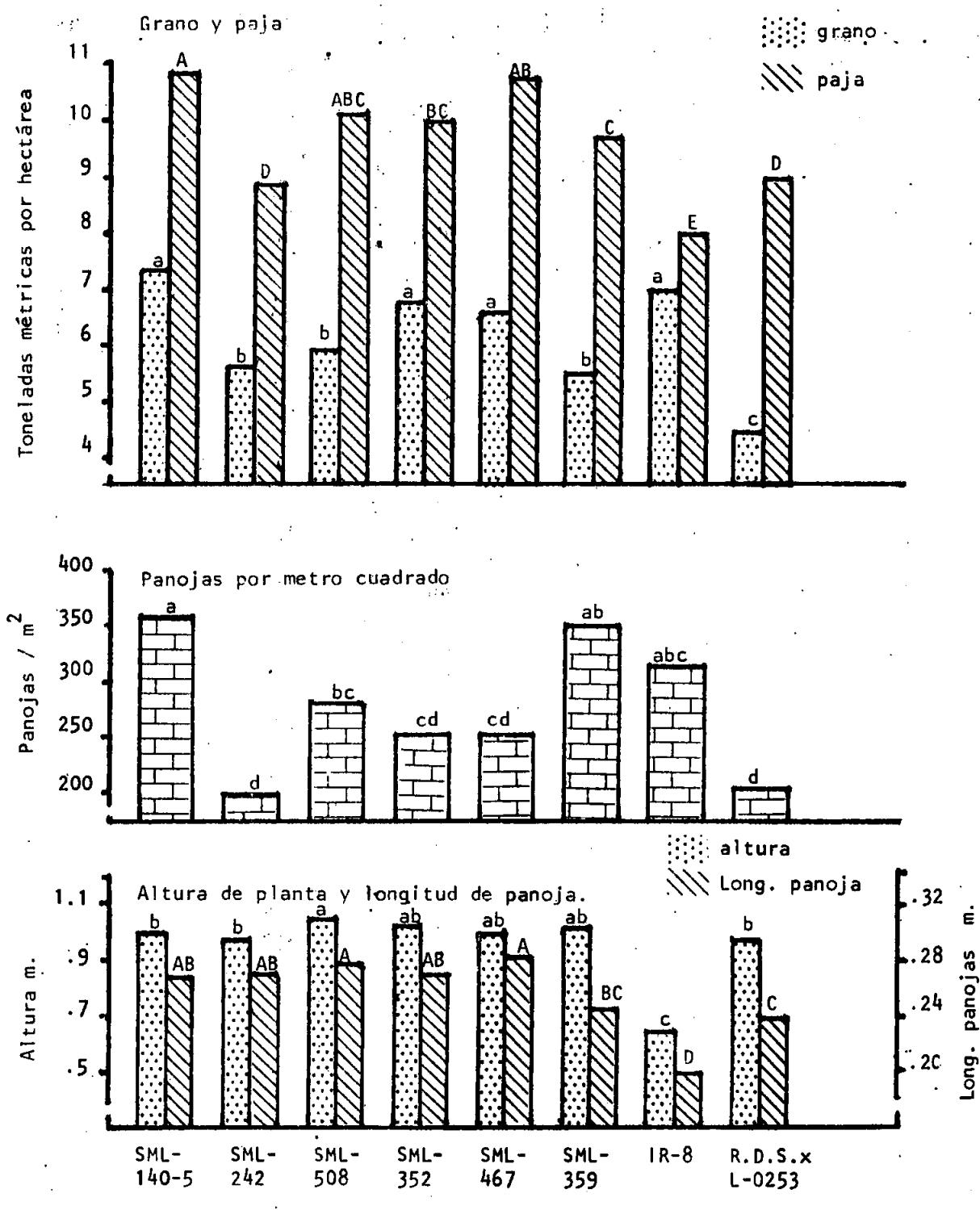
Al analizar el comportamiento de las variedades en el sistema de siembra anegado se encontró lo siguiente:

El agrupamiento por Duncan al 1% del rendimiento de grano (Gráfica 2), formó tres grupos, el principal con las variedades SML-140-5, IR-8, SML-352 y SML-467, con promedio de 6979.37 kgs. por hectárea, y el último grupo estuvo formado por la variedad R.D. Sadri x Lac-C253, con promedio de 4525 Kgs. de grano por hectárea.

El análisis del rendimiento de paja mostró, de acuerdo con Duncan al 1%, (Gráfica 2), cinco grupos; el de mayor rendimiento lo formaron las variedades SML-140-5, SML-467 y SML-508, con promedio de 10583.33 Kgs/Há. de paja seca. El grupo de más bajo rendimiento lo formó la variedad IR-8, con promedio de 8000 Kgs/Há. de paja seca.

Gráfico No. 2

ANALISIS ESTADISTICO DE DIFERENTES VARIABLES BAJO CONDICIONES DE ANEGADO, AGRUPAMIENTO DE LAS VARIEDADES POR DUNCAN AL 1 %.



Barras con igual letra son estadísticamente iguales al 1 %.

El análisis del número de panojas por metro cuadrado, de acuerdo con Duncan al 1%, (Gráfica 2), formó cuatro grupos; el principal con las variedades SML-140-5, SML-359 e IR-8, con promedio de 344.25 panojas por metro cuadrado. El grupo con menor número de panojas lo formaron las variedades SML-352, SML-467, R.D. Sadri x Lac-C253 y SML-242, con promedio de 229.18 panojas por metro cuadrado.

Al analizar la longitud de panojas por Duncan al 1% se formaron cuatro grupos (Gráfica 2); el primero de ellos con las variedades SML-467, SML-508, SML-242, SML-140-5 y SML-352, con promedio de 27.72 cm. El último grupo lo formó la variedad IR-8 con promedio de 20.2 cm.

El análisis de la altura de planta mostró tres grupos, de acuerdo con Duncan al 1%, (Gráfica 2); el primero con las variedades SML-508, SML-352, SML-359 y SML-467, con promedio de 103.05 cm. El tercer grupo lo formó la variedad IR-8 con 58.0 cm. de altura.

Cuando se analizó el comportamiento de las variedades en el sistema de secano se encontró lo siguiente:

El análisis del rendimiento de grano, de acuerdo con Duncan al 1%, (Gráfica 3), formó tres grupos; el de más alto rendimiento con las variedades IR-8, SML-242, SML-140-5, SML-352 y SML-467, con promedio de 5700.0 Kgs/Há. de grano. El grupo con más bajo rendimiento lo formó la variedad R.D. Sadri x Lac-C253, con promedio de 3187.50 Kgs/Há. de grano.

El análisis del rendimiento de paja por Duncan al 1% (Gráfica 3) formó tres grupos; el más importante o de mayor rendimiento con las variedades SML-352, SML-359, SML-467, SML-508 y SML-242, con promedio de 11050 Kgs. de paja seca por hectárea. El grupo de más bajo rendimiento lo formaron las variedades R.D. Sadri x Lac-C253 e IR-8, con promedio de 7437.50 Kgs. de paja seca por hectárea.

Al analizar el número de panojas por metro cuadrado se encontró que no existía diferencia significativa entre las variedades.

El análisis de la longitud de panojas indicó diferencia altamente significativa entre las variedades y, de acuerdo con Duncan al 1%, se formaron cinco grupos (Gráfica 3); el primero de ellos incluyó las variedades R.D. Sadri x Lac-C253, SML-242, SML-140-5 y SML-467, con promedio de 25.85 cm. El último grupo lo formó la variedad IR-8 con promedio de 20.6 cm. de longitud de panoja.

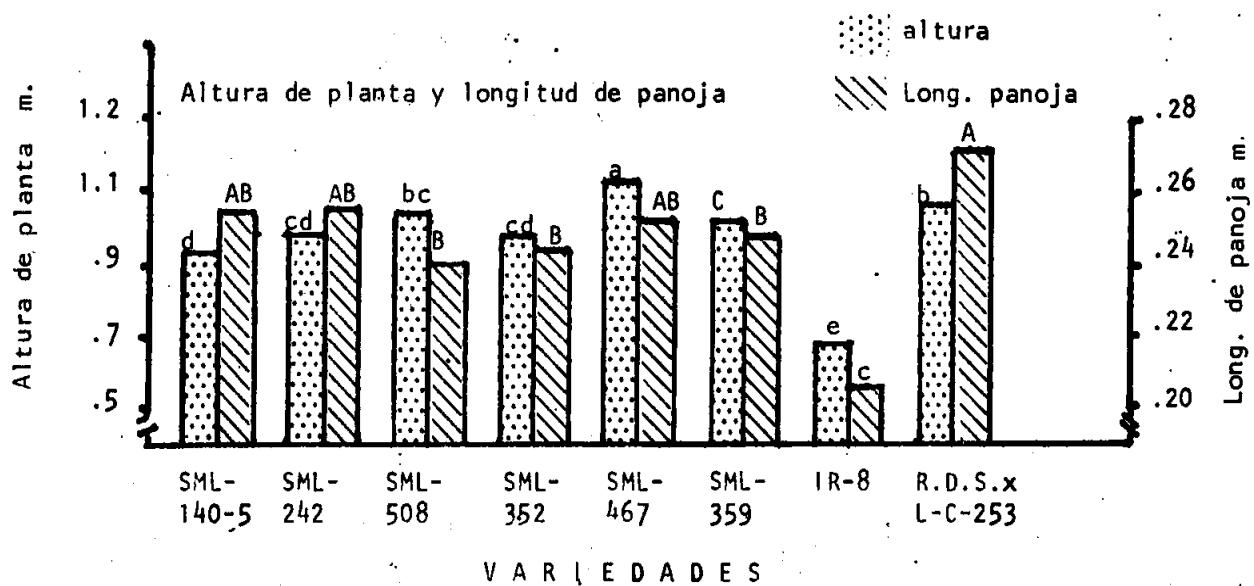
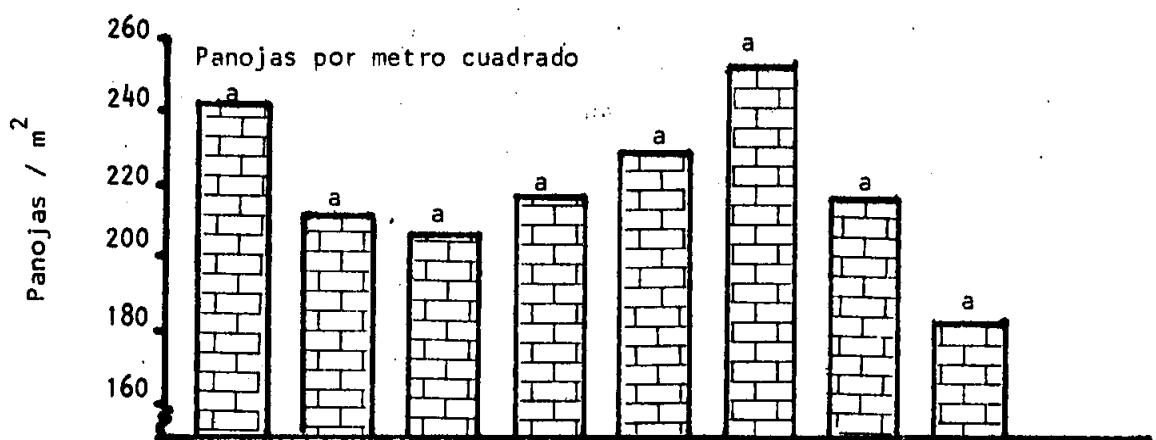
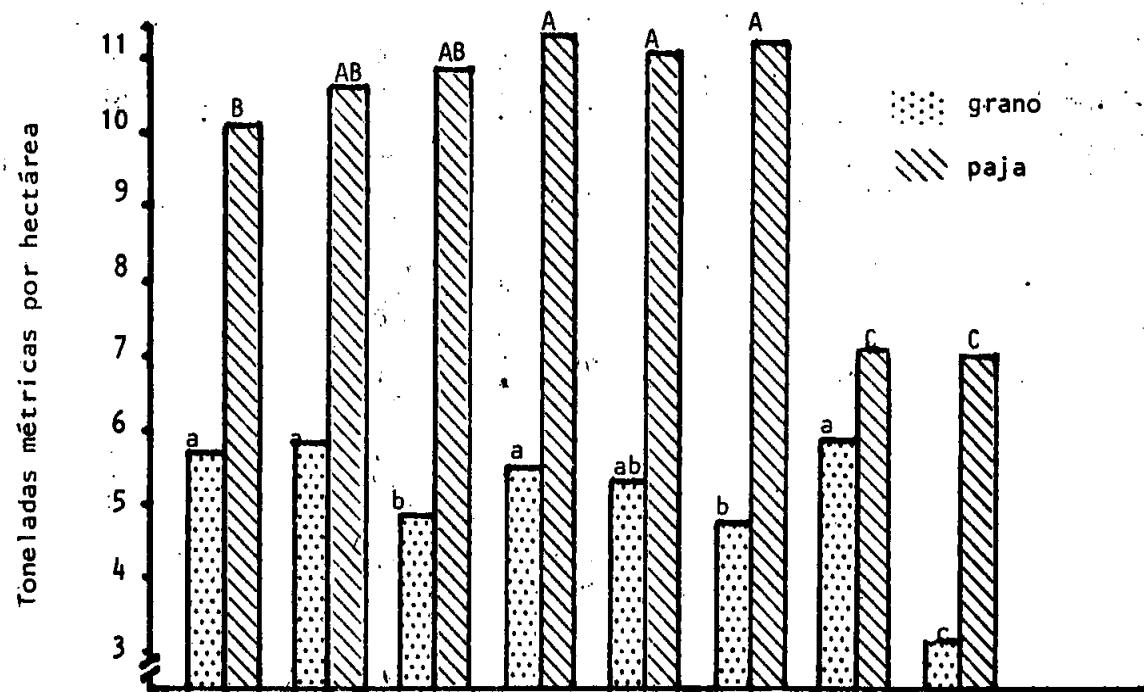
El análisis de la altura de planta por Duncan al 1% formó cinco grupos (Gráfica 3); el más importante con la variedad SML-467, la cual obtuvo un promedio de 113 cm.; el grupo de menor altura lo formó la variedad IR-8 con un promedio de 58.0 cm. de altura.

En el Cuadro N° 4 aparece resumido el análisis de la variación de las distintas variables para cada una de las variedades bajo los sistemas de siembra de anegado y secano. Estos resultados se obtuvieron compa-



Gráfico No. 3

ANALISIS ESTADISTICO DE DIFERENTES VARIABLES BAJO CONDICIONES DE SECANO. AGRUPAMIENTO DE LAS VARIEDADES POR DUN CAN AL 1 %.



Barras con igual letra son estadísticamente iguales al 1%.

rando los promedios por variedad de las variables en cada condición de siembra. Se observa que con respecto al rendimiento de grano no mostraron diferencia significativa las variedades SML-242 y SML-359. En relación al rendimiento de paja únicamente la variedad SML-467 no mostró diferencia significativa. En el análisis de panojas por metro cuadrado las variedades SML-242, SML-352, SML-467 y R.D. Sadri x Lac-C253, no dieron diferencia significativa entre los sistemas de siembra. Respecto a la longitud de panojas únicamente mostraron diferencia significativa las variedades SML-508 y SML-467 al 1 y 5% respectivamente. Con relación a la altura de planta sólo mostraron diferencias significativas entre los métodos de siembra las variedades SML-467, IR-8 y R. D. Sadri x Lac-C253.

RESUMEN:

Se estudió, en condiciones de campo, la respuesta de las variedades SML-140-5, SML-242, SML-508, SML-352, SML-467, SML-359, IR-8 y R.D. Sadri x Lac-C253, a dos condiciones de siembra, anegado y secano.

En términos generales, la reacción a las enfermedades evaluadas fue muy semejante para la mayoría de las variedades probadas y puede considerarse que éstas no alcanzaron, en la mayoría de los casos, grados de severidad tan altos como para que pudieran influir notablemente en la producción. Al comparar la esterilidad, fue mayor (en el sistema de secano, se notó un ligero incremento cuando la siembra se hizo en secano).

Las variedades mostraron resistencia al volcamiento con el método de secano y con el anegado sólo lo fueron la mitad de las variedades probadas.

En la mayoría de los casos se notó incremento de grano con el sistema de anegado, siendo en este caso la relación grano-paja más estrecha que con el sistema de secano.

El número de panojas por metro cuadrado aumentó con el sistema de anegado en la mayoría de las variedades, lo mismo ocurrió con la longitud de panojas.

La altura de planta fue diferente al 1% entre variedades y no ocurrió lo mismo entre los métodos de siembra.

CUADRO N° 4

RESULTADOS DEL ANALISIS ESTADISTICO DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS.

BAJO CONDICIONES DE ANEGADO Y SECANO EN CADA VARIEDAD

VARIABLES	COMPARACION ENTRE EL SISTEMA DE SIEMBRA DE ANEGADO Y SECANO				
	Rendimiento de Grano	Rendimiento de Paja	Panojas Por Metro Cuadr.	Long. de Panojas	Altura Planta
SML-140-5	S.1% +	S.5%	S.1%	N.S.	N.S.
SML-242	N.S. ++	S.1%	N.S.	N.S.	N.S.
SML-508	S.5% +++	S.5%	S.5%	S.1%	N.S.
SML-352	S.5%	S.1%	N.S.	N.S.	N.S.
SML-467	S.1%	N.S.	N.S.	S.5%	S.1%
SML-359	N.S.	S.1%	S.1%	N.S.	N.S.
IR-8	S.5%	S.5%	S.1%	N.S.	S.1%
R.D.S x L-C253	S.1%	S.1%	N.S.	N.S.	S.5%

+ = Diferencia significativa al 1%

++ = Diferencia no significativa

+++ = Diferencia significativa al 5%

ya/.