

Sorgo en Brasil

José M. Waquil¹

El establecimiento del cultivo del sorgo en Brasil, ha venido siendo incentivado desde hace varias décadas. Probablemente el sorgo, principalmente el de tipo escobero, fue introducido durante la colonización, pero fue solamente a partir de la década de los 70 que se hizo un esfuerzo significativo para introducirlo como cultivo extensivo para producción de grano. Por la misma época, el sorgo forrajero, principalmente para ensilaje, ya se estaba utilizando. Durante este período, hubo un significativo avance en la agricultura del Brasil por el aumento en el uso de insumos y la incorporación de las sabanas para la explotación agrícola. Por consiguiente, existía el espacio suficiente para innovaciones y

oportunidad para nuevos cultivos del sorgo. En el año de 1972, se realizó en Brasil el I SIMPOSIO INTERAMERICANO DE SORGO, en el cual fueron discutidas las perspectivas y prioridades para la región.

La producción de semilla mejorada de sorgo evolucionó, pero aun es un factor limitante bajo algunas condiciones. En el comienzo de los años 70, los programas de investigación eran incipientes. La mayoría de las áreas eran plantadas con semillas importadas de la Argentina y Estados Unidos; en 1973, el área cultivada fue de 147 mil hectáreas. Varias empresas privadas (algunas multinacionales), empezaron a invertir en investigación, transferencia, comercialización y utilización

del sorgo. Era de esperarse en esta época, una rápida expansión del cultivo, sin embargo, varios factores afectaron la economía del país (ej. el aumento substancial en los precios del petróleo), terminando por restringir el crecimiento de la agricultura brasilera, propiciando un establecimiento lento del cultivo. Actualmente, el sorgo ocupa un área equivalente al 1.2 por ciento del área plantada, y 0.9 por ciento de la producción de maíz del país. El riesgo de la introducción de problemas fitosanitarios, llevó a la prohibición de la importación de semillas comerciales, factor que aceleró el lanzamiento de genotipos más adaptados a nuestras condiciones, tanto por los programas de investigación del sector

TABLA 1. Área plantada, producción y rendimiento de maíz y sorgo en las décadas de los 70 y 80 en el Brasil.

Año	MAÍZ			SORGO		
	AREA	PROD. (ton)	REND. (kg/ha)	AREA (ha)	PROD. (ton)	REND. (kg/ha)
1970	9.858.108	14.216.013	1.442	-	-	-
1971	10.550.489	14.129.753	1.339	-	-	-
1972	10.538.943	14.991.451	1.422	-	-	-
1973	9.908.036	14.109.340	1.424	146.904	249.933	1.701
1974	10.672.450	16.273.227	1.524	110.968	242.736	2.187
1975	10.854.687	16.334.516	1.505	86.683	201.699	2.327
1976	11.117.570	17.751.070	1.596	121.600	277.232	2.279
1977	11.797.411	19.255.936	1.632	177.654	435.141	2.450
1978	11.124.827	13.569.401	1.219	104.361	227.502	2.179
1979	11.318.885	16.306.380	1.440	71.715	121.913	1.699
1980	11.451.297*	20.372.072*	1.779	78.209*	180.292*	2.305
1981	11.520.336	21.116.908	1.833	92.191	212.901	2.309
1982	12.619.531	21.842.477	1.731	122.646	226.473	1.847
1983	10.705.979	18.731.216	1.750	136.285	231.819	1.701
1984	12.018.446	21.164.138	1.761	170.860	312.716	1.830
1985	11.798.349	22.018.180	1.866	170.088	268.143	1.576
1986	12.465.836	20.530.960	1.647	195.879	365.498	1.866
1987	13.503.431	26.802.769	1.985	230.675	438.391	1.900
1988	13.152.801	23.700.904	1.802	190.064	288.766	1.519
1989	12.890.473	26.170.678	2.030	159.682	235.999	1.478

Fuente: IBGE

¹ Coordinador PNP SORGO/CNPMS/EMBRAPA. Caixa Postal 151-35700. Sete Lagoas-MG. Brasil.

público, como del privado. Hoy existen en el mercado algunas decenas de genotipos producidos por cerca de nueve Instituciones.

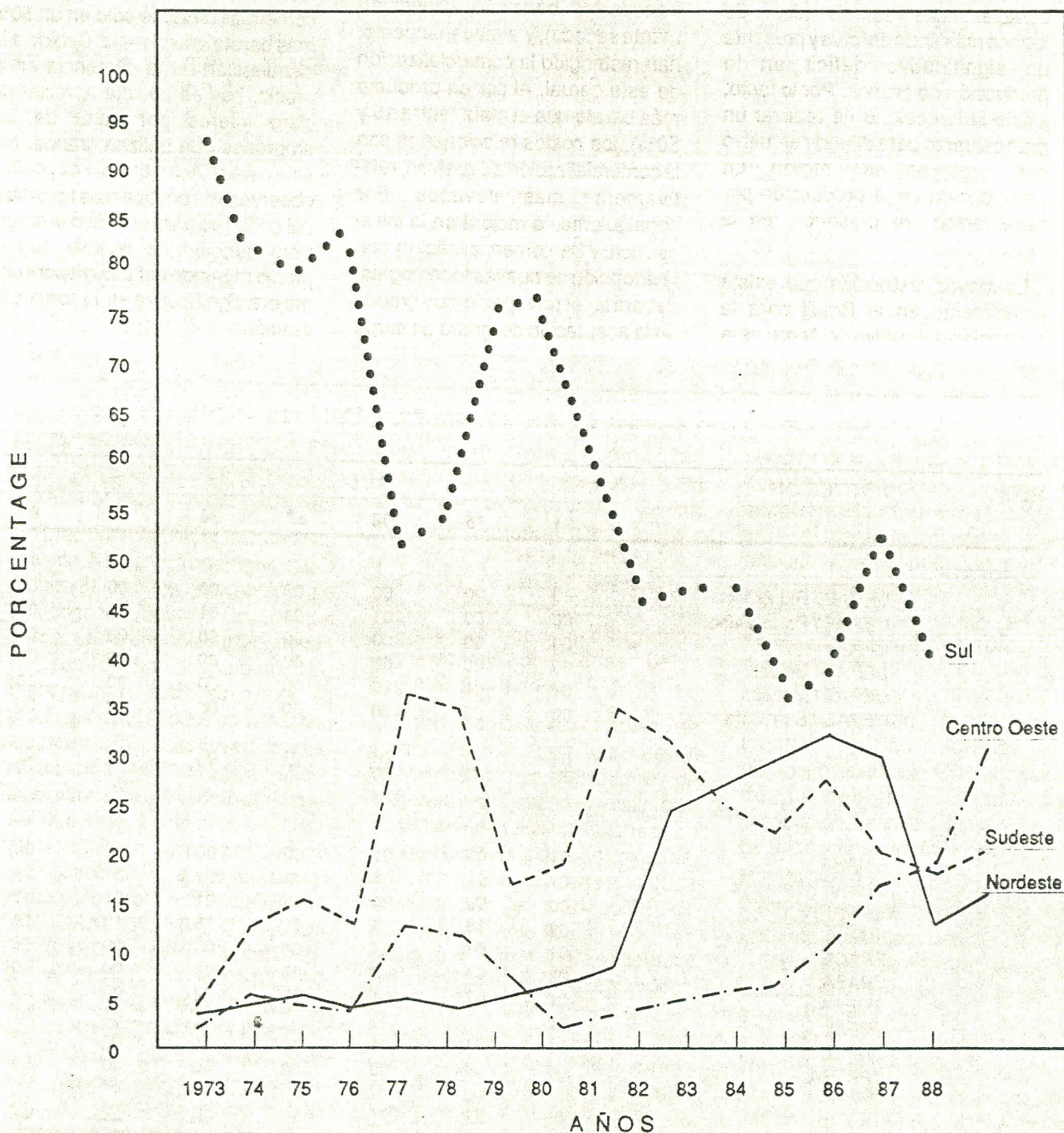
A pesar de que la productividad del sorgo en Brasil se viene reduciendo año a año, la producción total varía más en función del área sembrada (Tabla 1). La reducción de la productividad se debe princi-

palmente a dos factores: primero, por la participación de regiones donde se usa baja tecnología (ej. nordeste Figura 1), y segundo, por la reducción en el uso de insumos en las otras regiones, debido a la restricción del crédito.

En la actualidad se pueden distinguir tres regiones en cuanto a clima y sistemas de producción de

sorgo granífero. La región sur, próxima a la frontera con Uruguay y Argentina, en la cual el sorgo es sembrado en la primavera y manejado como cultivo principal, debido a la baja precipitación que hace poco viable el cultivo del maíz. También se cultiva en rotación con el arroz, para el control del arroz rojo. La región Centro-Sur, en la

FIGURA 1. Participación porcentual de cada región en el área total comprendida por el cultivo del sorgo en Brasil.



cual el sorgo se cultiva en dos épocas; en la época normal, principalmente después de una siembra precoz (ej: soya), cuando se realiza a mediados del verano. La región Nordeste, en la cual el cultivo se lleva a cabo en el otoño entre febrero y marzo. Otra característica de esta región es el cultivo en asocio que realizan los pequeños agricultores. Esta es el área de menor producción, pero la de mayor potencial por sus características edafoclimáticas. Es la zona más árida del país y presenta un significativo déficit en la producción de granos. Por lo tanto, existe la necesidad de realizar un gran esfuerzo para difundir el cultivo del sorgo en esa región. La participación en la producción por cada región, se presenta en la Figura 1.

La mayor restricción que existe actualmente en el Brasil para la expansión del cultivo del sorgo es la

comercialización. La tradición en la utilización del maíz, tanto para la industria como por los agricultores, ha dificultado la adopción de otra materia prima similar, por requerir de algunas adaptaciones. Muchos productores de ganado, aves y cerdos, se resisten a la utilización del sorgo por desconocimiento y por lo irregular de la oferta del producto, debido a la poca área cultivada. También, la carencia de la adecuada infraestructura de transporte, beneficio (principalmente secado), y almacenamiento, han restringido la comercialización de este cereal. Al ser un producto más barato que el maíz (entre 15 y 50%), los costos relacionados con la comercialización se vuelven, relativamente más elevados. Por consiguiente, la mejora en la infraestructura de comercialización con la adopción de nuevas tecnologías, deberá tener un impacto muy grande en la aceptación del grano de sorgo

en Brasil.

El sorgo siempre ha estado incluido en las políticas agrícolas del gobierno. Gracias al gran esfuerzo del grupo de investigadores involucrados con el cultivo, el sorgo siempre considerado con un precio mínimo, aproximadamente 80% del precio mínimo del maíz, hacía parte de los productos garantizados por el gobierno. Para la cosecha 90/91, fue excluido de la línea de garantía, comercializándose sólo en un 50% más barato que el maíz. Debido a la disminución de la diferencia en el precio, hoy es posible apreciar un claro interés por parte de las empresas que utilizan granos, por este cereal. Actualmente es posible observar una política más favorable del gobierno para el cultivo el sorgo, pero también es posible que el propio mercado contribuya para una mejora significativa en la comercialización.

TABLA 2. Instituciones participantes por región y número de proyectos del PNP Sorgo. CNPMS. Sete Lagoas - MG.

REGION	INSTITUCION	No. DE PROYECTOS						
		84	85	86	87	88	89	90
NORDESTE								
	UEPAE / Rio Branco	00	00	00	00	00	00	00
	UEPAE / Porto Velho	00	00	01	01	01	01	01
	CPAA	00	00	00	00	00	00	00
	UEPAE / Belém	00	00	00	00	00	00	00
	UEPAT / Macapá	01	01	00	00	00	00	00
	UEPAE / Boa Vista	00	00	00	00	00	00	00
	<u>Total</u>	<u>01</u>	<u>01</u>	<u>01</u>	<u>01</u>	<u>01</u>	<u>01</u>	<u>01</u>
NORDESTE								
	EMAPA	01	01	01	00	00	00	00
	UEPAE / Teresina	01	01	01	01	01	01	01
	EMPARN	00	00	00	00	01	01	01
	IPA	09	13	13	11	13	13	14
	EPACE	01	01	01	01	03	03	04
	EPABA	02	02	02	01	01	00	00
	EMEPA	01	01	01	02	02	02	00
	EPEAL	01	01	01	01	01	01	01
	CNPCoco	01	01	01	01	01	01	01
	CPATSA	00	00	00	00	00	00	00
	<u>Total</u>	<u>17</u>	<u>21</u>	<u>21</u>	<u>18</u>	<u>23</u>	<u>22</u>	<u>22</u>

TABLA 2. Continuación

REGION	INSTITUCION	No. DE PROYECTOS						
		84	85	86	87	88	89	90
CENTRO - SUL								
	IAPAR	03	00	01	01	01	01	00
	FEALQ	01	01	01	01	01	01	01
	IB / SP	01	01	01	01	02	02	03
	IAC	01	01	01	01	00	00	00
	UNESP	01	00	00	00	00	00	00
	EMPAER	01	01	01	00	00	01	01
	EMGOPA	01	01	01	01	02	02	02
	EPAMIG	04	05	05	02	02	02	02
	PESAGRO	03	02	02	00	00	00	00
	EMCAPA	01	01	01	01	01	01	01
	WEPAE / Sao Carlos	00	00	01	01	01	00	00
	CNPGL	00	00	00	00	00	00	01
	CNPMS	22	26	27	15	16	17	17
	<u>Total</u>	<u>39</u>	<u>40</u>	<u>42</u>	<u>24</u>	<u>26</u>	<u>27</u>	<u>28</u>
SUL								
	EMPASC	01	01	00	00	00	00	00
	IPAGRO	04	04	05	03	05	05	06
	FECOTRIGO	01	01	01	01	01	01	01
	WFSM	01	01	00	00	00	00	00
	CPATB	225	20	20	14	15	14	11
	<u>Total</u>	<u>32</u>	<u>27</u>	<u>26</u>	<u>18</u>	<u>21</u>	<u>20</u>	<u>18</u>
TOTAL GENERAL		89	89	90	61	71	72	69

Programas de investigación

Tanto la iniciativa pública como la privada, han tenido una significativa influencia en los programas de investigación sobre el cultivo del sorgo. Las compañías productoras de semilla han contribuido de manera muy importante con la producción de híbridos comerciales, algunas de ellas han invertido en la realización de estudios sobre alternativas de utilización del sorgo. De otro lado, las instituciones públicas tienen programas con diversos objetivos, que están siendo realizados por el PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION DE SORGO (PNPS), coordinado por el INSTITUTO BRASILEIRO DE INVESTIGACION AGROPECUARIA (EMBRAPA). El número de proyectos que desarrollan en cada región, se presentan en la Tabla 2. Se destacan principalmente

tres instituciones como las responsables de la conducción del 61% de los proyectos: Centro Nacional de Investigación de Maíz y Sorgo (CNPMS/EMBRAPA), Instituto Pernambucano de Investigación Agropecuaria (IPA) y el Centro de Investigación Agropecuaria de Tierras Bajas (CPATB/EMBRAPA).

Entre los distintos frentes de investigación que se están desarrollando, se destaca el de mejoramiento genético y evaluación de cultivares. Las instituciones con un número reducido de proyectos, generalmente conducen estudios de introducción y evaluación de genotipos. Tanto en el CNPMS como en IPA y CPATB, se llevan a cabo programas de cruzamientos y selección de poblaciones que en ciclos más avanzados son evaluados en cooperación con otras instituciones. Dentro de los aspectos específicos de investigación se

pueden citar: tolerancia a factores limitantes (toxicidad por AL y sequía), mejoramiento de la calidad para el consumo humano, para ensilaje y producción de azúcar; control de malezas, resistencia a plagas (mosca del ovario, pulgón verde, *Spodoptera* y *Diatrea*); resistencia a patógenos (Antracnosis, roya y virus del mosaico de la caña de azúcar); resistencia a pájaros, fijación biológica del nitrógeno; eficiencia en la utilización de nutrientes; sistemas de producción; almacenamiento a nivel de finca y tecnología de semillas.

Mejoramiento del Sorgo

El programa de mejoramiento ha tenido una contribución significativa en el establecimiento del cultivo del sorgo. Durante el período de 1974/75 a 1987/88 el progreso conseguido, con base en los ensayos nacionales, fue de 0.056 ± 0.006

toneladas de grano/ha./año, o sea, 1.18 por ciento al año. Este valor, a pesar de ser inferior al obtenido en maíz, es superior a los obtenidos con algodón, trigo y soya en los Estados Unidos. El dinamismo de los programas se ha evidenciado por la velocidad de sustitución de cultivares en los ensayos nacionales que fue del 42.8% en promedio al año. La relación de los híbridos comerciales que se incluyeron en el último ensayo nacional, se presenta en la Tabla 3. Estos materiales se diferencian entre sí en función de la región en la que se cultivan. Los promedios de varias características para varias localidades, se aprecian en la Tabla 4. Se puede notar el hecho de que, a medida que los híbridos se van desplazando de localidad, del Sur al Centro-Sur y al Nordeste, se reduce en promedio 5 días la floración, respectivamente. El volcamiento y la incidencia de enfermedades, son mayores en la región Centro-Sur. Es posible, igualmente, observar que en esta región el cultivo sucesivo fue exitoso durante ese año, siendo notoria la alta productividad obtenida en Paraná (8988 kg/ha. de grano).

Tolerancia a factores limitantes

Entre las prioridades del programa de mejoramiento se destaca el de tolerancia a la toxicidad por AL. Se han llevado a cabo varios estudios en los cuales parece ser ha encontrado correlación entre la tolerancia a la toxicidad por aluminio, la resistencia a la sequía y la eficiencia en la absorción de nutrientes. Varias fuentes de tolerancia han sido evaluadas, y al parecer existe relación entre esta característica con el tipo "grass", caso del material SC 2283, que es agrónomicamente indeseable. En selecciones recientes, se han encontrado nuevas fuentes de tolerancia a la toxicidad por aluminio, con mejores características agronómicas en los genotipos: 3DX57-1-119/D, 5DX6162, IS 2744 e IS 2677. La

metodología para la evaluación de la tolerancia al estrés ocasionado por sequía, ha sido estudiada utilizando el método con polietilenglicol 6.000.

Sorgo forrajero

Debido al aumento en la demanda de sorgos para forraje, también se ha dado énfasis al desarrollo de nuevos genotipos de ese tipo. Características como la resistencia a plagas y enfermedades y una mejor calidad del forraje, son el principal objetivo de este programa. La utilización de este tipo de materiales es principalmente para

la producción de ensilaje en los proyectos lecheros y de bovinos bajo confinamiento.

Entomología

Desde la implantación y expansión del cultivo del sorgo, han ocurrido algunos cambios con respecto a los problemas fitosanitarios. En la década de los 70, la mosca del ovario (*Contarinia sorghicola*), era considerada la plaga principal. En la década de los 80, hubo una sensible reducción en la población de ésta y un aumento significativo del pulgón verde. Los trabajos que se llevan a cabo son principalmente en el área

Tabla 3. Híbridos y empresas participantes en el Ensayo Nacional Sorgo Granífero en el período 1989/90, CNPMS, 1991

No. Entradas	Identificación	Productor
01	Contigrao 111	CONTIBRASIL
02	Contigrao 921	CONTIBRASIL
03	BR 303	EMBRAPA
04	SG 707	GERMINAL
05	SG 505	GERMINAL
06	A 9902	ASGROW
07	Contigrao 321	CONTIBRASIL
08	Pioneer B 815	PIONEER
09	DK 48	BRASKALB
10	AG 1015 A	AGROCERES
11	DK 861	BRASKALB
12	Pioneer 8262	PIONEER
13	C 56	CARGILL
14	BR 304	EMBRAPA
15	Contigrao 822	CONTIBRASIL
16	Pioneer 8416 A	PIONEER
17	Pioneer B 816	PIONEER
18	NK 188	BRAZISUL
19	Ranchero	ASGROW
20	AG 3001	AGROCERES
21	C 52	CARGILL
22	DK 863	BRASKALB
23	Savanna 5	BRAZISUL
24	Contigrao 222	CONTIBRASIL
25	CMSXS 368	EMBRAPA
26	G 135	GERMINAL
27	AG 1017	AGROCERES
28	NK 233	BRAZISUL
29	Ruby	ASGROW
30	G 522	GERMINAL
31	AG 1015	AGROCERES
32	C 42	CARGILL
33	CMSXS 372	EMBRAPA
34	Jade	ASGROW
35	A 63 04	ASGROW
36	CMSXS 369	EMBRAPA

de la resistencia, así como también la identificación de los enemigos naturales para su control. En los últimos años, se ha notado un aumento significativo de la infestación de panojas por plagas. Nuevos estudios se están llevando a cabo para el control de plagas de los granos, principalmente cuando el sorgo está todavía en el campo.

Fitopatología

La antracnosis y la roya continúan siendo las enfermedades de mayor importancia. Recientemente se ha observado un aumento significativo de la incidencia del virus del mosaico de la caña de azúcar. Estudios realizados han revelado que el material QL-3 presenta inmunidad a este virus, característica que está siendo incorporada a las líneas élite del CNPMS. Así mismo, han sido encontrados materiales con resistencia múltiple a las principales enfermedades, notándose también un aumento en la incidencia del mildew del sorgo *Sclerospora sorghi*.

Consumo humano

Los sorgos con características deseables para el consumo humano, también están siendo objeto de estudio en el CNPMS/EMBRAPA. Ya han sido obtenidas varias líneas, y los híbridos promisorios CMSXS 359 y CMSXS 367. Dentro de las variedades destacadas se tienen SPV-387 y SPV-475. Recientemente fueron seleccionadas 1050 progenies S1 de la población TP 24 para estudios de parámetros genéticos y programas de selección recurrente. En estos proyectos también se buscan sorgos con bajos taninos y resistentes a pájaros.

Control de malezas

Ha sido observada la susceptibilidad de algunos materiales al 2,4-D amina y al linuron, siendo este último muy tóxico, principalmente en pos-emergencia. También se ha encontrado una mayor eficien-

cia de la atrazina con aceite aditivo en pos-emergencia que en aplicación de pre-emergente.

Fijación Biológica de Nitrógeno

Se ha encontrado una amplia variación genética entre los genotipos de sorgo para la eficiencia en el uso del nitrógeno (Kg. de grano producido/Kg. de N aplicado). Igualmente, se ha verificado la presencia de *Azospirillum lipoferum* y *Azospirillum brasilense* en los tejidos vasculares de algunos genotipos de sorgo. Han sido obtenidos más de 6 ton/ha. de grano con solo 10Kg/ha. de N por siembra.

Perspectivas

Región Sur

Es el área en la cual el cultivo del sorgo se encuentra mejor establecido. El uso de la tecnología es intensivo, y el crecimiento del área

TABLA 4. Promedios de los genotipos incluidos en el ensayo nacional de sorgo granífero para las diferentes localidades, 1989 / 1990 / 1991

Loc./ Región	Floración (días)	Volc. (%)	Antr.	Roya	Rendimien. Ton / ha	Fecha Siembra
Cruz Alta RS	74.33	-	-	-	5.68	03 / 01 / 90
Sta. Cruz Sul RS	68.75	-	3.38	-	4.69	03 / 01 / 90
Sao Borja RS	64.89	-	-	-	3.10	22 / 01 / 90
Ponta Grossa PR	62.56	1.86	-	-	8.96	12 / 01 / 90
X - Sul	67.63	1.86	3.38	-	5.61	
Capinópolis MG	59.87	23.51	1.79	3.03	5.13	08 / 02* / 90
Capinópolis MG	61.22	29.14	1.45	2.85	2.48	19 / 12 / 89
Coimbra MG	-	-	-	-	4.50	15 / 12 / 89
Goianica GO	62.59	21.76	2.11	-	2.82	11 / 01 / 90
Goianésia GO	54.64	0.15	-	-	6.88	08 / 02* / 90
Goiania GO	64.31	8.28	2.65	1.82	2.47	07 / 03* / 90
Rio Verde GO	63.58	23.58	-	-	1.68	26 / 12 / 89
Santa Helena	-	35.89	-	-	5.23	03 / 01 / 90
Sete Lagoas MG	68.26	0.53	-	-	4.68	22 / 03* / 90
X - Centro -Sul	62.07	17.86	2.0	2.6	3.99	
Saq J. Piauí PI	56.00	0.88	-	-	4.75	20 / 02 / 90
Teresina PI	60.12	0.50	-	-	2.74	12 / 02 / 90
Eliseu Martins	56.89	7.04	-	-	3.97	19 / 02 / 90
X - Nordeste	57.67	2.81	-	-	3.82	

Pantios em sucessao.

depende de las políticas agrícolas y la demanda del producto. Los principales problemas que se presentan en esta zona son plagas, pulgón, mosca del ovario y los pájaros. La solución de estos problemas podrá tener un impacto significativo en la producción.

Región Centro-Sur

Son áreas fértiles y sabanas parcialmente recuperadas, en las cuales el problema de la toxicidad del Al es un limitante de gran consideración. El sistema de producción debe continuar tanto en siembra normal, como en cultivos sucesivos para un mejor aprovechamiento de la tierra y de la infraestructura. Es prioritario la adaptación de cultivares para estas condiciones, con énfasis en su comportamiento en temperaturas medias, ya que actualmente los materiales son seleccionados en temperaturas altas. La selección de materiales para siembra en época normal es muy importante, tanto como el aumento en la productividad y la resistencia a las enfermedades.

Región Nordeste

En esta región es fundamental también, el desarrollo de cultivares adaptados, sistemas de producción, almacenamiento y utilización del sorgo en granjas para la producción de leche, carne y huevos.

Difusión del sorgo

Los primeros esfuerzos para la introducción del cultivo del sorgo en el Brasil, fueron mucho más fuertes entre los productores que por parte de los consumidores. Por consiguiente, se pueden apreciar picos en el área cultivada, seguidos por reducciones acentuadas debido a los problemas en la comercialización. Las grandes industrias de concentrados tienen interés en el sorgo, pero siempre se le da preferencia al maíz cuando este se encuentra disponible. Las pequeñas y medianas industrias de concentrados, así como los que realizan su propia formulación, ya han descubierto las ventajas que tiene el uso del sorgo, por lo tanto, es a ese grupo del mercado que se debe tratar de dirigir en las próximas campañas para la difusión del sorgo. Recientemente, el gobierno federal retiró todo el subsidio al trigo con lo cual se espera un incremento en la utilización del maíz y el sorgo para el consumo humano, en forma de harinas mixtas lo que probablemente traerá una mayor demanda de sorgo. Según estimativos de los especialistas, el déficit de maíz en el mercado para este año será de 2 millones de toneladas, o sea, más de 4 veces la producción de sorgo del país, presentándose así, oportunidad para la próxima cosecha.

Investigadores del CNPMS involucrados en el PNP-SORGO

Alexandre da Silva Ferreira, MS. Fitopatología

Antonio Carlos Viana, MS. Fitotecnia

Carlos Roberto Casela, MS. Fitopatología

Fernando Tovaes Fernández, MS. Fitopatología

Fredolino Giacomini dos Santos, PhD. Mejoramiento

Gilson Villaca Exel Pitta, PhD. Fertilidad de Suelos

Ivan Cruz, PhD. Entomología

Ivanildo Evódio Marriel, MS. Microbiología

Jamilton Pereira dos Santos, PhD. Entomología

Joao Baptista da Silva, PhD. Malezas

Joao Tito de Azevedo, MS. Producción de Semillas

José Avelino Santos Rodrigues, PhD. Mejoramiento

Nicésio F. J. de Almeida Pinto, PhD. Fitopatología

Nicolau Miguel Schaun, MS. Sociología

Paulo César Magalhaes, PhD. Fisiología

Paulo Emilio de Albuquerque, MS. Riegos

Ramiro Vilela de Andrade, MS. Tecnología de Semillas □