

## Programa de Melhoramento de Sorgo e Milheto em Pernambuco.

**José Nildo Tabosa<sup>1</sup>**  
**Geraldo Severino de Lima<sup>2</sup>**  
**Mário de Andrade Lira<sup>2</sup>**  
**José Jorge Tavares Filho<sup>2</sup>**  
**Ana Rita de Moraes Brandão Brito<sup>2</sup>**

### 1. Introdução

#### 1.1. Cultura do Sorgo

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) provavelmente foi “domesticado” na Etiópia, cerca de 5.000 anos atrás, e em seguida foi cultivado na África Ocidental, desde o Sudão até o rio Niger. Esta “domesticação” possivelmente se processou cerca de 1.500 anos antes de serem desenvolvidos os primeiros arados de madeira (Fernandes, 1981). É uma cultura relativamente nova nas Américas, tendo sido introduzido nos Estados Unidos em 1857. No Brasil, a sua introdução se atribui aos escravos, onde a cultura ficou conhecida como milho d’Angola (Lira, 1981). Embora seja uma cultura antiga, foi somente no final do século XIX que apresentou importância dentre os cereais, chegando a ser o quinto do mundo em área cultivada, após o trigo, milho, arroz e cevada (Olivetti & Camargo, 1997; Lima, 1998). Com relação à natureza e a forma de utilização, existem basicamente quatro tipos de sorgo, conforme é mostrado na Tabela 1. A utilização do sorgo é multivariada, desde a alimentação humana e animal, até a produção largamente na alimentação humana sob a forma de farinha na Índia, China, Sudão, Etiópia, Nigéria e outros países da África. No Ocidente, onde a cultura foi introduzida em meados do século passado, é utilizado como substitutivo do milho na alimentação animal.

Além disto, a cultura tem uso na elaboração de xaropes, álcool e açúcar, particularmente na Itália, que configura-se como primeira em cultivo para este propósito. Outro aspecto de utilização da cultura é evidenciado quanto à produção de forragem armazenada, sob a forma de feno e silagem, merecendo a primeira, grande destaque nos Estados Unidos. Atualmente, os maiores índices de produtividade de sorgo granífero do mundo são representados pelos Estados Unidos, México e Argentina, em decorrência do alto nível tecnológico empregado no manejo da cultura.

No Brasil, o sorgo compreende uma cultura recente, onde a partir da década de 70, se tornou significativamente comercial, quando a área de plantio alcançou 80 mil hectares, concentrados principalmente no Rio Grande do Sul e São Paulo (Lira, 1981). Por outro lado, vale salientar que, embora apresentando elevado nível de conhecimento tecnológico sobre a cultura por parte das

---

<sup>1</sup> Engº Agrº; Pesquisador do IPA; Bolsista do CNPq - E-mail: [tabosa@ipa.br](mailto:tabosa@ipa.br) - Av. Gal. San Martin, 1371 Bonji - 50761-000 - Recife - PE.

<sup>2</sup> Engº Agrº; Pesquisador do IPA.

entidades de pesquisa e da alta capacidade de produção das cultivares disponíveis no mercado, a área de cultivo e produtividade média nacional têm se mantido baixas, aquém do potencial genético da cultura. Neste âmbito, segundo Olivetti & Camargo (1997), vários fatores têm contribuído para esta situação: baixo grau de conhecimento e informação por parte da área técnica; baixa utilização de insumos e outros investimentos; falta de tratamento adequado à cultura por parte do produtor; dificuldade de transferência de conhecimento e das informações disponíveis; instabilidade na comercialização e na política de preços; falta de uma política oficial definida e de acesso à política oficial de comercialização; e pouco esclarecimento por parte dos agentes financeiros.

Além destes aspectos, evidenciam-se outros que interferem segundo Ribas (1992), no desenvolvimento da cultura (sorgo granífero e forrageiro), e são atribuídos a explorações mal sucedidas: teor de tanino, teor de HCN; despigmentação dos grãos; efeitos alelopáticos sobre culturas sucessoras, etc. Estes temas que polemizam as reuniões técnicas necessitam ser desmistificados e reduzidos à sua real dimensão técnico-científica, como acontece em todos os países produtores e consumidores de sorgo do mundo. Vale frisar que no Brasil existe mais preconceito em relação à cultura do sorgo do que em qualquer outro país do planeta.

**Tabela 1** - Diferentes tipos de sorgo quanto a forma de utilização.

Tipos de Sorgo	Produto	Utilização
Granífero	Grão	Substituto do milho na alimentação animal - rações balanceadas (bovinos, suínos e aves), utilização do restolho.  Alimentação humana - uso da farinha na industrialização de produtos.  Amido, cera, cerveja, óleo, etc.
Forrageiro	Biomassa	Corte, silagem e feno
Vassoura	Panícula	Vassouras, escovas e ornamentação - tem uso restrito e localizado.
Sacarino	Colmo	Glicose, frutose, sacarose e álcool

Fonte: Adaptado de Shimidt (1987) e Olivetti & Camargo (1997).

O sorgo consiste de planta típica de clima quente, de características xerófilas, que além da sua baixa exigência em termos de riqueza mineral do solo, apresenta tolerância/resistência aos fatores abióticos, tais como: estresse hídrico, salinidade e encharcamento (planta mais tolerante depois do arroz). Além disto, apresenta elevada eficiência de uso de água, sendo necessários, em média, 250 a 400g de água para produzir 1g de matéria seca. Nesta cultura, a eficiência de

uso de água é superior a grande maioria das gramíneas tropicais (Tabosa *et al.*, 1987).

## 1.2. Cultura do Milheto

O milheto é uma gramínea anual de origem africana. Existe até certo ponto, uma série de controvérsias com relação à denominação científica desta espécie. Todavia, segundo Burton (1983), o nome científico correto é *Pennisetum americanum* (L.) Leeke, que se sobrepõe a outras denominações anteriormente utilizadas, incluindo *Pennisetum glaucum* (L.) R & Br.), *Pennisetum typhoideum*, *Pennisetum typhoides* e *Pennisetum spicatum*. Também erroneamente essa espécie é relatada como sendo de outros gêneros, como: *Panicum*, *Setaria*, *Penicillaria*, *Chamaerophis* e *Chaetochloa*. Com relação a denominação vulgar na língua inglesa, são encontrados os nomes de: pearl millet, bulrush millet. Na Índia é comum a denominação de “bajra”; “dukhn” em Árabe e “mil de chandelles” na África Ocidental. No Brasil tomou a denominação regionalizada de “pasto italiano” e de “capim charuto”. Segundo Rackie (1975), o nome milheto se refere a qualquer um dos cereais de grãos pequenos e utilizados na alimentação animal ou humana, compreendendo cerca de 10 gêneros da família gramínea: *Pennisetum*, *Setaria*, *Panicum*, *Eleusine*, *Paspalum*, *Echinochloa*, *Eragrostis*, *Digitaria* e *Coix*. Dentre estes, destaca-se o *Pennisetum americanum* (L.) Leeke, denominado de milheto Pérola e utilizado como cereal e como forrageira. Em adição, o gênero *Pennisetum* engloba duas espécies reprodutivamente isoladas – *Pennisetum purpureum* (capim elefante) que é perene e possui 14 pares de cromossomos; *Pennisetum americanum* (milheto Pérola) que é anual e possui sete pares de cromossomos (Lira, 1982; Manara & Blumenschein 1973). Por outro lado, infere-se que a cultura do milheto apresenta além de rusticidade, ampla adaptabilidade aos ambientes semi-áridos. É uma das plantas de maior eficiência na utilização da água, conforme pode ser visto na Tabela 2.

**Tabela 2** - Valores de eficiência de uso de água (EUA) de várias culturas.

Cultura/Espécie	EUA (kg água/kg MS)
<i>Panicum miliaceum</i> <sup>(1)</sup> (milheto secundário)	282
Milheto Pérola <sup>(1)</sup>	302
Sorgo <sup>(1)</sup>	321
Milho <sup>(1)</sup>	370
Trigo <sup>(1)</sup>	590
Milheto forrageiro <sup>(2)</sup>	280
Sorgo forrageiro <sup>(3)</sup>	310
Capim elefante <sup>(4)</sup>	305

Fonte: <sup>(1)</sup>Chapman & Carter (1976); <sup>(2)</sup>Tabosa *et al.* (1998a); <sup>(3)</sup>Lima (1996); <sup>(4)</sup>Santos (1992)

A notável eficiência do milheto poderá ser melhor entendida quando comparada a outras culturas. Assim, o milheto forrageiro utiliza 70% da água consumida pelo milho para produzir a mesma quantidade de matéria seca.

O milheto é uma planta de clima quente, que apresenta características de xerófila e mecanismos provavelmente eficientes de resistência à seca. Pode ser cultivado em regiões de precipitação média anual de 400 a 600 mm. Todavia, poderá ser plantado em áreas de precipitação de 150 a 200 mm. Sobrevive melhor que outros cereais em solos arenosos e de baixa fertilidade. Na África,

pode substituir o sorgo em solos arenosos e mais secos do Sudão (Lira, 1982; Ferraris, 1973). Trata-se de espécie anual, ereta, que pode atingir na fase de pós-florescimento, de um a cinco metros de altura, conforme a cultivar e as condições de cultivo, de solo e de clima. O sistema radicular da espécie apresenta-se vigoroso, embora 80% das raízes se encontrem nos primeiros 10 cm de solo.

O desenvolvimento fenológico do milheto é dividido em três fases (Rosenow, 1993):

- GS<sub>1</sub> – Fase vegetativa, com duração de 27 a 39 dias;
- GS<sub>2</sub> – Fase de desenvolvimento da panícula, com duração de 11 a 39 dias;
- GS<sub>3</sub> – Fase do enchimento do grão, com duração de 19 a 22 dias.

Com relação ao fotoperíodo, a espécie poderá ser dividida em sensível e insensível. Deste modo, quando o número diário de horas de luz é inferior a 12, os materiais florescem em menos de 52 dias, como é o caso do semi-árido de Pernambuco. Além disto, nestas condições, a duração total do ciclo da planta é de aproximadamente 75-80 dias, entre o plantio e a maturidade fisiológica (Fussel & Pearson, 1978; Lira, 1982).

De uma maneira geral, consiste de uma cultura de duplo propósito, tanto para produção de grãos e, principalmente, para produção de forragem, face a elevada qualidade do produto, quando comparada a outras forrageiras.

Na Tabela 3, consta caracterização do grão do milheto sob o ponto de vista nutricional.

Convém frisar que embora o milheto represente em termos energéticos, 85% do valor do milho, possui teor e qualidade de proteína, inferiores aos apresentados por este cereal (Viana, 1982). Outra grande vantagem do milheto, consiste no fato da precocidade, quando destinado a colheita para forragem. Considerando a fase de desenvolvimento entre o emborrachamento e o estágio de grão leitoso, evidencia-se elevados teores de proteína bruta na matéria seca, atingindo valores de 18-20%.

Nestas circunstâncias, os níveis de produtividade ficaram em torno de 6-8 t/ha de matéria seca ao final de 60 dias decorridos do plantio à colheita (Tabosa *et al.*, 1998a.; Tabosa *et al.*, 1998b).

**Tabela 3** - Composição química e teores de aminoácidos do milheto, quando comparados ao milho.

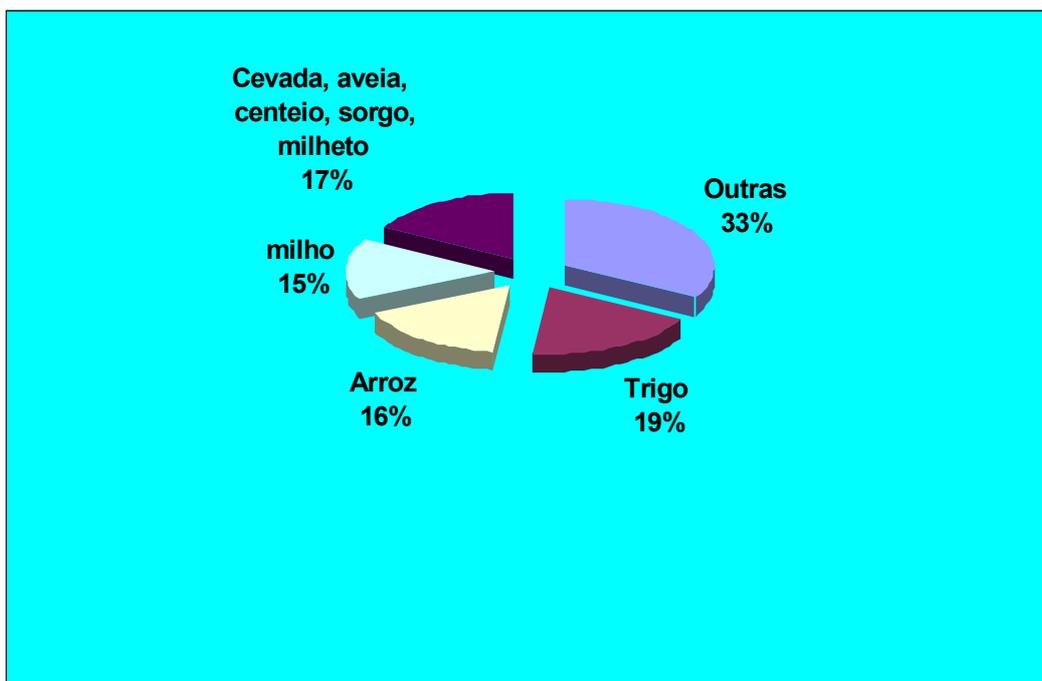
Parâmetro	Milheto	Milho
Proteína bruta (%)	15,7	10,2
Extrato etéreo (%)	3,4	4,6
Fibra bruta (%)	5,7	2,4
ENN	71,9	81,4
Cinzas	3,3	1,4
Aminoácidos (% PB)		
• Arginina	0,88	0,40
• Cistina	0,34	0,10
• Histidina	0,39	0,20
• Isoleucina	0,64	0,40
• Leucina	1,06	0,90
• Lisina	0,46	0,20
• Metionina	0,30	0,10
• Fenilalina	0,45	0,40
• Triptofano	0,12	0,08
• Valina	0,70	0,30

Fonte: Morrison (1966); Hulse *et al.* (1980).

## **2. Importância sócio-econômica – estatísticas da cultura e localização geográfica da produção**

### **2.1. Cultura do Sorgo**

A área de cultivo de sorgo granífero no planeta é de cerca de 34 milhões de hectares FAO (1993). Na África, cerca de 40 nações cultivam o produto, entretanto, apenas cinco são responsáveis por 70% da produção: Nigéria, Sudão, Etiópia, Burkina Faso e Mali. Considerando estes países e mais o sudeste da Ásia, vale salientar que cerca de 400 milhões de pessoas vivem neste contexto, dependendo do produto gerado sob baixos níveis de insumos, onde os níveis de produtividade da cultura chegou apenas a 700 - 880kg/ha. Por outro lado, em linhas gerais, é mostrado na Figura 1, a importância econômico-social dos cereais na alimentação da população mundial, onde estes produtos correspondem a cerca de dois terços das calorias fornecidas. Deste modo, estando ausente os cereais, seria insuficiente o estoque de alimentos para atender a crescente demanda populacional. Neste contexto, o sorgo, juntamente com a cevada, aveia, centeio e milho, correspondem a 17% no suprimento de calorias. A maior área de cultivo de sorgo do planeta fica com a Índia e os maiores níveis de produtividade pertencem a Argentina, México, Estados Unidos e China. No Brasil, a área de cultivo de sorgo granífero se aproxima dos 250 mil hectares, com níveis de produtividade praticamente o dobro dos números indianos e o triplo da produtividade do Sudão (Tabela 4). Por outro lado, detalhando o perfil da cultura no Brasil, considerando a área de cultivo em função do quantitativo de sementes comercializadas e considerando a relação 10 kg de sementes para o plantio de 1 hectare, a sua posição atual em termos de área cultivada é 419 mil hectares (Tabela 5). Todavia, vale salientar que estes dados foram fornecidos pela APPS - Associação dos Produtores de Sementes do Estado de São Paulo e pelo GPS - Grupo Pró-Sorgo (entidade que envolve técnicos e pesquisadores de empresas públicas e privadas), fundamentado no registro de sementes efetivamente comercializadas - materiais 100% híbridos (forrageiros e graníferos). Deste modo, para a presente estimativa, considerou-se que cada 10kg de sementes comercializadas, atende o quantitativo de plantio da área de um hectare. Neste âmbito, a área total de cultivo atinge cerca de 419 mil hectares. Em adição, ainda segundo a APPS e a GPS, considerando além da área de cultivo mencionada, existem cerca de mais de 400 mil hectares de sorgo (variedades melhoradas e tipos locais, granífero e forrageiro). Com isto, estima-se que a área cultivada total ao Brasil é de cerca de 800 mil hectares. Na Tabela 6, consta os dados referentes a posição da cultura do sorgo no cenário nacional, comparada à cultura do milho e do arroz e na tabela 7 pode-se observar a posição da cultura do sorgo granífero no cenário regional. Deste modo, se for considerado apenas os dados fornecidos pela APPS e a GPS (só materiais comerciais de híbridos de sorgo granífero e forrageiro tomando como base, o quantitativo de sementes comercializadas pelas empresas filiadas à APPS), a cultura do sorgo representa em termos relativos, apenas 3% da área cultivada de milho no Brasil. Todavia, se for considerada a adição de mais 400 mil hectares referente às áreas cultivadas com variedades graníferas e forrageiras e os diferentes tipos locais, o percentual da área cultivada de sorgo no Brasil, poderá chegar ao valor de 6% da área de milho.



**Figura 1** - Suprimento de calorias da população mundial em função dos cultivos. Wilkes (1993).

**Tabela 4** - Relação dos principais países produtores de sorgo <sup>1/</sup>.

PAÍSES Produtividade	Área colhida	Produção obtida	
	(1.000 ha)	(1.000t)	(kg/ha)
ÍNDIA	11.000	11.500	962
SUDÃO	5.300	4.000	634
NIGÉRIA	6.000	7.000	1.166
EUA	4.816	20.396	4.235
MÉXICO	1.900	5.500	2.894
ETIÓPIA	1.750	2.000	1.142
CHINA	1.213	5.746	4.736
ARGENTINA	586	2.132	3.876
BRASIL	225	385	1.710

<sup>1/</sup>Fonte: FAO, 1997.

**Tabela 5** - Perfil da cultura do sorgo no Brasil : área de cultivo em função do quantitativo de sementes melhoradas comercializa.

Atividade	Cultura		
	Granífero	Forageiro	Total
Sementes			
Comercializadas (t) <sup>1/</sup>	2.898	1.298	4.196
Área plantada (ha)	89.000	130.000	419.000

(<sup>1</sup>) Fonte: A hora e a vez..., 1999.

**Tabela 6** - posição da cultura do sorgo no brasil, comparada a outros cereais - 1996.

Cultura	Área de cultivo (1000ha)	Valor relativo (%)
Milho	13.554	100
Arroz	3.580	26
Sorgo <sup>1/</sup>	419	3 <sup>2</sup>

Fonte: FAO, 1997; A hora e a vez..., 1999.

<sup>1/</sup> Híbridos comerciais

<sup>2</sup> Este valor que poderá chegar a 6%, se for considerada uma área de cultivo de mais 400 mil hectares (variedades e materiais locais).

**Tabela 7** - Área colhida de sorgo granífero na Região Nordeste, 1985/95.

Ano	Área colhida (ha)/UF					
	PI	CE	RN	PE	BA	TOTAL
1985	4.588	4.830	9.884	11.306	18.753	53.693
1986	1.939	1.007	14.216	5.003	31.601	43.768
1987	-	804	5.516	2.176	13.130	21.626
1988	-	1.010	16.449	3.916	9.211	30.586
1989	-	-	8.805	2.525	31.301	42.621
1990	-	-	867	1.500	14.757	17.124
1991	-	-	9.560	1.225	20.655	31.510
1992	-	-	6.340	2.350	39.387	48.077
1993	-	-	-	-	16.075	16.075
1994	-	434	3.656	925	18.146	27.595
1995	-	394	4.144	584	22.473	27.595

Fonte – Anuário Estatístico do Brasil, 1996.

## 2.2. Cultura do Milheto

A importância do milheto e do sorgo pode ser avaliada mediante os seguintes aspectos (FAO, 1992):

- A área cultivada de sorgo e de milheto são 34 e 26 milhões de hectares, na África e no Sudeste da Ásia, respectivamente;
- Cerca de 400 milhões de pessoas vivem nessas regiões, sob agricultura de baixos níveis tecnológicos;
- O milheto Pérola é o mais importante dentre as várias espécies de milheto. É cultivado principalmente na África em basicamente cinco nações: Nigéria, Niger, Mali, Burkina Faso, Senegal e Sudão, responsáveis por cerca de 85% da produção do Continente;
- Os níveis de produtividade nos últimos 30 anos, foi pouco alterado, permanecendo no patamar de 630-690 kg/ha.

Na Tabela 8, pode ser visto o quantitativo da cultura, em termos de área cultivada e de produtividade, nas regiões mencionadas.

**Tabela 8** - Área cultivada e produtividade do milheto, na África e no Sudeste da Ásia.

Período de Registro	Área Cultivada (10 <sup>6</sup> ha)		Total	Produtividade Média (kg/ha)
	África	Sudeste da Ásia		
1961-63	14,1	19,3	33,4	531
1969-71	15,4	20,5	35,9	580
1979-81	12,0	18,5	30,5	576
1988-90	14,8	13,8	28,6	660

Fonte: Andrews & Bramel-Cox (1993).

A importância da cultura no Brasil, em termos quantitativos de área cultivada, ainda não aparece nas estatísticas oficiais. Entretanto, vale frisar que hoje no Brasil existem seis milhões de hectares onde a prática do plantio direto constitui um fato bem estabelecido (Plantio direto..., 1998). Todavia em grande parte dessa área, é utilizado o milheto como componente da tecnologia. Além disto, evidencia-se que as áreas de soja na região do Cerrado Central (MT, MS, TO e GO) e na extensão desta sub-região, nos estados do Maranhão (localidade do município de Balsas e adjacências) e do Piauí, o milheto é utilizado em sistema de rotação com a oleaginosa. Deste modo, segundo estimativa dos técnicos da APPS, hoje a área total de cultivo de milheto no Brasil é de cerca de dois milhões de hectares. Esta área provavelmente equivale ao dobro da área cultivada com sorgo no Brasil. Todavia, salienta-se que a utilização da cultura compreende os seguintes aspectos: plantio direto, como componente da tecnologia; utilização do grão na confecção de rações para monogástricos; utilização da biomassa na confecção de feno; pastejo direto; rotação de cultura em sucessão à soja (Val, 1994).

### 3. Dimensão do negócio agrícola e perspectivas para o futuro

#### 3.1. Culturas do sorgo e do milho para grão

No enfoque relativo ao tamanho do agronegócio da cultura do sorgo e do milho, deve-se levar em consideração a importância do milho, visando notadamente a posição e o perfil desta cultura na região. Considerando os números da cultura do milho no Nordeste, pertinente a área cultivada, produção, produtividade e consumo, e importação do produto, evidenciam-se os seguintes pontos a considerar, fundamentados nos dados das Tabelas 9 e 10.

**Tabela 9** - Perfil da cultura do milho na região Nordeste do Brasil

UF	Área de cultivo (1.000 ha)	Produção obtida (1.000 t)	Produtividade (kg/ha)
BA	203	525	2.584
SE	82	112	1.367
AL	95	43	450
PE	318	241	757
PB	258	209	814
RN	140	701	508
CE	681	551	810
PI	432	411	952
MA	642	415	647
<b>TOTAL</b>	<b>2.850</b>	<b>2.579</b>	<b>-</b>

Fonte: Associação Avícola de Pernambuco - AVIPE, 1996.

**Tabela 10** - Consumo de milho na região Nordeste do Brasil

UF	Avicultura (1.000 t)	Suínocultura e Pecuária (1.000 t)	Indústria (1.000 t)	Total (1.000 t)
BA	216	45	54	315
SE	48	6	14	68
AL	32	17	10	59
PE	576	90	230	896
PB	140	28	264	432
RN	48	22	10	80
CE	360	52	60	472
PI	50	32	18	100
MA	102	35	26	163
<b>TOTAL</b>	<b>1.572</b>	<b>327</b>	<b>686</b>	<b>2.585</b>

Fonte: Associação Avícola de Pernambuco - AVIPE, 1996.

- Os estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e do Rio Grande do Norte, apresentam elevados déficits de produção, tendo por conseguinte, de recorrer à importação do produto;
- O estado de Pernambuco apresenta-se como o maior centro consumidor de milho do Nordeste, chegando a aproximadamente 900 mil toneladas anuais. Deste montante, 65% é destinado à avicultura;

- Toda produção de milho de Pernambuco atende apenas a 25% do consumo;
- A avicultura de Pernambuco (5<sup>a</sup>. do Brasil em importância, movimenta cerca de meio bilhão de reais por ano, representa 3,6% do PIB do estado e gera 150 mil empregos); tem uma taxa de crescimento de cerca de 8% ao ano. Isto, representa que o quantitativo de grãos importados será anualmente incrementado, o que poderá, de certa forma, comprometer o desempenho da atividade.

Face ao exposto, o estado de Pernambuco terá de recorrer a outras alternativas que visem sobretudo equilibrar/ajustar a economia da atividade e ao mesmo tempo torná-la mais dinâmica e plenamente sustentável. Assim, considerando a adição do sorgo na ração animal e principalmente para aves, dependendo do percentual empregado, ocorrerá provavelmente uma substancial economia, sobretudo em todos os passos da cadeia produtiva. Com relação à utilização do grão de sorgo na avicultura, evidencia-se que na composição de rações, pode substituir em até 70% o milho, sem prejuízo na produção e no desempenho da atividade. Além disso, vale frisar que, considerando o índice nutricional do milho como 100%, o sorgo sem tanino fica em 90,2% e o sorgo com tanino em 79,2% (Lima, 1981; Magalhães *et al.*, 1997).

Na Tabela 11, consta a estimativa da potencialidade de produção de grãos para o estado de Pernambuco, considerando o sorgo granífero dentre três culturas previamente avaliadas em função de ações de pesquisa e de unidades de produção. Todavia, com relação à cultura do sorgo granífero na microrregião de Araripina, convém salientar os seguintes pontos:

- A região altiplana da Chapada do Araripe compreende uma área física de cerca de 350 mil hectares, no estado de Pernambuco. O solo predominante é um LVA-d, com problemas de acidez, plano em sua totalidade, com vocação para cultura em escala e praticamente mecanizável (Cavalcanti & Lopes, 1994);
- O regime hídrico na Chapada compreende precipitação pluvial de cerca de 700mm anuais, concentrada basicamente no primeiro quadrimestre do ano, onde ocorre cerca de 70% das chuvas. Todavia, vale salientar que nos últimos 22 anos de experimentação agrícola na região em questão, registrou-se apenas frustração de safra em um único ano (1993), caracterizado por apresentar uma das secas mais severas já registradas no semi-árido no presente século. Todavia, tal fato leva a inferências de que a área da Chapada e adjacências apresentam o regime hidrológico mais regular de todo o semi-árido, quando comparado às demais microrregiões existentes nesta região do sertão e mesmo do agreste;
- Sob condições de unidades de produção de sorgo granífero, chegou-se a obter, em 1995, níveis de produtividade de cerca de 4.600kg/ha (76 sacos de 60kg/ha). Nestas condições, apenas 54 sacos cobriam os custos de investimento e de custeio, considerando o preço do sorgo, equivalente a 80% do preço do milho. Deste modo, visando atingir este nível de produtividade, utilizou-se tecnologia compatível com o agronegócio de grão - fosfatagem e calagem no âmbito de segmento investimento;

**Tabela 11** - Estimativa da potencialidade de produção de grãos de milho, milheto, sorgo e soja para o estado de Pernambuco.

Pólos Potenciais	Cultura	Área de Cultivo (1.000 ha)	Rendimento (sc/ha)	Produção Estimada (1.000 t)
• Mata Norte - zona de renovação de cana-de-açúcar	Milho	20	100	120
• Microrregião de Araripina - incluindo a região altiplana da Chapada do Araripe	Milheto	30	33	60
	Sorgo	50	50	150
	Soja	50	40	120
• Vale do São Francisco - sob regime de irrigação em sucessão/rotação de culturas	Milho	05	100	30
Total		155	-	480

### 3.2. Cultura do sorgo forrageiro e do milheto forrageiro

Da mesma forma que o sorgo granífero, a dimensão do agronegócio do milheto e do sorgo forrageiro encontra-se atrelado às demandas configuradas e levantadas na região. No entanto, difere do sorgo granífero quanto ao perfil do usuário do produto. Ao passo que o sorgo granífero requer grandes áreas contínuas de cultivo, por tratar-se de cultura de escala, requer também, mecanização em todos os passos do seu sistema produtivo, no sorgo forrageiro evidenciam-se os seguintes pontos:

- É uma cultura que dependendo das condições de cultivo e do perfil do produtor, poderá ser implementada tanto em sistema de fazenda (pequeno e médio produtor) quanto em dimensão empresarial e também no âmbito das associações de produtores, cooperativas, sindicatos rurais, etc.;
- Historicamente existe vocação para a cultura na região. Este fato remonta dos anos 80, onde nos municípios de Ouricuri, Afrânio e Araripina (todos localizados no sopé da Chapada do Araripe) chegaram a cultivos cerca de 20 mil hectares de sorgo, via associações de produtores, sindicatos e também no contexto de grandes produtores. Esta experiência não foi “a posteriori” bem sucedida, face a quebra de acordos de garantia na aquisição do produto, por parte do setor agroindustrial, esbarrando, assim, mais uma vez, nos problemas de comercialização (principal ponto de estrangulamento de cultura);
- As cultivares de sorgo forrageiro em uso, apresentam aptidão em sua totalidade para silagem, no contexto das áreas nas chamadas “bacias leiteiras”, localizadas principalmente na região do Agreste de Pernambuco e regiões similares. Desta forma, o sorgo forrageiro consiste de cultura estratégica e/ou alternativa como uma das possíveis soluções ao principal fator limitante da pecuária regional - a escassez de volumosos principalmente no período estival do ano. Além disto, consiste de espécie forrageira de características xerofílicas

e adaptadas às condições do agreste semi-árido e similares. Assim, considerando o potencial da cultura, aptidão e forma de utilização, evidenciam-se os seguintes pontos a considerar, fundamentados nos dados das tabelas 12, 13 e 14.

**Tabela 12** - Efetivo bovino na região Nordeste do Brasil.

UF	Efetivo (1.000 cabeças)	Participação UF/NE (%)	Participação UF/Brasil (%)
MA	3.930	14,6	2,5
PI	2.029	7,5	1,3
CE	2.601	9,6	1,6
RN	929	3,4	0,6
PB	1.319	4,9	0,8
PE	1.923	7,1	1,2
AL	959	3,5	0,6
SE	1.057	3,9	0,7
BA	12.160	45,1	7,8
Nordeste	26.907	100	-
Brasil	154.440	-	100

Fonte: Anuário Estatístico do Brasil, 1996.

**Tabela 13** - Efetivo bovino do Estado Pernambuco, em função das mesorregiões.

Mesorregião	Efetivo (1.000 cabeças)	Participação das Mesorregiões - PE (%)
Mata	153	08
Agreste	1.076	56
Sertão	692	36
Total	1.923	100

Fonte: Censo Agropecuário de Pernambuco, 1998.

**Tabela 14** - Relação entre o consumo do sorgo forrageiro e a demanda na alimentação animal na mesorregião do Agreste e do Sertão de Pernambuco.

Mesorregião	% de Atendimento da Demanda (Efetivo bovino)	Efetivo Bovino (nº Cabeças)	Consumo de matéria seca no verão 5 meses (t) <sup>(1)</sup>	Equivalência Em área colhida <sup>(2)</sup>
Agreste	10	107.688	193.838	19.383
	30	323.064	581.514	58.150
	50	538.440	969.190	96.190
Sertão	10	69.288	124.610	12.461
	30	207.684	373.830	37.383
	50	346.140	623.050	62.305

<sup>(1)</sup> Considerando o consumo médio de 12kg/animal/dia;

<sup>(2)</sup> Considerando o nível de produtividade de 10t/ha de matéria seca.

- Pernambuco é detentor do quinto maior rebanho bovino do Nordeste, contribuindo, assim, com 7,1% em termos regionais e com 1,2% do rebanho nacional;
- As mesorregiões do Agreste e Sertão concentram cerca de 92% do rebanho estadual, onde cada uma destas contribui com 56 e 36% do total;
- Considerando uma área de cultivo de sorgo forrageiro (previamente zoneada e localizada) equivalente a aproximadamente 20 mil hectares no Agreste e 12 mil hectares no Sertão, dispunha-se de um potencial em volumosos que atenderia aproximadamente a 10% do efetivo bovino de Pernambuco.

Face ao exposto, evidencia-se que a escassez de volumosos no semi-árido, é drasticamente aumentada, com as secas periódicas em maior ou menor intensidade, como as verificadas nos anos de 1993 e 1998, provocadas também pelo fenômeno “el niño”. Com isto, há uma redução no efetivo bovino regional, inexistência de volumosos em muitas áreas da região, rompimento da cadeia produtiva do “agribusiness”, redução drástica da oferta de empregos no campo e o conseqüente surgimento de contingentes de trabalhadores rurais em condições de miserabilidade. Todos esses fatos, provavelmente, acarreta o fenômeno do êxodo rural, para os grandes centros urbanos. O mesmo raciocínio é válido para a cultura do milheto, sendo a opção principal, a confecção de feno em vez de silagem.

#### **4. Recursos genéticos disponíveis, variabilidade genética e necessidade de introdução de variabilidade genética**

##### **4.1. Importância e posição do sorgo e do milheto**

Quase que em sua totalidade, os melhoristas têm praticado seleção visando fundamentalmente o incremento de produção. Neste âmbito, surge o conceito de ideotipo - “uma forma a partir de uma idéia” (Almeida *et al*, 1998). Esta definição, embora simples, envolve o conhecimento de muitas áreas: fisiologia, bioquímica, anatomia e melhoramento de plantas.

Nas principais espécies cultivadas, o incremento de produção pode ocorrer através de um método de melhoramento conhecido como “modelo empírico”, onde a seleção é praticada no caso de rendimento de grãos, geralmente em decorrência do aumento do índice de colheita. Face a isto, a maioria das espécies cultivadas encontram-se próximo ao seu limite máximo, que situa-se entre 45 a 50% de índice de colheita. Assim, o uso desta característica poderá ser limitada em programas de melhoramento que visem futuros incrementos de produtividade.

No “modelo empírico” - além da característica índice de colheita, o melhorista deverá ter a idéia precisa da planta que pretende obter: altura, ciclo, fitomassa, crescimento inicial, tamanho da folha, tamanho e número de grãos, etc. Neste contexto, embora as áreas de fisiologia, bioquímica e biologia molecular terem tido grande desenvolvimento nos últimos anos, esses conhecimentos ainda são pouco utilizados para delinear modelos de plantas. Isto pode ser visualizado na utilização das novas técnicas de auxílio ao estudo da variabilidade genética-eletroforese, QTL, RFLP, microsatélite, etc. Cerca de 60% dos trabalhos com transformação genética de plantas, foram realizados com o objetivo de eliminação de estresses bióticos e abióticos. Muito pouco foi realizado para a melhoria de ideotipo ou para criar um novo modelo de planta.

Por outro lado, evidencia-se a importância das coleções de germoplasma no contexto dos recursos genéticos disponíveis, considerando, dependendo do caso, seu uso potencial, sua responsabilidade social e a sua vulnerabilidade. Deste modo, devem ser levados em consideração, os seguintes pontos:

- 60% da população humana, diretamente ou indiretamente vivem da agricultura;
- A segurança alimentar constitui a mais urgente necessidade nesta década - a cada ano, ocorre um incremento da ordem de 100 milhões de pessoas. Para o ano 2000 haverá, segundo a FAO (1990), 600 a 650 milhões de subnutridos no planeta;
- considerando que, a partir do ano 2000, teremos 6 bilhões de habitantes, estima-se que a produção de alimentos de um único ano após este marco, equivalerá a toda produção de alimentos entre 1850 e 1950;

De acordo com IWANAGA (1993) a diversidade genética constitui um pré-requisito para um desenvolvimento agrícola sustentável. Face a isto, surgiu o estabelecimento de bancos de genes para conservar a diversidade genética do planeta, que constituiu uma preocupação dos países desenvolvidos.

No início dos anos 70, esforços foram desenvolvidos através de organismos internacionais, no sentido de estabelecimento de bancos de germoplasmas - IBPGR, IARC (International Board for Plant Genetic Research), IARCS (International Agriculture Centers) (IWANAGA, 1993).

A partir dos anos 60, a comunidade mundial começou a se preocupar e expressar conceitos quanto a escala da erosão genética dos materiais cultivados e ao mesmo tempo reconhecer o valor potencial dos recursos genéticos disponíveis e em uso (Tabela 15).

**Tabela 15** - Germoplasma de plantas cultivadas no mundo, identificados por categoria - 1993

Categoria	Nº de Acessos
<u>Órgãos Governamentais:</u>	
• Nações desenvolvidas	1.762.461
• Nações em desenvolvimento	1.237.290
<u>Bancos de gens internacionais:</u>	
• IARCS	493.712
• Outros	7.243
• Coleções Regionais	33.879
<u>Órgãos Privados:</u>	
• Nações desenvolvidas	42.246
• Nações em desenvolvimento	6.007
Outros	30.316
<b>TOTAL</b>	<b>3.613.154</b>

Fonte: IWANAGA, 1993.

Nas tabelas 16 e 17, consta o quantitativo relativo ao número de acessos de vários centros internacionais, com relação as principais culturas de importância econômica. Vale frisar que dentre estas, a cultura do sorgo contribui com 34.480 acessos em Fort Collins (cerca de 8% do total de acessos) e que do total de acessos do ICRISAT, esta cultura representa um percentual da ordem de 6%.

**Tabela 16** - Número de acessos no National Plant Genetic System, Forth Collins, USA.

Cultivo	Nº de Acessos	%
Aveia	19.999	5
Cevada	28.612	7
Arroz	18.213	4
Centeio	2.618	0,6
Sorgo	34.480	8
Trigo	41.222	10
Milho	28.376	7
Outras Espécies	242.385	58
Total	415.905	100

Fonte: FAO, 1997

**Tabela 17** - Recursos Genéticos/Centros Internacionais (IARC's/1993)

IARC's	País	Nº de acessos	Espécies
CIAT	Colômbia	66.205	Várias
CIMMYT	México	72.500	milho/trigo
CIP	Peru	11.700	várias
ICARDA	Síria	86.591	trigo/várias
ICRISAT	Índia	<sup>(1)</sup> 57.436	sorgo
IITA	Nigéria	35.160	Arroz/milho/outras
ILCA	Etiópia	9.396	várias
IRRI	Filipinas	83.063	arroz
WARDA	Costa do Marfim	5.600	arroz
AVRDC	Taiwan	32.200	várias
Total		498.615	

(1) 31.030 de sorgo + 6.610 de milheto + 19.796 de milheto secundário

Fonte: Eberhart (1993); Wilkes (1993).

#### 4.1.1. A coleção de sorgo e de milheto do IPA

Na Tabela 18, encontra-se discriminado o quantitativo de acessos de sorgo do Banco de Germoplasma do IPA, em função da natureza do material, origem e ano de introdução e/ou obtenção.

**Tabela 18** - Acessos de sorgo introduzidos e obtidos do programa melhoramento do IPA - PE .

Natureza do Material	Origem	Nº de acessos	Ano
Introduzido (linhagens) <sup>(2)</sup>	<u>EUA</u>		
	Purdue	1.199	1973/74
	Texas A&M	65	1973/76
	Kansas	94	1973
	Fort Collins	98	1973
	USAID	291	1973/75
	<u>EMBRAPA (VIA)</u>		
ICRISAT (Índia)	378	1974/86	
Linhagens <sup>(2)</sup>	<u>ÁFRICA</u>		
	Uganda	73	1973
	Etiópia	27	1973
	Sudão	15	1974/86
	Nigéria	60	1974/86
Recomendados(Var.)	<u>IPA-PE</u>	83	1974/86
Processo de Seleção (Progênes) <sup>(1)</sup>	<u>IPA-PE</u>	750	1987/97
<b>Total</b>		<b>3.310</b>	

(1) Método genealógico (Pedigree)

(2) Materiais periodicamente multiplicados e armazenados em câmara fria.

Na Tabela 19, consta o quantitativo referente aos pares de linhas macho-estéreis de sorgo introduzidos, discriminados em função da origem.

**Tabela 19** - Acessos introduzidos no programa de melhoramento do IPA-PE - Linhas macho-estéreis de Sorgo - (LME)

LME <sup>(1)</sup> - Pares	Origem	Quantitativo
A e B	Texas A&M	65
	ICRISAT	106
	Kansas University	28
	Purdue University	40
<b>Total</b>		<b>240</b>

<sup>(1)</sup>Atualmente utilizadas na obtenção de híbridos interespecíficos com *S. Sudanense* - materiais forrageiros.

Dentre estes materiais, já foram observadas as seguintes características:

- Resistência/tolerância a fatores abióticos; acidez do solo (tolerância mediana); salinidade (alta resistência para materiais de *S. Sudanense*);

- Estresse hídrico (tolerância mediana a alta para materiais de sorgo forrageiro na fase de plântula)
- Resistência/tolerância a fatores bióticos; doenças foliares (não detectada); mosca do sorgo (fonte de resistência já definida - AF 28); Lagarta Elasm (não detectada); Diatraça spp (em fase de investigação)
- Outras características: baixo tanino no grão (disponibilidade de materiais); qualidade do grão, forragem e restolho (trabalhos em andamento)

Na Tabela 20 consta a discriminação dos novos materiais introduzidos de milho – linhas macho-estéreis e linhas restauradoras de fertilidade.

**Tabela 20.** Acessos introduzidos de milho (LME) linhas machos-estéreis e linhas restauradoras ( R).

Ordem	Linhas	Origem
01	59022 A <sub>1</sub>	KSU
02	59022 A <sub>4</sub>	KSU
03	59022 B	KSU
04	413 A <sub>1</sub>	KSU
05	413 A <sub>4</sub>	KSU
06	413 B	KSU
07	59052 A <sub>1</sub>	KSU
08	59052 B	KSU
09	442 A <sub>4</sub>	KSU
10	378-2 A <sub>1</sub>	KSU
11	378-2 A <sub>4</sub>	KSU
12	378-2 B	KSU
13	54025 A <sub>4</sub>	KSU
14	54025 B	KSU
15	792068 A <sub>1</sub>	KSU
16	792068 B	KSU
17	086 R <sub>1</sub>	KSU
18	58057 R <sub>1</sub>	KSU
19	6015 R <sub>1</sub>	KSU
20	6RM R <sub>4</sub>	KSU
21	NPM-1 R <sub>1</sub>	KSU
22	NPM-2 R <sub>1</sub>	KSU
23	NPM-3 R <sub>4</sub>	KSU
24	890083 R <sub>1</sub>	KSU

KSU – Universidade do Kansas – EUA

A<sub>1</sub> – Citoplasmas A<sub>1</sub>

R<sub>1</sub> – Restauradora de A<sub>1</sub>

A<sub>4</sub> – Citoplasmas A<sub>4</sub>

RM – R<sub>4</sub> – restauradora de R<sub>4</sub>

Na Tabela 21 consta a discriminação e o número de acessos existentes do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de milheto, do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo – EMBRAPA, Sete Lagoas – MG, onde o IPA mantém estreito intercâmbio técnico-científico.

**Tabela 21** - Discriminação e número de acessos do BAG do CNPMS-EMBRAPA (1998).

Ordem/Procedência	Nº de Acessos
IPA	1
NEBRASKA UNIVERSITY - EUA	17
KANSAS UNIVERSITY - EUA	2
CPATSA - EMBRAPA	1
ICRISAT - ÍNDIA	1685
OUTROS	55
TOTAL	1761

## 5. Breve histórico da cultura do sorgo e do milheto em Pernambuco – Antecedentes

### 5.1. Cultura do sorgo

- 1930 - Utilização de materiais de sorgo no isolamento de linhas puras de algodão. A Secretaria de Agricultura de Pernambuco desenvolvia uma ação de fomento com a cultura do algodão, no município de Surubim, onde os campos de multiplicação de sementes eram separados/isolados por fileiras de sorgo (Simpósio Interamericano de Sorgo, 1972);
- 1938/40 - Confecção de feno de sorgo, utilizando-se a variedade grohoma, na localidade de Limoeiro-PE. Procedeu-se a introdução de novos materiais de sorgo: Shallu, Redbine, “Vira-Cacho” /Milho de Angola pipoca (Simpósio Interamericano de Sorgo, 1972);
- 1957 - Início da pesquisa com a cultura do sorgo - introduções de Fort Collins - EUA e da África (Lima e Mafra, 1963);
- 1963/68 - Avaliação de materiais para produção de grãos e forragem, nas mesorregiões da mata, agreste e sertão (Simpósio Interamericano de Sorgo, 1972);
- 1970 - Estudo da viabilidade do sorgo granífero - Programa AID-EUA (Swearing *et al.*, 1971);
- 1973/77 - Melhoramento e manejo da cultura - um estudo de revisão de informações, com o apoio da Fundação Ford, SUDENE e BNB (PSM/IPA, Boletim nº 04, 1976);
- 1978/86 - Introdução de novos materiais, seleção, obtenção de progênes e recomendação (Lira *et al.*, 1979; Lira *et al.*, 1986);
- 1987 - Introdução, seleção e obtenção de materiais. Melhoramento visando tolerância/resistência a fatores bióticos e abióticos.

## 5.2. Cultura do milho

- 1973 – Introdução de materiais da África e da Índia (ICRISAT) para formação de banco de germoplasma, com o envolvimento da Fundação Ford/IPA;
- 1974/77 – Manejo da cultura, estudos de socas, consórcio, adubação, rações para aves e suínos, geração de híbridos interespecíficos do milho x capim elefante, obtenção do composto IPA-BULK-1. Nesta fase foram envolvidos os convênios SUDENE/IPA e UFRPE/IPA, liderados pelo IPA com recursos da Fundação Ford;
- 1978/86 – Estudos de melhoramento da cultura para grão e forragem. Obtenção do Composto IPA-BULK-1-BF (baixa fertilidade);
- 1987 em diante – Introdução de linhas macho estéreis, avaliação da qualidade da forragem, avaliação de introduções para forragem e dos materiais recomendados.

## **6. Descrição das cultivares desenvolvidas pelo Programa de Melhoramento de sorgo e milho do IPA**

### 6.1. Sorgo Granífero - Acessos introduzidos e obtenção de materiais.

Nas Tabelas 22a e 22b constam de forma sumarizada, as 10 principais cultivares (variedades) de sorgo granífero, que representam a evolução dos trabalhos de melhoramento nos últimos 25 anos. Convém frisar que o processo de seleção empregado, foi ora direcionado para esta ou aquela característica, conforme se configurava a demanda e/ou exigência da região, época, finalidade ou mesmo natureza do produto final, etc. Neste âmbito, importância foi dada aos seguintes pontos: cultivares graníferas de porte baixo (visando colheita mecanizada do grão); cultivares taninosas (visando reduzir o ataque de pássaros); cultivares de porte alto (visando o aproveitamento do restolho); cultivares de baixo tanino no grão (visando o aproveitamento para confecção de produtos destinados à alimentação humana e também para uso na avicultura).

Destes materiais, destacou-se a cultivar IPA-7301011 (de elevado potencial de produção e sem tanino no grão) que só no estado de Pernambuco, foi cultivado nos anos 80, área de 10-15 mil hectares. Além disto, estima-se que na região Nordeste, esta cultivar representa cerca de 80% do sorgo granífero cultivado. No momento, este material é bastante cultivado em outras unidades da federação, em sucessão à cultura da soja, como é o caso de algumas áreas de Mato Grosso, Maranhão e Piauí.

Nas Tabelas 23a e 23b pode ser visto um grupo dos 10 principais materiais de sorgo granífero obtidos e selecionados através do Programa de Melhoramento do IPA. O método de melhoramento utilizado foi o genealógico (pedigree), partindo do cruzamento entre linhas de elite e a “posteriori”, as progênies obtidas foram mantidas e selecionadas por autofecundações sucessivas. Estes materiais, em sua maioria, de porte elevado para sorgo granífero, destacaram-se como sendo de duplo propósito.

**Tabela 22a** - Cultivares introduzidas de sorgo granífero, selecionadas e mantidas através do programa de melhoramento do IPA.

Características	Variedades (nº IPA)				
	7301011	7300201	7301154	7300958	7300073
- Pedigree	9Dx/9/11	IS 9826	-	-	PI 276.839C
- Outra denominação	-	-	ICAPAL	SERENA	ICRISAT
- Origem	UGANDA	ICRISAT	ICRISAT	UGANDA	ICRISAT
- Altura de planta (cm)	170	160	130	180	140
- 50% floração (dias)	65	6	60	59	58
- Tanino no grão (%)	0,1	1,2	0,30	0,46	0,30
	(ausente)	(presente )	(baixo)	(baixo)	(baixo)
- Cor do grão	Branca	Vermelha Escura	Amarela	Amarela	Amarela
- Cor das grumas	Preta	Preta	Preta	Preta	Vermelha
- Peso de 1.000 Sementes (g)	26	32	22	26	24
- Potencial de produção de Grãos (kg/ha)	5.000	5.000	4.500	4.500	5.000
- Potencial de produção de matéria seca do restolho (t/ha)	4,0	3,0	3,0	4,0	3,0

**Tabela 22b** – Cultivares introduzidas de sorgo granífero, selecionadas e mantidas através do programa de melhoramento do IPA.

Características	Variedades (Nº IPA)				
	8602527	8602502	8602526	8602517	7300967
- Pedigree	SPV-475	PVTE-25	SPV-387	PVT-2E-5	3Dx57/1/H/4
- Outra denominação	-	-	-	-	-
- Origem	ICRISAT	ICRISAT	ICRISAT	ICRISAT	UGANDA
- Altura de planta (cm)	175	205	190	160	180
-50% Floração (dias)	71	70	74	77	60
- Tanino no grão (%)	0,20	0,20	0,18	0,20	0,63
- Cor do grão	0,20	0,20	0,18	0,20	0,63
- Cor das glumas	Amarela	Amarela	Amarela	Amarela	Vermelha
- Cor das glumas	Vermelha	Vermelha	Vermelha	Vermelha	Vermelha
- Peso de 1.000 sementes (g)	26	31	27	30	20
- Potencial de produção de grãos (kg/ha)	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
- Potencial de produção de matéria seca do restolho (t/ha)	3,0	5,0	5,0	3,0	5,0

Fonte: Faris *et al.*, 1976; Lira *et al.*, 1979; Tabosa, *et al.* (1993).

**Tabela 23a** - Cultivares de sorgo granífero e mantidas pelo programa de melhoramento do IPA.

Características	Variedades (nº IPA)				
	860248 7	8602468	8602477	860248 4	860248 9
- Pedigree	206x37 8	378x1131	73x998	378x11 31	206x37 8
- Altura de planta (cm)	196	187	195	198	194
- 50% floração (dias)	62	62	61	59	59
- Cor do grão	Branca	Vermelha	Vermelha	Vermelh a	Vermelh a
- Cor das glumas	Preta	Vermelha	Vermelha	Vermelh a	Vermelh a
- Peso de 1.000 sementes (g)	30	34	38	30	35
- Potencial de produção de grãos (kg/ha)	4.500	4.500	4.000	5.000	5.000
- Potencial de produção de matéria seca do restolho (t/ha)	3,5	3,5	4,0	3,5	4,0

**Tabela 23b** - Cultivares de sorgo granífero obtidos e mantidos pelo Programa de Melhoramento do IPA.

Características	Variedades (nº IPA)				
	86024 73	8602600	8602636	8602655	8602679
- Pedigree	73x37 8	1154x967	73x967	967x201	73x967
- Altura de planta (cm)	178	154	194	165	166
- 50% floração (dias)	63	64	76	64	68
- Cor do grão	Amarel a	Amarela	Branca	Amarela	Amarela
- Cor das glumas	Preta	Preta	Preta	Preta	Preta
- Peso de 1.000 sementes (g)	30	34	38	30	35
- Potencial de produção de grãos (kg/ha)	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
- Potencial de produção de matéria seca do restolho (t/ha)	4,0	3,5	5,0	3,5	3,5

Fonte: Tabosa, *et al.*, (1993); Lira, *et al.*, (1988).

## 6.2. Sorgo forrageiro – Acessos introduzidos e obtenção de materiais

Na Tabela 24 pode ser visualizado o grupo principal de 15 materiais que representa a evolução do programa de melhoramento. Os materiais introduzidos no início da programação de pesquisa (IPA-7301218 e IPA-7301158), ainda hoje são usados como fonte de genes, visando açúcar no colmo e resistência ao acamamento. Deste modo, foi usada a cultivar IPA-7301218 x cultivares sacarinas tradicionais para a obtenção do material forrageiro IPA 467-4-2. Este material consiste de uma variedade de elevado potencial de produção, sendo a variedade mais comercializada na região Nordeste e avaliada como promissora no Vale do Itajaí-SC (Almeida *et al.*, 1993). Além deste, a cultivar IPA - SF-25, obtida do cruzamento entre IPA-7301218 x IPA 7301158, de colmo semi-sacarino apresenta-se como mais promissora do que a IPA-467-4-2, face ao reduzido percentual de acamamento verificado. Também encontra-se em fase de liberação, o material IPA-02-03-01, resultante do cruzamento entre duas linhas graníferas - IPA - 7301011 x IPA 7300206, que segregou para forragem, onde apresentou porte elevado e grande produção de biomassa. Finalmente, completando os 15 materiais em referência, evidencia-se a coleção EH: 1,4, 8 e 12, desenvolvidas para tolerância/resistência ao estresse hídrico. Vale salientar que são materiais oriundos de diversos cruzamentos e apresentam níveis de produção superior às cultivares em uso. Além disto, apresentam elevada eficiência de uso de água, quando comparadas a outros materiais forrageiros. Necessitam de 200 a 300kg de água para produzirem 1kg de matéria seca (Lima, 1998). Destes materiais, está sendo implementada à produção de semente básica.

**Tabela 24** - Características das cultivares de sorgo forrageiro que representam a evolução do Programa de Melhoramento do IPA nos últimos 20 anos.

Variedade	Características Principais <sup>(1)</sup>			
	Altura da planta (cm)	50% Floração (nº Dias)	Produção de Mat. Seca (t/ha)	Acamament o (%)
Nº IPA - Pedigree				
7301158 - AF-3	300	73	9,37	5
7300116 - EA - 116	240	73	10,75	3
7301218 - V - 150	270	80	12,88	20
467-4-2 - 1218 V.	350	100	14,00	15
Sacarinas				
SF-25 - 1218 x 1158	350	95	15,00	5
02-03-01 - 1011 x 206	340	85	14,50	3
43-70-02 - 1011 x 206	287	106	12,00	8
322-1-2 - 1218 x 1158	296	98	12,50	6
322-1-3 - 1218 x 1158	320	97	10,00	5
CSF-16 - 1218 x 1158	296	98	12,50	5
CSF-20 - 1218 x 1158	313	103	12,00	10
EH-1 - 116 x 322-1-3	460	101	19,00	6
EH-4 - 1158 x 322-1-3	402	97	18,90	20
EH-8 - 1158 x 322-1-3	433	100	14,46	21
EH-12 - 1158 x 1218	465	93	18,56	18

(1) Material introduzido da África, resistente ao acamamento e adaptado ao semi-árido.

(2) Material sacarino introduzido de Forth Collins, utilizado como fonte de genes.

### 6.3. Milheto forrageiro

O Composto IPA-BULK-1-BF (originário do composto IPA-BULK-1) de milheto forrageiro foi obtido através de um processo de seleção dentre 400 progênies. Compreende material precoce, rústico e adaptado às condições do semi-árido. Apresenta porte de até 250 cm com produção de matéria seca por corte da ordem de 6-8 t/ha. Poderá ser colhido entre os estádios de emborrachamento a grão leitoso, quando o teor de proteína bruta poderá chegar a 18-20%. Atualmente é o material recomendado para Pernambuco e áreas similares.

Como antecedentes, o IPA desenvolveu trabalhos de introdução desta cultura, avaliando em BAG de cerca de 700 acessos de origem africana (Nigéria, Sudão, Uganda etc.) e do ICRISAT (Índia). Foram conduzidos ensaios internacionais, competições para grãos e para forragem. No momento, estão sendo realizados estudos de obtenção de progênies de meio-irmãos no Composto IPA-BULK-1-BF, WC-C75 e ICMS 7703 com vistas a qualidade e produção de forragem para feno.

## 7. Interação com cursos de pós-graduação – dissertação e teses defendidas e aprovadas que tiveram interferência direta do Programa de sorgo e milheto do IPA (orientação, co-orientação e fornecimento de material genético)

ALBUQUERQUE, M.H. de. Efeito de época da incorporação de leguminosas na dinâmica do nitrogênio e na produção do sorgo cultivado em solo da Zona da Mata de Pernambuco. Recife: UFRPE, 1991. Recife: UFRPE, 1991. 98p. (Dissertação de Mestrado).

AMARAL, S.R. do. Comportamento de 11 linhagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) submetidos a estresse hídrico sob condições controladas. Recife : UFRPE , 1997. 115 p. (Dissertação de Mestrado) .

ANDRADE, V.M.R. Efeito do tratamento químico e biológico sobre a população fúngica e germinação de sementes de sorgo *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Recife: UFRPE, 1991. 134p. (Dissertação de Mestrado).

ARAÚJO, S.C. Teste de resistência a seca em sorgo *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Recife: UFRPE, 1991. (Dissertação de Mestrado).

BARBOSA, C.T. de P. Influência da incorporação de matéria orgânica em propriedades de um regossolo no Agreste de Pernambuco. Recife: UFRPE, 1995. 92p. (Dissertação de Mestrado).

BARRETO , L.P. Estudo nutricional e bioquímico do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) sob estresse salino . Recife : UFRPE , 1997. 179p. (Tese de Doutorado).

BRITO , G.O. De . Características agronômicas, composição química, qualidade e consumo das silagens de duas variedades e três híbridos de sorgo forrageiro . Piracicaba : ESALQ , 1995 . 67p. (Dissertação de Mestrado).

FERREIRA, L.M.C. Consumo e digestibilidade do restolho da cultura do sorgo granífero, linha IPA – 7300201, por caprinos e ovinos em regime de confinamento. Recife: UFRPE, 1987. 63p. (Dissertação Mestrado).

- FRANÇA , A.F. de S . Cálcio na produção de matéria seca e na composição mineral do milho forrageiro ( ***Pennisetum americanum*** (L.) K. Schum.). Piracicaba-SP: ESALQ/USP, 1987. 59p. (Dissertação de Mestrado).
- GOMES , J.E. Estimativa de parâmetros genéticos em genótipos de sorgo granífero (***Sorgum bicolor*** (L.) Moench.) na obtenção de híbridos comerciais para o semi-árido de Pernambuco . Recife : UFRPE ,1988 , 173p. (Dissertação de Mestrado) .
- GOMES , R.V. Ação comparativa de Carbonatos e Sulfatos de cálcio e de Magnésio sobre a acidez , teores trocáveis de Cálcio , Magnésio , Potássio e produção de matéria seca de seis cultivares de sorgo granífero ( ***Sorgum bicolor*** (L.) Moench.) , em solo arenoso. Recife : UFRPE , 1985 , 88p. (Dissertação de Mestrado).
- LIMA, G.S. de. Estudo comparativo da resitência à seca em sorgo forrageiro (***Sorgum bicolor*** (L.) Moench .) em diferentes estádios de desenvolvimento . Recife : UFRPE , 1998. 128p. ( Dissertação de Mestrado ) .
- LIRA , M. de A. Sistema integrado de cultivo de sorgo e de pastagens para o sertão de Serra Talhada. Recife: UFRPE, 1984. 92 p. Tese para Professor Titular.
- MARANHÃO, E.A. de A. Toxicidade relativa e eficiência residual de inseticidas sobre ***Sitophilus zeamais*** Mots. , 1985(Coleoptera, Curculionidae) em grãos de milho (***Zea Sitophilus zeamais*** Mots. , 1985(Coleoptera , Curculionidae ) em grãos de milho (***Zea mays*** L.) e sorgo ( ***Sorgum bicolor*** (L.) Moench.) . Recife : UFRPE , 1981. 105p. (Dissertação de Mestrado).
- MARANHÃO , E.H. de A. Nutrição mineral na reação de linhagens de sorgo , ( ***Sorgum bicolor*** (L.) Moench.) , ao agente da antracnose, ***Colletotrichum graminicola*** (Ces) wils. Recife : UFRPE , 1981. 86p. (Dissertação de Mestrado).
- MELO , G.S. de Fontes de resistência à ***Colletotrichum graminicola*** (Ces) wils. em sorgos ( ***Sorgum bicolor*** (L.) Moench.) Recife : UFRPE , 1981 .82p. (Dissertação de Mestrado).
- MESSIAS , A.S. Eficiência agrônômica de fertilizantes nitrogenados em solos dos Trópicos Úmidos . Recife : UFRPE , 1989 . 91p. (Dissertação de Mestrado).
- NEVES , C.S. das . Efeitos da matéria orgânica , do gesso e lavagem na melhoria química do solo salino – sódico. Recife: UFRPE, 1997. 56 p. (Dissertação de Mestrado).
- ORTEGA , T.R.R. Estimativa de digestibilidade com óxido crômico (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) da cama de galinheiro, palma forrageira (***Opuntia ficus-indica*** Mill) e restolho de sorgo (***Sorgum bicolor*** (L.) Moench. , IPA - 7300201) em caprinos e ovinos . Recife : UFRPE ,1987. 83p. (Dissertação de Mestrado).
- PEREIRA , M. da C. Partição do P da palha e do fertilizante marcado com 32 P adicionados a solo PV , entre P do solo , biomassa microbiana e absorvido pelo sorgo. Recife : UFRPE , 1988 , 99p. (Dissertação de Mestrado).
- PONTES , M.J. de S.F. Avaliação de genótipos de sorgo forrageiro (***Sorgum bicolor*** (L.) Moench.) em comparação com genótipos de milho ( ***Zea mays*** L. ) e de milho (***Pennisetum glaucum*** ( L. ) R. BR. ) visando tolerância ao estresse hídrico no estágio de plântula. Recife : UFRPE ,1997 .107p. ( Dissertação de Mestrado ) .
- RÊGO , A.F. de M. Resistência relativa de cultivares de ***Sorgum bicolor*** (L.) Moench. Ao ataque do ***Sitophilus zeamais*** motschulsky, 1985 (Coleoptera, Curculionidae) ,Recife: UFRPE, 1980. 172p. (Dissertação de Mestrado).

- REIS , O.V. dos. Seleção de linhagens de sorgo forrageiro ( ***Sorgum bicolor*** (L.) Moench.) tolerantes ao estresse hídrico na fase de plântula . Recife: , 1992. 90p. ( Dissertação de Mestrado ).
- SILVA , M.A. da. Estabelecimento de método simples para seleção de cultivares de sorgo quanto a tolerância ao Alumínio em solução nutritiva. Viçosa : Universidade Federal de Viçosa, 1988. 71p. (Dissertação Mestrado).
- SILVA , V.M. Comparação de índices de digestibilidade de N com N absorvido por plantas de sorgo cultivadas em vinte solos de Pernambuco. Recife: UFRPE, 1988. 107 p. (Dissertação de Mestrado).
- SILVA ,M, de F.M. da. Toxicidade relativa e eficiência de inseticidas organofosforados e piretróides no controle de ***Sitophilus zeamais*** motschulsky , 1985 (Coleoptera , Curculionidae) e ***Sitotroga cerealella*** (Olivier,1819) (Lepdoptera, Gelechidae) em grãos de sorgo ***Sorgum bicolor*** (L.) Moench. Recife : UFRPE, 1987 .117p. (Dissertação de Mestrado).
- TERAMO , H.V. Comportamento de cultivares de ***Sorgum bicolor*** (L.) Moench ao ataque da “traça” ***Sitotroga cerealella*** (Olivier,1819) (Lepdoptera, Gelechidae), em condições de laboratório . Recife : UFRPE ,1980. 81p. (Dissertação de Mestrado).
- VASCONCELOS, A.P. de. Urucum e sua utilização como pigmentante em rações para frangos de corte à base de sorgo. Recife: UFRPE , 1987. 63p. (Dissertação de Mestrado).
- VENTURA, C.A. de O. Interação genótipo x ambiente em sorgo ( ***Sorgum bicolor*** (L.) Moench. ) nos Estados de Pernambuco e Paraíba – Brasil . Piracicaba : ESALQ , 1979. 61p. (Dissertação de Mestrado).

## **8. Referências bibliográficas**

- ALMEIDA, E.X.; TCACENCO, F.A.; STUCKER, H.; GROSS, C.D. Avaliação de cultivares de sorgo, milho, milheto e teosinto para o Vale do Itajaí. Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v.6, n.3, p. 25-32, 1993.
- ALMEIDA, M.L.; MUNDSTOCK, C.M.; SANGOI, L. Conceito de Ideotipo e seu uso no aumento do rendimento potencial de cereais. Ciência Rural, Santa Maria, v. 28, n. 02, p.325-332, 1998.
- ANDREWS, D.J.; BRAMEL-COX, P. BREEDING. Cultivars for sustainable crop production in the low simput dry land agriculture in the tropics. In: BUXTON, D.R. SHIBLES, R.; FORSBERG, R.A.: BLAD, B.L.; ASAY, K.H.: PAULSEN, G.M.; WILSON, R.F. International Crops Science I. Madison: Crop Science Society of America, 1993. Cap. 28 p. 211-223.
- A HORA E A VEZ DO SORGO. Cultivar, Pelotas, n.0, p.34-36, jan.1999.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE, v. 56, 1996.
- ASSOCIAÇÃO AVÍCOLA DE PERNAMBUCO - DFAARA-PE. Políticas e diretrizes para o desenvolvimento da avicultura de Pernambuco. I Forum de Debates Avícolas de Pernambuco. Recife, 1996. 57p.
- BURTON, G.W. Breeding pearl millet. In: Plant Breeding Reviews. University of Georgia - Tifton, Georgia, USA, 1983. P.162-183.
- CAVALCANTI, A.C. LOPES, O.F. Condições edafoclimáticas da Chapada do Araripe e viabilidade de produção sustentável de culturas. Brasília: EMBRAPA - SPI, 1994. 42p.
- CENSO AGROPECUÁRIO 1995 - 1996; Pernambuco. Rio de Janeiro: IBGE, n.12, 1998.
- CHAPMAN, S.R.; CARTER, L.P. Crop production, principle and pratics. San Francisco: W.H. Freeman , 1976. 566p.
- EBERHART, S.A. Plant genetic resources. In: WORKSHOP ON ADAPTATION OF PLANTS TO SOIL STRESS, 1993, Lincoln. Proceedings ... Lincoln: Nebraska. 1993. p. 51-61.
- FAO PRODUCTION YEARBOOK 1992. Roma: FAO, v. 46, 1993.
- FAO PRODUCTION YEARBOOK 1996. Roma: FAO, v. 50, 1997.
- FARIS, M.A.; FERRAZ, L.; LIRA, M. de A. Ensaio preliminar de linhas puras do sorgo granífero. Boletim IPA/P.S.M., Recife, n.3, p.33-41, mar.1976.
- FERNANDES, C.S. Sorgo - Fertilidade do solo e nutrição de plantas. In: CURSO DE EXTENSÃO SOBRE A CULTURA DO SORGO, 1980, Vitória de Santo Antão, PE. Curso de Extensão sobre a Cultura do Sorgo. Brasília: EMBRAPA-DID, 1981. p.7-13. (IPA. Documentos, 1).
- FERRARIS, R. Pearl millet (*Pennisetum typhoides*). Hurley: Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, 1973. 69p.
- FUSSELL, L.K.; PEARSON C.J. Course of grain development and its relation ship to black region appearance in *Pennisetum americanum* - Field Crop Research, Amsterdam, v.1, p.21-31, 1978.
- HULSE, J.H.; LAING, E.M.; PEARSON, O. E. Sorghum and millets: their composition and nutritive value. London: Academic Press, 1980. 997p.
- IPA (Recife, PE.). Programa de sorgo e milheto; relatório anual. 1975. Recife, 1976b. (IPA-PSM. Boletim, 4) 207 p.
- IWANAGA, M. Enhancing links between germplasm conservation and use in a changing world. In: BUXTON, D.R.; SHIBLES, R.; FORSBERG, R.A.; BLAD, B.L.; ASAY, K.H.; PAULSEN, G.M.; WILSON, R.F. International Crop Science I.

- Madison: Crop Science Society of America, 1993. Cap. 52, p. 407-413.
- LIMA, G.S. de. Estudo comparativo da resistência à seca no sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em diferentes estádios de desenvolvimento. Recife: UFRPE, 1998. 128p. (Dissertação de Mestrado).
- LIMA, M. de A. Utilização do sorgo granífero por ruminantes e não ruminantes. In: IPA (Recife-PE). Curso de Extensão sobre a Cultura do Sorgo, 1980. Brasília: EMBRAPA- DID, 1981. p. 89-96 (IPA Documentos, 1).
- LIMA, M.C. de A. O sorgo na produção cerealífera do Nordeste. In: REUNIÃO DE INVESTIGAÇÃO AGRONÔMICA DO NORDESTE 2, 1962, Recife. Anais... Recife: SUDENE, 1962. v. 7, p. 93-95.
- LIMA, M.C. de A.; MAFRA, R.C. Comments on sorghum in Northeast Brazil. Sorghum Newsletter, Tucson, v. 6. p 5-7, 1963.
- LIMA, M.C. de A.; MIRANDA, P. MAFRA, R.C. Sorghum research in Pernambuco. Sorghum Newsletter, Tucson, v. 11, p. 1-3, 1968.
- LIRA, M. de A. Considerações sobre o potencial do sorgo em Pernambuco. In: CURSO DE EXTENSÃO SOBRE A CULTURA DO SORGO, 1980, Vitória de Santo Antão, PE. Curso de Extensão sobre a Cultura do Sorgo. Brasília: EMBRAPA-DID, 1981. p.87-88. (IPA. Documentos, 1).
- LIRA, M. de A. Cultura do milheto. In: IPA (Recife, PE). Cultura do milheto - Curso para extensionista agrícola. Fortaleza: BNB-ETENE, 1982, p.9-22. (BNB. Monografias, 8).
- LIRA, M. de A.; FARIS, M.A.; ARAÚJO, M.R.A. de; SANTOS, J.P.O.; ARCOVERDE, A.S.S.; OLIVEIRA, S.A. de. Nova cultivar de sorgo granífero de Uganda (9 DX 0/11) adaptada a Serra Talhada, Pernambuco. Pesquisa Agropecuária Pernambucana, Recife, v. 3, n.2, p. 141-147, 1979.
- LIRA, M. de A.; ARAÚJO, M.R.A. de; MACIEL, G.A.; LEIMING, G. Comportamento de novas progênies de sorgo forrageiro para o semi-árido de Pernambuco. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 23, n. 11, p. 1239-1246, 1988.
- MAGALHÃES, P.C.; RODRIGUES, W.A.; DURÃES, F.O.M. Tanino no grão de sorgo, bases fisiológicas e métodos de determinação. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1997. 26p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular, 27).
- MANARA, N.T.F. ; BLUMENSCHNEIN, A. Citogenética de variedades do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum). Piracicaba, ESALQ-IE, 1973. p. 98-101. Relatório Científico.
- MORRISON, F.B. Alimentos e alimentação dos animais. ed. 2. São Paulo, ed. Melhoramentos, 1966. 892p.
- OLIVETTI, M.P. de A.; CAMARGO, A.M.M. P. de. Aspectos econômicos e desenvolvimento da cultura do sorgo. Informações Econômicas, São Paulo, v. 27, n. 1, 1997.
- PLANTIO direto ganha espaço no país. Produtor Parmalat, Rio de Janeiro, v.2, n.15, p. 18-22, maio, 1998.
- RACKIE, K. O. The Millets: importance, utilization and outlook. Hyderabad: ICRISAT, 1975. 63p.
- ROSENOW, D.T. Screening plants for drought. In: WORKSHOP ON ADAPTATION OF PLANTS TO SOIL STRESS, 1993. Lincoln. Proceedings... Lincoln: University of Nebraska, 1993. p. 133-141.
- RIBAS, P.M. Sorgo no complexo produtivo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19., 1992, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SAA/SCT/ABMS/EMATER-RS/EMBRAPA-CNPMS/CIENTEC, 1992, P. 7-39.

- SANTOS, M. do C.S. dos. Avaliação de quatro clones de Pennisetum sob diferentes níveis de estresse hídrico. Recife: UFRPE, 1996. 117P. (Dissertação de Mestrado).
- SCHIMIDT, A.A.P. O sorgo. São Paulo: Icone, 1987. 63p.
- SIMPÓSIO INTERAMERICANO DE SORGO, 1., 1972. Brasília, DF. Anais... Brasília: M.A. - DNPV, 1972. 305p.
- TABOSA, J.N.; AZEVEDO NETO, A.D. de; REIS, O.V. dos; FARIAS, I.; TAVARES FILHO, J.J.; LIRA, M. de A.; TAVARES, J.A.; BRITO, A.R. de M.B.; LIMA, G.S. de; SANTOS, M. de C.S. dos. Ponto de utilização do milheto forrageiro (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) no Semi-Árido de Pernambuco. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22. Recife, 1998b. Arq. 199. CD ROM.
- TABOSA, J.N.; TAVARES FILHO, J.J.; ARAÚJO, M.R.A. de; LIRA, M. de A.; ENCARNAÇÃO, C.R.F. da; BURITY, H.A. Water use efficiency in sorghum and corn cultivars under field conditions. Sorghum Newsletter, Tucson, v.30, p.91-92, 1987.
- TABOSA, J.N.; FRANÇA, J.G.E. de; SANTOS, J.P.O.; MACIEL, G.A.; LIRA, M. de A.; ARAÚJO, M.R.A. de; GUERRA, N.B. Teste em linhas de sorgo no semi-árido de Pernambuco para consumo humano. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 28, n. 12, p. 1385-1390. 1993.
- TABOSA, J.N.; TAVARES FILHO, J.J.; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, D.C. dos; LIMA, G.S. de. Desempenho da cultivar de sorgo forrageiro IPA-SF-25 sob diferentes doses de matéria orgânica em solos arenosos da mesorregião do Agreste de Pernambuco. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21, 1996 Londrina. Resumos ... Londrina, IAPAR/EMBRAPA. 1996. p.130.
- VAL, A.J. do. Um italiano no cerrado; novidade no Mato Grosso, o milheto, plantado no meio da soja, dá bom ganho de peso ao gado. Globo Rural, Rio de Janeiro, v.9, n.99, p.7-10, jan. 1994.
- VIANA, S.P. Utilização d milheto em rações para aves e suínos como alternativa energética para algumas regiões do semi-árido. In: IPA (Recife, PE). Cultura do Milheto - Curso para Extensionista Agrícola. Fortaleza: BNB-ETENE, 1982. p. 57-63. (BNB. Monografias, 8).
- WILKE, G. Germoplasm collection: their use, potencial, social responsibility and genetic vulnerability. In: BUXON, D.R.; SAIBLES, R.; FORSBERG, R.A.; BLAD, B.L.; ASAY, K.H. PAULSEN, G.M.; WILON, R.F. Internacional crop science I. Madison: Crop Science Society of América, 1993. Cap. 57, p. 445-450.