

NOVA TECNOLOGIA AGRÍCOLA NO SERTÃO BRASILEIRO(*)

*John H. Sanders (**)*

Resumo: Neste artigo descrevem-se algumas características relevantes do Sertão, com destaque para a nova tecnologia agrícola. Apresenta-se uma revisão da pesquisa feita a respeito dessa nova tecnologia — a introdução do sorgo granífero. No Sertão, a produção não é limitada apenas por fatores sazonais; ela também sofre os efeitos de uma mão-de-obra afetada por problemas nutricionais crônicos. Dessa maneira, os efeitos da nova tecnologia na distribuição da renda no Sertão terão como consequência uma melhoria no padrão de vida do produtor. O potencial para aumento da colheita de alimentos básicos depende de uma resposta para o fertilizante e para as condições do solo, já que ambos tendem a ser pobres no momento. Primeiramente, é necessário identificar plantas mais resistentes às secas e, então, selecionar variedades e realizar pesquisa agrônômica básica com estas variedades. Os resultados dos estudos agrônômicos demonstram que os rendimentos do sorgo são maiores que os do milho, e as amostras e experiências de campo revelam que o sorgo se enquadra nas outras atividades da fazenda e é rentável. Parece ser necessária a intervenção do governo em favor do sorgo granífero. Muitas medidas são sugeridas para tal intervenção.

(*) Trabalho apresentado numa conferência no ICRISAT, Hyderabad, Índia, em fevereiro de 1979. D. Johnson, J. Ryan e R. Fox fizeram críticas úteis para melhorar o trabalho. O autor agradece à Fundação Ford, ao BNB e ao Departamento de Economia Agrícola — UFC pelos suportes financeiro e logístico durante sua estada no Nordeste.

(**) O autor é economista da “equipe de feijão” do CIAT, Cali, Colômbia.

O Nordeste brasileiro é a área de maior concentração de pobreza da América Latina, com uma renda "per capita", em 1970, de aproximadamente 200 dólares. 52% da terra e 41% da população (11,5 milhões) estão em região semi-árida, o Sertão (tabela 1). Entretanto, o crescimento populacional atinge uma taxa suplementar de 2,5%, agravando a atual insuficiência nutricional, a saúde pública e a formação de capital humano numa região com inadequadas e irregulares precipitações pluviométricas.

O que a nova tecnologia agrícola pode fazer nestas condições? Quais seriam os tipos apropriados de tecnologia agrícola? Este artigo tentará, pelo menos, fornecer elementos para uma resposta a estas perguntas. Far-se-á na primeira seção o resumo de algumas características relevantes da região. Então, algumas tecnologias potenciais serão consideradas. Serão analisados alguns resultados específicos do modelo e o teste da introdução do sorgo na região. Por último, tentar-se-á generalizar o processo da avaliação "ex-ante" da tecnologia.

Cultura, Seca e Restrições na Área em Questão

A criação de gado foi a principal razão para a ocupação das terras do Sertão, o que ocorreu tão logo as terras utilizadas nas culturas de cana-de-açúcar e subsistência na Zona da Mata tornaram-se valiosas demais para a produção pecuária no final do século XVIII. A colonização cresceu ao longo dos rios e, mais tarde, dos açudes, e os vaqueiros adquiriram seu próprio gado e tornaram-se independentes. No século XIX, a demanda mundial por algodão sofreu um aumento substancial, especialmente durante a Guerra Civil Americana. Isto acelerou o progresso do Sertão nordestino acima (Norte e Oeste) da Zona da Mata, i.é., no Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte, diversificando a atividade regional, com a produção de algodão combinada com a pecuária. A evolução do Sertão resultou numa distribuição das terras em dois tipos principais: grandes fazendas de gado, freqüentemente com plantação de algodão, trabalhadas por parceiros, e pequenas unidades de subsistência. Com o passar do tempo, o alto crescimento populacional e a necessidade das fazendas do Sertão de estarem localizadas à beira de fontes d'água, resultou que as pequenas fazendas adquiriram, muitas vezes, o formato de longos e estreitos retângulos que iniciam às margens de um rio.

Assim, como em outras regiões do mundo de produção, principalmente, de gado, a área agrícola alimentícia ficou extremamente reduzida, no Sertão do Nordeste. Em 1970, 65% das fazendas do Nordeste tinham menos que 10 hectares, ocupando somente 5,6% da área total, enquanto 94% das fazendas

TABELA 1

A População e a Área das Diferentes Sub-Regiões

Econômicas do Nordeste Brasileiro

Sub-Regiões	População		Área
	No.	%	
(milhões)			
Zona da Mata	7.7	27.3	7.2
Agreste	4.1	14.5	10.8
Sertão	11.5	41.0	52.4
Transição para a Ama- zônia	3.4	12.0	22.4
Baixada Úmida e Mon- tanhas	1.3	4.5	2.4
Cerrados	0.2	0.7	4.8
Total do Nordeste	28.1	100.0	100.0

Fonte: Dados não-publicados da SUDENE.

tinham menos que 100 hectares, com somente 30% da área.² De todas as regiões brasileiras, o Nordeste possui o maior número de fazendas, com 2,2 milhões, em 1970. 873.000 fazendas tinham menos que 10 hectares e formavam a maior concentração (quase 59% do total do país) de pequenos estabelecimentos no Brasil. Ao mesmo tempo, havia no Nordeste 3.572 propriedades com mais de 10.000 hectares. Estas 3.572 propriedades ocupavam uma área de terra (3,6 milhões de ha) maior do que todo o grupo com menos de 10 hectares (2,7 milhões de ha).³ O problema da distribuição da terra é mais complexo por causa da ausência de áreas férteis, exceto em regiões isoladas de alta fertilidade, geralmente no litoral e em alguns vales e montanhas.

O cultivo predominante, nas atividades do Sertão nordestino, é a associação das plantações de algodão, milho e feijão-de-corda. No primeiro dos 5 anos do ciclo econômico do algodão arbóreo, os parceiros e pequenos fazendeiros plantam milho e feijão-de-corda entre as filas de algodão. Após o primeiro ano, geralmente o pequeno fazendeiro poda os algodoeiros e replanta o milho e feijão-de-corda, mas o parceiro irá para outra área, na mesma ou em outra fazenda, repetindo o ciclo de plantar o algodão arbóreo, milho e feijão.⁴ No Sertão, abaixo da Paraíba, os algodoeiros tornaram-se menos importantes, sendo substituídos por uma grande concentração de gado e atividades subsidiárias, como a palma, um cacto sem espinhos com alto conteúdo de água, freqüentemente combinada com a rama de algodão como alimento para o gado. Plantações de feijão mulatinho, mandioca, mamona, arroz, sisal e tabaco são, também, importantes em regiões particulares. A criação de animais domésticos é uma maneira dos pequenos e médios fazendeiros formarem capital e é a principal atividade da maioria dos fazendeiros maiores. As folhas do algodoeiro, numa emergência, servem como pasto de reserva nos anos de chuvas inadequadas.

A adaptação dos fazendeiros à seca dá-se através de culturas de ciclo longo com boa resistência à seca, tais como o algodão arbóreo, mamona e mandioca. Suas culturas de alimentação (feijão-de-corda e milho) são plantadas nos 3 a 5 meses do período chuvoso. Nas pequenas áreas úmidas da fazenda cultivam-se verduras, frutas, batata-doce e arroz. Infelizmente, são escassas as chuvas durante a época de crescimento das culturas básicas de alimentação (milho e feijão-de-corda).

A maior parte do Sertão recebe de 500 a 800mm de chuva, concentrada em um período de 4 meses. As probabilidades aproximadas⁵ de haver insuficiência de chuva na época do crescimento são:

Seca Total	12%	última em 1970
i.é. carência de chuva durante a maior parte do período de crescimento		
Seca Parcial	30%	última em 1976
i.é. carência de chuva por 2 a 6 semanas no período de crescimento		

Também as práticas de cultivo giram em torno da irregularidade das chuvas. Em Irecê, uma área de grandes plantações de feijão-mulatinho no Sertão da Bahia, 2 a 3 plantios são freqüentemente necessários. Em regiões de pequenas fazendas, os fazendeiros plantam uma combinação de variedades da cultura básica de alimentação, e o fazem várias vezes para minimizarem o risco. Geralmente, não se usam fertilizantes, pois nestas condições de chuvas irregulares e com o cultivo das variedades já mencionadas, a resposta à fertilização é pequena.⁶ O maior e mais óbvio obstáculo da região em foco é a carência de água, de modo que se tornam mais importantes as novas tecnologias que permitam uma maior resistência às secas e um melhor aproveitamento da umidade existente.

Depois da tecnologia de aproveitamento da água, há uma certa evidência de que a mão-de-obra é um obstáculo maior que a terra. No Brasil e no Nordeste, os preços da terra têm crescido mais lentamente que os preços da mão-de-obra.⁷ Além disso, a intensidade da utilização da terra decresceu drasticamente, enquanto o tamanho das fazendas foi crescendo (tabela 2). Pequenos fazendeiros com área média de mais de 60 ha utilizam menos de 20% de sua área, enquanto os fazendeiros que têm 10 ha ou menos utilizam quase 60%. Com a ausência da utilização de fertilizantes químicos e a baixa fertilidade inicial da maioria dos solos do Sertão, são praticadas culturas de longos períodos de rotação.

Se os fazendeiros resolverem enfrentar os riscos inerentes à agricultura em região semi-árida, há terras disponíveis, apesar de sua alta concentração. Observa-se que os parceiros movem-se entre as fazendas e que o trabalho temporário (escasso principalmente para as capinações depois das chuvas intensas) é importante na determinação do rendimento do algodão e da área cultivada.⁸ Superando-se as restrições colocadas pela disponibilidade do trabalho sazonal, uma razoável taxa interna de retorno de 35% pode ser alcançada com a compra de cultivadores a tração animal.⁹ Este implemento barato, manufaturado em São Paulo, útil tanto no cultivo como no preparo da terra em solos leves,

TABELA 2
Intensidade do Uso da Terra para Culturas numa Amostra
de Pequenos Fazendeiros em Canindé, Ceará, 1973

Indicadores	Área de Terra Disponível (ha)							
	Até 10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80
Área média culti- vada (ha)	3.8	5.7	8.5	8.8	9.4	12,2	10.3	11.1
Intensidade do Uso da Terra								
A_c								
$A_t - A_{NA}$	0.59	0.49	0.36	0.27	0.24	0.24	0.17	0.18
Número de Obser- vações	10	16	9	7	8	4	7	5

A_c : área cultivada em culturas

A_t : área total

A_{NA} : área não-apropriada para a agricultura de acordo com o fazendeiro

Fonte: D. M. de Albuquerque e Lima e J. H. Sanders, "Seleção e Avaliação de Nova Tecnologia para os Pequenos Agricultores do Sertão Central do Ceará", *op. cit.*, pág. 103.

está, atualmente, em processo de difusão entre os pequenos fazendeiros do Nordeste.

A mão-de-obra não é somente um fator de produção limitado, pelo menos sazonalmente, mas também sofre problemas crônicos de nutrição. Uma amostra de pequenos fazendeiros e parceiros do Ceará evidencia que 46% das famílias têm um nível calórico inadequado. As deficiências de proteína eram menores por causa da produção do feijão-de-corda e da criação de animais domésticos em pequena escala. Surpreendentemente, a situação nutricional da população urbana de baixa renda era ainda pior.¹⁰ Inadequados investimentos nutricionais e outros em capital humano, visando aos habitantes rurais de baixa renda, implicam em que eles, provavelmente, não terão sucesso como migrantes para a cidade, pois se no campo são incapazes de sair de sua posição de baixa renda, na cidade, suas condições de nutrição serão piores. Deste modo, os efeitos da nova tecnologia agrícola na distribuição de renda são muito importantes, por causa da atual deterioração do capital humano do Sertão.

Alternativas de Tecnologia Agrícola no Sertão e a Política Oficial

Desde que o Sertão desenvolveu-se como região pecuária e a maior parte da área concentra-se em grandes fazendas, não causa surpresa que o maior esforço da pesquisa na região, bem como o crédito agrícola, se tenham, destinado à pecuária. Uma teoria para o desenvolvimento do Sertão é a de incentivar as emigrações, de modo que se possam consolidar os minifúndios em unidades maiores, produzindo mais eficientemente produtos de preços e elasticidade-renda mais altos, como, por exemplo, o gado. No final da década de 1950-1960, o Governo Central começou a promover a industrialização no Nordeste urbano, usando os incentivos fiscais e outros subsídios diretos como instrumentos básicos. Desde 1960, a população urbana do Nordeste tem crescido a uma taxa anual de 4,6%, enquanto o crescimento da população rural tem sido somente de 1,2% a.a.¹¹

Apesar da migração rural-urbana, a migração rural-rural tem sido encorajada pelos projetos de colonização. Duas semanas após o testemunho pessoal dos efeitos da seca de 1970, o Presidente Médice implantou o PIN (Programa de Integração Nacional), sendo uma das principais metas a construção de rodovias, para penetrar nas áreas despovoadas da Amazônia.¹² A rodovia Transamazônica foi considerada como uma maneira de transferir a população rural de uma região com excessiva para outra com baixíssima densidade rural. Infelizmente, a construção da rodovia não foi adequadamente apoiada pela pesquisa agrícola e ocasionou pouca migração.¹³

TABELA 3
Tendência da Produção de Milho e Feijão no Nordeste Brasileiro

Ano da Cultura	Milho			Feijão (a)		
	Produção (1.000 t)	Área (1.000 ha)	Rendimentos (kg/ha)	Produção (1.000 t)	Área (1.000 ha)	Rendimentos (kg/ha)
1967/68	1.703	2.128	800	870	1.517	573
1968/69	1.597	2.062	774	818	1.507	543
1969/70	871	1.700	512	448	1.199	374
1970/71	1.695	2.159	785	961	1.593	603
1971/72	1.535	2.192	700	861	1.640	525
1972/73	1.512	2.199	687	868	1.681	517
1973/74	1.418	2.186	678	601	1.499	401
1974/75	1.580	2.450	645	794	1.705	466

Fonte: Dados não-publicados da SUPLAN, Ministério da Agricultura, Brasília, 1976.

(a) Inclui o feijão-mulatinho e o feijão-de-corda. Na Bahia, 95% aproximadamente do feijão é mulatinho e, em Pernambuco, 50%. A proporção do feijão-mulatinho é baixa para a maior parte do Nordeste, sendo de somente 5% no Ceará.

O Governo Central, no início de 1970, implantou também um programa referente à produtividade agrícola e à distribuição de renda dentro do Nordeste, o programa PROTERRA (Programa de Redistribuição de Terras e Racionalização da Agroindústria do Nordeste).¹⁴ As produtividades das culturas alimentares básicas do Nordeste têm caído, sendo a produção total mantida pela expansão da área (tabela 3). Por exemplo, a área de milho no Nordeste cresceu mais que 2 vezes e meia de 1950 a 1975, enquanto que os rendimentos decresceram levemente.¹⁵

Em vários centros internacionais têm sido realizadas pesquisas sobre as culturas alimentares básicas do Nordeste (milho, feijão-mulatinho, feijão-de-corda, mandioca e arroz). Ocorre, entretanto, que somente uma pequena proporção delas se tem referido à resistência às secas. Têm sido realizadas no Nordeste várias pesquisas isoladas de agronomia tradicional, i.é., adubação, espaçamento e testes de variedades. Alguns melhoramentos têm sido desenvolvidos, como os do feijão-mulatinho, e outras variedades mais produtivas têm sido melhoradas e distribuídas.

Em geral, o potencial de crescimento dos rendimentos dessas culturas de alimentos básicos não é muito promissor. Por quê? Primeiro, porque os rendimentos são, atualmente, extremamente baixos. Segundo, nas condições de irregularidade das chuvas e com plantações sem resistência alguma às secas, uma boa resposta aos fertilizantes, mesmo introduzindo-se novas variedades, parece pouco provável, dadas a baixa resposta das atuais variedades aos fertilizantes e a pobreza das condições do solo em muitas regiões. Em consequência, parece necessário primeiro identificar plantas potencialmente tolerantes às secas e, então, selecionar as variedades e empreender a pesquisa agrônômica.

A cultura de subsistência tem sido sempre uma atividade suplementar para os vaqueiros, parceiros e pequenos fazendeiros, daí a pequena utilização de insumos, as poucas pesquisas realizadas e a permanência de rendimentos absolutos baixos. Além disso, há uma outra questão. O total das chuvas, no Sertão, não é extremamente baixo, se comparado com outras regiões semi-áridas do mundo, embora a probabilidade de chuvas inadequadas seja alta no período de crescimento. Notoriamente, o milho é sensível à falta de chuvas no período crítico de crescimento. "Os rendimentos do milho reduzem-se 50% ou mais se há inadequação de água durante os períodos críticos, independentemente do nível de chuvas durante o resto do ciclo de crescimento".¹⁶ Talvez o milho seja uma cultura imprópria para a região, e seja necessária uma nova cultura com tolerância à seca.

TABELA 4
Rendimentos dos Testes Regionais do IPA^(a)
Com Sorgo e Milho^(b)
1973-1975

Número de Identificação do IPA	Média de 2 Testes Regionais 1973	Média de 6 Testes Regionais 1974	Média de 12 Testes Regionais 1975
		kg/ha	
7300201	3.330	3.113	4.368
7300206	2.674	3.184	3.929
7300958	Sem Plantação	3.438	3.861
7301154	3.402	3.574	4.192
7301183	3.107	3.074	4.003
Milho ^(c)	2.188	2.476	3.353
Chuva durante o ciclo de cultura (mm)	250-361	295-748	508-941

Fonte: M.A. Faris e M. de A. Lira, "Avaliação da Produtividade de Cultivares de Sorgo Granífero em Relação ao Milho nos Estados da Paraíba e Pernambuco, Brasil (1973-1976)", Relatório Parcial no. 34/75, Secretaria de Agricultura, Instituto de Pesquisas Agronômicas, Recife, Pernambuco, Fevereiro de 1977, pág. 7.

(a) IPA – Instituto de Pesquisas Agronômicas, de Recife, Pernambuco, Brasil.

(b) Foram utilizados níveis de fertilizantes de 90 kg/ha N, 90 kg/ha P₂O₅ e 60 kg/ha K₂O.

(c) A cultivar asteca foi utilizada, em 1973, e substituído pelo Centralmex, em 1974-1976.

TABELA 5
Resultados de Testes Regionais do Sorgo na Paraíba e Pernambuco
com e sem Fertilizantes, num Ano de Seca Parcial^(a), 1976

Número de Identificação do IPA	Com Fertilizante ^(b)	Sem Fertilizante
	(Média de Rendimentos em 7 Testes Regionais)	
	(kg/ha)	
7300201	2.507	1.790
7300206	2.169	1.750
7300958	1.748	1.724
7301154	1.865	1.546
7301183	2.359	1.584
Milho	740	627

Fonte: M.A. Faris e M. de A. Lira, *ibid*, pág. 7.

(a) A chuva atingiu, durante o período de cultivo, 147 a 322 mm.

(b) 90 kg/ha N, 90 kg/ha P₂O₅, 60 kg/ha K₂O.

Apesar da estimativa da existência de 50 milhões de hectares de sorgo no mundo, colocando-o em 4o. lugar na produção de grãos, através do trigo, arroz e milho, pouquíssimo sorgo é plantado no Nordeste brasileiro.¹⁷ Além da resistência às secas, devido a várias características da planta, o sorgo tolera solos arenosos, salinidade e baixa fertilidade.¹⁸ Ele parece ajustar-se melhor do que o milho às condições de baixa fertilidade e irregularidade das chuvas do Sertão. Dadas as características físicas da produção do milho e sorgo, o milho parece ter sido um acidente histórico, já que seu desempenho, comparado ao do sorgo em condições adversas, é mais fraco.

A única estimativa encontrada sobre a disponibilidade de grão de sorgo no Nordeste indicava 4.274 toneladas em 1973, das quais 3.000 toneladas eram produzidas no Nordeste, 1.000 toneladas eram importadas do sul do Brasil e o resto de outros países. A principal utilização do sorgo era em rações para galinhas.¹⁹

Qual é o rendimento do sorgo no Nordeste? Em vários testes sob condições experimentais, entre 1973 e 1975, o sorgo rendeu mais do que o milho, apresentando rendimentos absolutos de 3 a 4 t/ha (tabela 4). As condições de chuva, durante este período, foram normais ou acima da média. A real vantagem do sorgo, todavia, foi evidenciada num ano de seca parcial, quando a safra do milho praticamente “faliu” e as variedades do sorgo selecionadas ainda renderam em torno das 2 t/ha, com adubação e 1,6 t/ha sem adubação (tabela 5).

Qual é o comportamento do sorgo nas fazendas e quais são os impedimentos a sua introdução? A próxima seção tentará responder a essas perguntas.

A Introdução de Nova Tecnologia no Sertão: Modelos, Testes em Fazendas e Comercialização

Com o método de MOTAD, um novo consórcio — algodão e sorgo — mais que duplicou a renda das fazendas de uma região do Sertão. Mostrou-se que os fazendeiros querem evitar riscos e têm alta eficiência na escolha dos sistemas de culturas.²⁰ Os resultados desse modelo foram testados em fazendas no Rio Grande do Norte, em 1976. Nestes testes de fazenda, o sorgo sem fertilizante rendeu 1,154 kg/ha e, com uma baixa aplicação de fertilizantes, 1,785 kg/ha.²¹ Com a seca parcial deste ano, quase toda a colheita de milho “quebrou”, havendo uma redução de 70 a 80% no rendimento. Como mostram os dados do rendimento do sorgo na tabela 5, apesar do déficit de chu-

vas, houve uma resposta física à adubação nas fazendas experimentais, sendo inclusive economicamente lucrativo o uso de fertilizantes.²² Com uma melhor distribuição das chuvas, os retornos da adubação do sorgo deverão ser mais altos. Isto fornece alguns elementos para apoiar a hipótese, segundo a qual primeiro se deve obter uma tolerância às secas e depois atacar o problema da adubação. Além disso, o sorgo tem apresentado um desempenho muito bom no Nordeste, não somente nos testes agrônômicos, mas também comparado a outras alternativas e, dadas as restrições da fazenda, na avaliação de lucros e riscos dos modelos. Ressalte-se que os resultados do modelo foram confirmados nos testes de fazenda.

Posterior refinamentos do modelo e dados indicaram que, mesmo com a característica dos fazendeiros do Sertão de evitar riscos altos, a introdução do sorgo resultou num aumento de 25% na "margem de lucro líquido". O cultivo do sorgo deu-se, principalmente, porque houve uma substancial redução no desvio-padrão com o plantio ótimo para a fazenda. Com a redução dos riscos, devido à disponibilidade da tecnologia do sorgo, houve uma expansão da área cultivada.²³ Ao presente nível de aversão aos riscos, a não-adubação do sorgo foi preferida. Com coeficientes mais baixos de aversão de risco, mais altos níveis de adubação química foram utilizados nas soluções do modelo.²⁴ Isto parece indicar a importância da estimação dos coeficientes de riscos dos fazendeiros em futuras pesquisas. Apesar da ênfase que se tem dado, no Brasil, ao crédito subsidiado, este instrumento não tem tido efeito na introdução da nova tecnologia, porque, a estes altos níveis de aversão aos riscos, o fazendeiro usa poucos insumos comprados.²⁵ Os resultados do modelo indicaram que o fazendeiro, conhecendo a capacidade do grão de sorgo, mesmo exagerando os perigos da nova atividade e apresentando um alto coeficiente de aversão ao risco, plantará o sorgo em uma pequena área de sua fazenda.²⁶ Depois de observar os resultados desta inovação, a percepção do fazendeiro em relação aos riscos será mais exata. Além disso, o aumento dos ganhos do fazendeiro diminuirá sua aversão aos riscos, encorajando-o, desse modo, a usar níveis mais altos de insumos comprados, como fertilizantes.²⁷ Estando a fazenda preparada para usar mais insumos comprados, o instrumento creditício torna-se potencialmente mais efetivo. Em resumo, o teste a nível da fazenda deve ser um instrumento mais eficiente do que o subsídio do crédito, nos primeiros estágios da introdução de tecnologia.

Estendendo a série de dados e introduzindo mais tecnologias de adubação, especialmente para o sorgo e outras culturas, nas pequenas áreas de vazante, a cultura preferida continuará sendo o típico consórcio — algodão-milho-feijão-de-corda — que atende às necessidades de subsistência, mas have-

rá também a introdução da monocultura do sorgo sem adubos. A níveis mais altos de lucro e risco, o sorgo força o tradicional consórcio para as áreas de solos menos férteis, até ao ponto em que aquele consórcio desaparece nas pequenas fazendas.²⁸ Com a introdução do sorgo, o rendimento da fazenda pode dobrar, como ocorreu nos primeiros resultados. Nas fazendas de tamanho médio, os altos preços do milho e feijão-de-corda, bem como o aumento das necessidades de mão-de-obra para o sorgo, possibilitam ao consórcio algodão-milho-feijão-de-corda, com tecnologia melhorada, aos níveis mais altos de lucro e risco, a exclusão do sorgo.²⁹ Desta forma, os resultados do modelo parecem mostrar uma vantagem comparativa da produção de sorgo para as fazendas menores. Subsídios à adubação não tiveram efeitos sobre os planos escolhidos pela fazenda, exceto no mais alto nível de lucro e risco.³⁰ Os planos de seguro agrícola resultaram na introdução mais cedo de nova tecnologia, a níveis de risco mais baixos. O seguro também estimulou o uso mais intensivo da terra.³¹

Os resultados agronômicos mostram que o rendimento do sorgo superou o do milho, e as experiências-modelo evidenciam que a introdução do sorgo adapta-se às outras atividades do fazendeiro e é lucrativa. Mas, quem comprará o sorgo?

Existem vários usos potenciais para o sorgo. A curto prazo, é pouco provável que o sorgo seja usado para consumo humano — apesar da existência do cuscuz de sorgo no Vale do Açu — pois os hábitos alimentares, na ausência de fortes pressões tais como as provenientes de uma calamidade natural, parecem ser inflexíveis. Contudo, mesmo nas pequenas fazendas do Sertão, a atividade criatória é importante e o sorgo pode tornar-se um substituto do milho. Estimativas preliminares indicam que mais da metade do milho utilizado nas pequenas fazendas sertanejas destina-se à alimentação de animais.

Em segundo lugar, há uma demanda crescente por aves domésticas no Nordeste, com rápida introdução de tecnologia em sua produção, resultando em menores custos de produção. Os misturadores de ração do Nordeste importam o concentrado e, quando a precipitação pluviométrica é adequada, misturam-no ao milho comprado localmente. Quando as chuvas são inadequadas, o milho tem que ser importado do Sul. O sorgo aumentaria a probabilidade da existência de uma fonte local de alimentos baratos, pois seria mais difícil que ele faltasse — dada sua maior resistência às secas — e eliminaria os altos custos de transporte que oneram a importação do milho do sul do Brasil.

Utilizou-se a programação linear para calcular a ração para galinhas e projetou-se a demanda total de milho do Nordeste. A preços relativos, diferentes para o sorgo e o milho, construíram-se as curvas da demanda potencial do sorgo e do milho. Em 1980, de 400 a 514 mil toneladas de sorgo poderiam ser utilizadas em rações para galinhas.³²

O risco para o pequeno fazendeiro é substituir a produção de milho e de feijão-de-corda, para o consumo doméstico, pela produção de sorgo para venda ao oligopólio das indústrias misturadoras de rações. A intervenção governamental ou a criação de cooperativas poderia superar este risco. A política de intervenção na comercialização parece ser muito mais praticável do que a busca de novas variedades de milho com suficiente resistência à seca que possam competir com o sorgo. Há muitos outros usos potenciais para o sorgo, tal como o de substituto parcial do trigo no pão, mas isso deve requerer ainda maior intervenção governamental.

Dada a grande população do Sertão, a deficiência dos vários tipos de política para eliminar esta alta densidade de pequenos fazendeiros e parceiros, a perda de eficiência para a sociedade em permitir a deterioração do capital humano neste grupo populacional, e a falta de interesse dos grandes fazendeiros do Sertão por outras atividades que não a pecuária, tudo isso indica que será maximizado o benefício social da nova tecnologia do sorgo, se os planejadores brasileiro a indicarem especificamente para os pequenos fazendeiros. Existem várias opções de medidas de política econômica para se conseguir isto:

1. Concentrar as pesquisas somente em grão de sorgo, não em forragem.
2. Desenvolver variedades não-híbridas, pois os pequenos fazendeiros não estarão interessados em comprar novas sementes a cada ano, enquanto que as companhias privadas vendedoras de híbridos se interessam, geralmente, pelos grandes fazendeiros.
3. Não subsidiar colhedoras mecânicas, pois a grande necessidade de mão-de-obra, para a colheita e para o controle dos pássaros que danificam as plantações de sorgo, dá aos pequenos fazendeiros uma vantagem comparativa na produção. Esta vantagem pode ser anulada se o governo subsidiar a compra de maquinarias.
4. A intervenção do governo pode ser necessária para regular os contratos entre os misturadores de ração e as cooperativas.

5. O financiamento de testes de fazenda para o sorgo. Assim os problemas específicos poderão ser identificados e os fazendeiros tornar-se-ão familiarizados com a tecnologia do sorgo.

Existem muitas tecnologias que podem ser desenvolvidas para o Nordeste. Com os experimentos em fazendas da região e a intervenção governamental na comercialização, a introdução do sorgo poderia progredir rapidamente no Sertão. A área cultivada de milho tem crescido nos últimos 25 anos em muitas regiões inapropriadas para seu cultivo. Os resultados de pesquisas parecem ser agora disponíveis, de modo a orientar o governo em sua iniciativa de substituir o milho e de concentrá-lo em zonas com mais alta precipitação pluviométrica, onde os rendimentos possam ser aumentados, com níveis de insumos mais elevados.

Análise Econômica “Ex-ante” de um Projeto Tecnológico

Este artigo pretendeu descrever as características relevantes da região nordestina e de um novo produto. Quis, outrossim, documentar a pesquisa sobre esta nova tecnologia: a introdução do sorgo. Quais são os estágios do apoio econômico ao prosseguimento desta pesquisa agrícola? Cinco passos são sugeridos abaixo:

I. IDENTIFICAÇÃO DA CULTURA

Os benefícios da pesquisa sobre a cultura dependem:

- a. da área potencial para a cultura na região;
- b. da habilidade do pesquisador em identificar as restrições ao crescimento dos rendimentos;
- c. do sucesso do pesquisador em encontrar uma solução técnica para estas restrições;
- d. das condições econômicas necessárias para tornar rentáveis as soluções técnicas e a venda do produto.

Aqui o sorgo foi preferido ao milho, principalmente por suas vantagens sob condições de seca. Mas, as outras condições, especialmente c e d foram consideradas igualmente.

II. IDENTIFICAÇÃO DA CLIENTELA

Os pesquisadores alegam com frequência que a tecnologia é neutra com relação à escala, mas admitem que os clientes (fazendeiros) usarão níveis altos de insumos e que haverá suficiente disponibilidade de água nos períodos críticos. Estas pressuposições são críticas porque existem variedades que dão boa resposta quando há água e adubação adequada, o que não acontece quando as condições não são ideais.

A maioria dos agricultores do Sertão não tem água para irrigação. Além disso, os pequenos proprietários não utilizam muito insumos modernos. Então, não se pode fazer aquela pressuposição de que haverá água e altos níveis de insumos. Devem-se buscar variedades com bons rendimentos sob condições mais adversas.

III. MODELO A NÍVEL DE FAZENDA E EFEITOS “EX-ANTE” DA NOVA TECNOLOGIA

Usando todos os dados disponíveis e sintetizando-os, quando havia lacunas, foram avaliados os efeitos potenciais a nível de fazenda devidos à introdução da nova tecnologia. De acordo com tais resultados, o sorgo apresentou-se como uma excelente atividade potencial. Os testes nas fazendas confirmaram os resultados do modelo.

IV. “FEEDBACK” (Retroalimentação)

Em 1976, o IPA começou a fazer uma pesquisa sobre o sorgo sem adubação (ver tabela 5).³³ As lacunas quanto a dados físicos, informações sobre a atitude dos fazendeiros face ao risco e os pesos da função-objetivo foram identificadas como informações necessárias que requeriam futuras pesquisas.

V. “FEED-FORWARD” (Ultra-alimentação)

Em 1976, a Agência de Planejamento Agrícola do Estado do Rio Grande do Norte (CEPA), com financiamento do Banco Mundial, começou um programa de crédito para mecanização por tração animal e, com a EMBRAPA, deu início a testes com o sorgo em consórcio, a nível de fazendas, com ou sem fertilizante, no Projeto Rural Norte.

Infelizmente, não houve, até agora, intervenção governamental para facilitar a comercialização do sorgo.

Abstract: This paper describes the relevant characteristics of the Sertão with regard to new agricultural technology. It then reviews the research effort on one new technology – the introduction of sorghum. In the Sertão labor is not merely a seasonally limiting factor of production, it also suffers from chronic nutritional problems. Thus, the effects of new technology on the distribution of income of producers have efficiency as well as equity considerations. The potential for increasing yields of basic foods depends on fertilizer response and soil conditions, both of which tend to be poor at present. It is necessary to first identify plants with drought-tolerance potencial and then select varieties and undertake basic agronomic research. As the Agronomy results studied show that sorghum outyielded corn, and the modeling and farm trials show that the introduction of sorghum fits into the farmer's other activities and is profitable, policy intervention in favor of grain sorghum seems called for. Several steps are suggested for such intervention.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ¹ J.O. Ward e J.H. Sanders, "Nutritional Determinants and Migration in the Brazilian Northeast: A Case Study of Rural and Urban Ceará", a ser publicado em **Economic Development and Cultural Change**, págs. 16 e 17.
- ² Censo Agropecuário do Brasil, VIII Recenseamento Geral — 1970 (Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1975).
- ³ Dados do Censo Preliminar de 1970, citado em R.M. Paiva, S. Schattan e C.F. Trench de Freitas, **Brazil's Agricultural Sector: Economic Behavior, Problems and Possibilities** (Gráfica: Rio de Janeiro, 1973), págs. 372 e 373.
- ⁴ Para maiores detalhes ver A.W. Johnson, **Sharecroppers of the Sertão: Economics and Dependence on a Brazilian Plantation** (Stanford University Press, Califórnia: 1971).
- ⁵ Estas estimativas subjetivas foram obtidas de pesquisadores da Escola de Agronomia da Universidade Federal do Ceará. Ver também G.H. Hargreaves, **Monthly Precipitation Probabilities for Northeast Brazil**, Department of Agricultural and Irrigation Engineering, Utah State University, setembro de 1973.
- ⁶ Para uma revisão dos estudos sobre fertilizantes nas tradicionais culturas nordestinas, ver as referências citadas por J. H. Sanders e A.D. de Hollanda, "Technology Design for Semi-Arid Northeast Brazil", em A. Valdes, G. M. Scobie, e J. L. Dillon (ed). **Economics and the Design of Small Farmer Technology**, Iowa State University Press, 1978, pág. 117.
- ⁷ D. M. de Albuquerque Lima e J. H. Sanders, "Seleção e Avaliação de Nova Tecnologia para os Pequenos Agricultores do Sertão Central do Ceará", **Revista Econômica do Nordeste**, Vol. 9(1), janeiro/março, 1978, pág. 101.
- ⁸ Ver A. W. Johnson, *op. cit.*, para maiores detalhes sobre os parceiros, e Albuquerque Lima e Sanders, págs. 110 e 112, para maiores informações sobre os problemas do trabalho sazonal.
- ⁹ Albuquerque Lima e Sanders, págs. 107-110.

- ¹⁰ Ward e Sanders, *op. cit.*, págs. 8 e 17.
- ¹¹ Ward e Sanders, *op. cit.*, págs. 16 e 17. Para maiores detalhes ver H. Augusto de Moura, **Crescimento Demográfico dos Estados do Nordeste, 1940-1970** (Depto. de Estudos Econômicos do Nordeste, Banco do Nordeste do Brasil, novembro de 1971).
- ¹² T. G. Sanders, "The Northeast and Amazonian Integration", East Coast South America Series, American Universities Field Staff Reports, Vol. 17 (no. 3), janeiro de 1973.
- ¹³ O objetivo da colonização organizada era atingir 100.000 famílias ou, aproximadamente, 1,5 milhão de pessoas, no período de 1971 a 1974. Informações do INCRA, em 1974, indicavam que somente 5.717 famílias foram estabelecidas em colônias. Havia também povoamentos espontâneos, mas são poucos os dados conhecidos e muitos destes povoados eram temporários. Em 1974 e 1975, o Governo Central mudou de estratégia em relação à Amazônia, promovendo pólos de crescimento e grandes empreendimentos. Ver C. H. Wood e M. Schmink, "Blaming the Victim: Small Farmer Production in an Amazon Colonization Project", "paper" apresentado na Associação Americana para o Avanço da Ciência, Washington, D. C., fevereiro de 1978, págs. 8, 19 e 20.
- ¹⁴ E. L. Venezian, "Agricultural Productivity and Production Technology Research in Northeast Brazil", "paper" apresentado no Seminário da Fundação Ford, em novembro de 1972, pág. 33.
- ¹⁵ D. Johnson, "Sorgo Granífero no Nordeste do Brasil", **Revista Econômica do Nordeste**, Vol. 9, no. 4, out/dez., 1978, págs. 483-500.
- ¹⁶ Citado em J. B. Goodwin, J. H. Sanders and A. D. de Hollanda, "Modeling Risk and Technology Adoption in the Semi-Arid Northeast of Brazil", Purdue University, Lafayette, Indiana, mimeografado, junho de 1978, pág. 7. Ver O. T. Denmead e R. H. Shaw, "The Effects of Soil Moisture Stress at Different Stages of Growth on the Development and Yield of Corn", **Agronomy Journal** 52, 1960, págs. 272-274 e J. S. Robins e C. E. Domingo, "Some Effects of Severe Soil Moisture Deficits and Specific Growth Stages in Corn", **Agronomy Journal** 45, 1953, págs. 618 e 621.
- ¹⁷ Parece que o grão de sorgo foi introduzido no Brasil proveniente da África, no início do tráfico de escravos, embora os escravos tenham-se estabelecido, principalmente, na Zona da Mata, onde as chuvas adequadas favoreciam o milho. Somente no final do século passado, com a grande pressão

populacional no Sertão, a cultura de subsistência tornou-se importante. Daí não haver tradição de produção ou consumo humano do grão de sorgo, com exceção do Vale do Açu, no Rio Grande do Norte, onde um tipo de cuscuz feito de sorgo é tradicional. Sobre a introdução do sorgo ver D. Johnson, "Sorgo Granífero no Nordeste do Brasil", *op. cit.*, págs. 486 e 487.

No leste africano semi-árido, onde o sorgo originou-se, provavelmente, e onde é importante como cultura alimentar, está ocorrendo a substituição exatamente oposta. O milho, geralmente, é preferido como alimento e, em consequência, tem preço mais alto no mercado. Requer menos mão-de-obra, está a salvo de depredação dos pássaros, e é menos atacado que o sorgo pelos insetos no armazenamento. Além disso, recentemente estão sendo introduzidas novas variedades mais precoces de milho. Com esta substituição, o perigo de calamidade cresce quando existem chuvas irregulares. Ver J. W. Purseglove, *Tropical Crops: Monocotyledons 1* (John Wiley and Sons, Inc., New York, 1972), págs. 259 e 262.

- ¹⁸ J. W. Purseglove, *Tropical Crops: Monocotyledons 1* (John Wiley and Sons, Inc., New York, N. Y., 1972), págs. 270 e 286.
- ¹⁹ J. M. E. Nobre e J. W. A. Kasprzykowski, **Mercado Potencial para Sorgo no Nordeste** (Depto. de Estudos Econômicos do Nordeste, Banco do Nordeste, 1975), pág. 46.
- ²⁰ J. H. Sanders e A. D. de Hollanda, "Technology Design for Semi-Arid Northeast Brazil", *op. cit.*, págs. 109-115.
- ²¹ São utilizados 20 kg/ha de N e 60 kg/ha de P₂O₅. A. R. Barbosa, J. H. Sanders e H. J. Abdon de Lyra, **Opções Tecnológicas para a Região Semi-Árida do Rio Grande do Norte** (Comissão Estadual de Planejamento Agrícola: Natal, Rio Grande do Norte, novembro de 1976), pág. 16. Os pássaros não se revelaram como um problema sério nestes testes em fazendas, mesmo com referência ao sorgo anão.
- ²² *Ibid*, pág. 16. Os lucros quase sempre duplicam com a adubação, apesar das chuvas inadequadas.
- ²³ J. B. Goodwin, J. H. Sanders e A. D. de Hollanda, *op. cit.*, pág. 17.
- ²⁴ J. B. Goodwin, J. H. Sanders e A. D. de Hollanda, *op. cit.*, págs. 17 e 19.
- ²⁵ *Ibid*, pág. 15.
- ²⁶ *Ibid*, pág. 19. O fazendeiro tende a exagerar os riscos da nova tecnologia,

até que, gradualmente, vai adquirindo seus próprios conhecimentos empíricos sobre as culturas.

- 27 Com o decorrer do tempo, o aumento do rendimento deveria levar a uma maior prosperidade. A níveis mais altos de riqueza (prosperidade), os indivíduos podem assumir maiores riscos, por terem condições de superar os anos ruins.
- 28 A média de rendimentos do sorgo em fazendas, num período de 12 anos, foi estimada em 1.290 kg/ha, sem fertilizante, e 1.958 kg/ha, com fertilizante (80 kg/ha de N). Ver S. Barbosa, "Inovações Tecnológicas Agrícolas e Políticas para Reduzir os seus Riscos, Estudo em uma Microrregião Semi-Árida do Nordeste: O Seridó do Rio Grande do Norte", Tese de Mestrado, Depto. de Economia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, março de 1977, págs. 35 e segs.
- 29 *Ibid*, pág.37.
- 30 *Ibid*, pág. 42. O subsídio de 40% aos fertilizantes, vigente no Brasil antes de 1977, foi utilizado no modelo.
- 31 O seguro agrícola não era do programa oficial PROAGRO, que opera somente através do crédito e não apresenta efeito, de acordo com os resultados do modelo. Mais 2 programas foram considerados, um garantindo 60% e outro 75% do valor do consórcio básico, com tecnologia melhorada.
- 32 T. Campos Mesquita, P. R. Silva e J. H. Sanders, "Procura Potencial para o Sorgo Granífero no Nordeste Brasileiro", *Revista Econômica do Nordeste*, Vol. 7(1), janeiro/março de 1978, pág. 113. Em 1974, havia, no Nordeste, 25 fábricas produtoras de rações balanceadas, com uma capacidade instalada para produzir 276.740 toneladas. 95% dessa ração produzida era para galinhas, 3% para suínos e 2% para bovinos. Ver Nobre e Kasprzykowski, *op. cit.*, pág. 75.
- 33 O primeiro modelo "ex-ante" de atividade do sorgo foi apresentado em 1975.