

# TAXA DE RETORNO SOCIAL DO INVESTIMENTO EM PESQUISA NA CULTURA DA MANDIOCA NO NORDESTE<sup>1</sup>

AHMAD SAEED KHAN<sup>2</sup> e JOSÉ DA SILVA SOUZA<sup>3</sup>

RESUMO – Foram feitas as seguintes avaliações de um novo sistema de produção em mandioca e caupi: eficiência econômica da alocação dos investimentos realizados na sua geração e difusão, e distribuição dos retornos sociais entre produtores e consumidores, numa análise “ex-ante”. O modelo utilizado foi o desenvolvido por Linder e Jarret, incorporando-se ainda o autoconsumo do modelo estudado por Hayami e Herdt. Os benefícios totais estimados para o consórcio mandioca x caupi foram altamente significativos. As taxas de retornos sociais calculados foram superiores às taxas exigidas por bancos de desenvolvimento.

Termos para indexação: benefícios sociais, taxa de retorno social, fileiras duplas, mandioca, caupi, Nordeste.

## SOCIAL RATE OF RETURN OF INVESTMENT IN CASSAVA RESEARCH IN NORTHEAST BRAZIL

ABSTRACT – This study deals with the estimation and distribution of social benefits resulting from intercropping of cassava and cowpea in double-row system. Also social rate of return to investment in generating this technology is calculated. To quantify the social benefits, Linder and Jarret model embodying the auto-consumption component of Hayami and Herdt model is used. It was observed that the total benefits generated by the adoption of new technology are substantially high. The calculated social rate of return of investment is always greater than the interest rate charged by the development banks.

Index terms: social benefits, social rate of return, double-row planting, cassava, cowpea, Northeast.

## INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de mandioca do mundo, participando com 20% da produção mundial e com cerca de 60% da produção da América Latina (FAO 1981).

Na região Nordeste, que detém aproximadamente metade da produção nacional de 24 milhões de toneladas, a cultura é utilizada, principalmente, na produção de farinha de mesa (68%), no consumo fresco –aipim(29%) e na alimentação animal (3%). Estes números evidenciam que 97% da produção nordestina é utilizado como fonte de calorias para sua população.

<sup>1</sup> Recebido em 18/2/91.  
Aceito para publicação em 10/10/91.

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup>. Agron., Ph.D., Prof. do Depart<sup>o</sup> de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará. Caixa Postal 12.168, 60000, Fortaleza, CE.

<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup> Agron., M.S., Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura – CNPMF-EMBRAPA.

Apesar da importância demonstrada acima, a cultura da mandioca no Nordeste apresenta uma produção estacionária desde 1970, mesmo tendo ocorrido um pequeno acréscimo na área colhida no decorrer dos anos. Desta maneira, fica evidente que a produtividade da mandioca na região tem decrescido nos últimos anos, agravando ainda mais a situação comparativa da cultura, que sempre apresentou o menor rendimento em relação ao das demais regiões do País, sendo atualmente de 11,1t/ha (IBGE 1986).

Normalmente, os produtores de mandioca na região utilizam o consórcio, que é feito de forma desordenada e muitas vezes com várias culturas ao mesmo tempo. Segundo Mattos (1981), o sistema de produção típico do agricultor nordestino que se beneficia da associação de cultivos é extrativo, não utilizando técnicas básicas de agricultura, como preparo correto do solo, uso de sementes melhoradas, controle de pragas e doenças e outras práticas componentes do sistema. Aquele autor menciona ainda que os sistemas de consórcio mais comuns nas regiões e que envolvem a mandioca como cultura componente utilizam o feijão e o milho.

As pesquisas desenvolvidas com a cultura de mandioca têm-se voltado para a solução de problemas que limitam a sua produtividade, buscando paralelamente a redução nos custos de produção (Mattos et al. 1979). O sistema de plantio da mandioca em fileiras duplas tem-se caracterizado como alternativa excelente, tanto para grandes como para pequenos produtores.

No desenvolvimento de pesquisa agrícola, investimentos públicos são realizados, e mesmo sabendo-se que a aplicação de recursos em pesquisa é condição essencial para sustentar o desenvolvimento técnico e econômico, necessita-se avaliar a alocação destes recursos na geração das tecnologias.

A avaliação dos investimentos públicos em pesquisas e, conseqüentemente, a mensuração dos retornos econômicos e sociais dos recursos aplicados têm duplo propósito: prestar contas à sociedade em geral dos recursos investidos na pesquisa e retroalimentar a própria instituição de pesquisa. Assim, além de orientar os rumos ou as diretrizes da pesquisa, a quantificação dos resultados alcançados pode auxiliar na decisão de maiores investimentos na busca de maiores conhecimentos pelas instituições envolvidas.

Neste contexto, será feita a avaliação sócio-econômica da tecnologia de plantio em fileira dupla, como também serão avaliados os investimentos que foram utilizados na geração desta tecnologia e a distribuição dos benefícios entre os segmentos da sociedade nordestina.

## METODOLOGIA

As informações utilizadas nesta pesquisa são originais do Centro Na-

cional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura (CNPMPF-EMBRAPA), Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Fundação Getúlio Vargas (FGV) e da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE).

Os valores nominais de preços e custos foram corrigidos para valores de março de 1986.

### Modelo Conceitual

Neste estudo foi utilizado o modelo de Lindner & Jarret (1978), com curvas de oferta e demanda lineares, considerando um deslocamento divergente-proporcional entre as curvas de oferta, incorporando-se também o autoconsumo do modelo de Hayami & Herdt (1977) (Figura 1).

A linha vertical ( $D_hH$ ) representa a curva de demanda dos produtores para o autoconsumo. A demanda total do produto é representada pela curva  $D_hD_mD$ . A diferença horizontal entre  $D_hD_mD$  e  $D_hH$  mede a quantidade comprada pelos consumidores que não produzem mandioca. A curva de oferta original ( $S_0A_0$ ) se desloca para  $S_1A_1$ , depois de ocorrer a adoção da nova tecnologia, e assim o ponto de equilíbrio se move de A para B. Observa-se então que a quantidade negociada no mercado se desloca de  $HQ_0$  para  $HQ_1$ , quando há redução no preço de  $OP_0$  para  $OP_1$ .<sup>4</sup>

O acréscimo no excedente dos consumidores é representado pela área ACGB, que é menor do que a área  $AP_0P_1B$  (que seria o excedente dos consumidores para toda a produção comercializada no mercado).

Por outro lado, a renda total dos produtores muda da área  $ACHQ_0$  para a área  $BGHQ_1$ , considerando que a quantidade de autoconsumo (OH) não é vendida. Da mesma forma, os custos de produção mudam da área  $AA_0OQ_0$  para a área  $BA_1OQ_1$ .

O benefício dos consumidores (BC) é expresso por:

$$\text{ÁREA ACGB} = \text{área } AP_0P_1B - \text{área } CP_0P_1G, \text{ ou}$$

$$BC = 1/2(P_0Q_0 - P_1Q_0 + P_0Q_1 - P_1Q_1) - P_0H + P_1H$$

Correspondentemente, a mudança na renda total dos produtores seria:

$$\text{área } BEQ_0Q_1 - \text{área } ACEG, \text{ ou}$$

$$RT = P_1Q_1 - P_0Q_0 + P_0H - P_1H,$$

<sup>4</sup> A curva de oferta reflete os custos de oportunidade dos recursos variáveis utilizados para produzir cada quantidade. A área total sob a curva de demanda à esquerda de uma dada quantidade representa a utilidade total desta quantidade. Assim sendo, os preços sociais igualam-se aos preços de mercado.

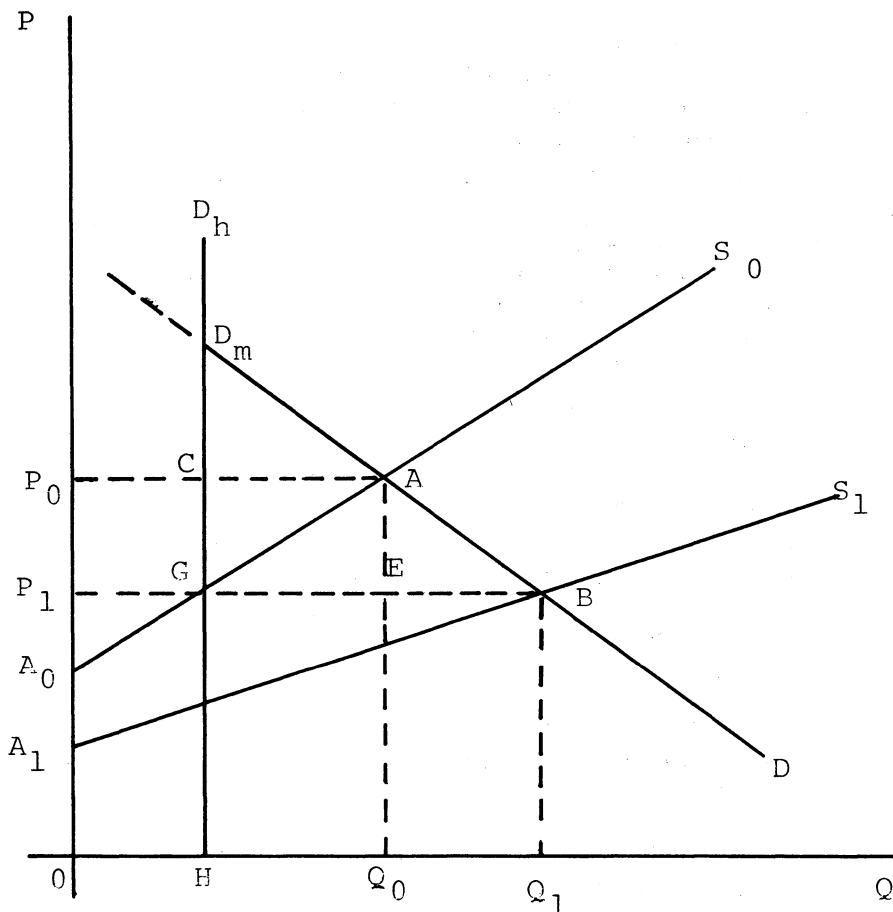
e a mudança nos custos de produção seria:

área  $BA_1OQ_1$  – área  $AA_0OQ_0$ , ou

$$CP = 1/2(A_1Q_1 + P_1Q_1 - A_0Q_0 - P_0Q_0).$$

Assim, o benefício dos produtores (BP) seria:

$$BP = RT - CP, \text{ ou}$$



**FIGURA 1. Modelo de Lindner & Jarrett para uma variação divergente-proporcional na curva de oferta, considerando o autoconsumo do modelo de Hayami & Herdt.**

$$BP = 1/2(P_1Q_1 - P_0Q_0 - A_1Q_1 + A_0Q_0) + P_0H - P_1H$$

O benefício total (BT) para a sociedade seria:

$$BT - BC + BP, \text{ assim,}$$

$$BT = 1/2(P_0Q_1 - P_1Q_0 + A_0Q_0 - A_1Q_1).$$

No desenvolvimento realizado acima, se não ocorrer o autoconsumo ( $H = 0$ ), o modelo passa a ser o mesmo que foi desenvolvido por Lindner & Jarrett (1978).

onde:

$P_0, Q_0$  = preço e quantidade de equilíbrio original;

$P_1, Q_1$  = preço e quantidade de equilíbrio com a tecnologia proposta;

$A_0, A_1$  = valores dos custos médios de produção das tecnologias;

$H$  = quantidade que representa o autoconsumo.

Os valores de  $P_0$  e  $Q_0$  são estimados de níveis correntes de preços e quantidades produzidas das culturas na região, e foram utilizadas sob condição de que as curvas de oferta e demanda dos produtos são relativamente estáveis. A quantidade que representa o autoconsumo foi calculada segundo dados do consumo alimentar dos produtos, a partir de informações do IBGE, e os valores das variáveis  $P_1$  e  $Q_1$  foram calculados através das equações:

$$P_1 = P_0 \left(1 - \frac{K\varepsilon}{\varepsilon + \eta}\right)$$

$$Q_1 = Q_0 \left(1 + \frac{K\varepsilon\eta}{\varepsilon + \eta}\right), \text{ para } K = \left(1 - \frac{A_1}{A_0}\right)$$

onde:

$K$  = redução proporcional nos custos médios de produção;

$\varepsilon$  = elasticidade-preço da oferta de longo prazo;

$\eta$  = elasticidade-preço da demanda (em valor absoluto).

Observa-se que "K" assume grande importância no cálculo do excedente econômico.  $A_0$  é custo médio por tonelada de mandioca com tecnologia tradicional. O valor de  $A_1$ , que representa o custo médio ponderado por tonelada, varia a cada ano, dependendo do grau de adoção de tecnologia moderna utilizada pelos agricultores<sup>5</sup>. Suponhe-se que no primeiro ano, nos

<sup>5</sup> As informações sobre os períodos necessários para a adoção acumulada total da nova tecnologia estão apresentadas na Tabela A1 e Figura A1 a A3 do Apêndice A.

5% da área potencial para adoção tecnológica ( $q_N$ )<sup>6</sup>, é plantada em consórcio mandioca x caupi, utilizando tecnologia moderna com produtividade de ( $\alpha_N$ ) toneladas por hectare e custando ( $C_N$ ) cruzados para plantar um hectare. Assim o resto da área, 95%, ( $q_T$ ) é cultivada com tecnologia tradicional e produtividade de ( $\alpha_T$ ) toneladas por hectare e custo ( $C_T$ ) cruzados/hectare. Baseado nestas informações, o custo médio ponderado por tonelada de mandioca ( $A_1$ ) para o primeiro ano foi calculada da seguinte maneira:

$$A_1 = \frac{q_N \alpha_N C_N + q_T \alpha_T C_T}{q_N \alpha_N + q_T \alpha_T}$$

O custo médio ponderado ( $A_1$ ) foi cada vez menor nos anos subseqüentes, devido a maior substituição da área cultivada com tecnologia tradicional pela tecnologia recomendada. O valor de  $A_1$  para cada ano foi calculado pela equação citada acima. Quando toda a área potencial do consórcio foi plantada com tecnologia moderna, o custo médio ponderado por hectare ( $A_1$ ) foi de Cz\$ 600,75; entretanto, o custo médio por hectare associado à tecnologia tradicional foi  $A_0 = \text{Cz\$ } 643,13$ . Nota-se que quanto maior for o valor do custo médio ponderado ( $A_1$ ) tanto maior será o deslocamento da curva de oferta, como também maiores serão os benefícios sociais. Os níveis de preço ( $P_1$ ) e produção ( $Q_1$ ), para os anos seguintes, foram obtidos através das equações descritas anteriormente. Os preços e as quantidades presentes ( $P_0$ ,  $Q_0$ ) e futuras ( $P_1$ ,  $Q_1$ ) foram utilizados no cálculo dos benefícios sociais nos anos subseqüentes.

### Avaliação dos Investimentos em Pesquisa

Na avaliação dos investimentos públicos realizados em pesquisa de mandioca, foi utilizada a técnica da taxa de retornos sociais, considerando os benefícios sócio-econômicos calculados para a nova tecnologia e os custos alocados na geração de um novo sistema de produção da cultura. A taxa de retornos sociais é definida como a taxa de desconto que iguala a zero o valor presente líquido de um investimento, num certo espaço de tempo.

Matematicamente, a taxa de retornos sociais corresponde a:

$$\sum_{t=0}^f B_t(1+r)^{-t} = \sum_{t=0}^f C_t(1+r)^{-t}$$

onde:

<sup>6</sup> No cálculo de  $A_1$  foram utilizados os percentuais da adoção acumulada de 5, 7 e 10 anos para atingir o total de adoção prevista, que variou de 20%, 40% e 60% do universo da área considerada, que é a metade da área com consórcio mandioca x caupi.

$B_t$  = benefícios sociais estimados no ano  $t$ ;

$C_t$  = custos estimados no ano  $t$ ;

$r$  = taxa de retorno social;

$t$  = ano inicial (1988 = 0); e

$f$  = ano final (1998).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No cálculo dos benefícios sociais associados à adoção da tecnologia moderna no cultivo do consórcio mandioca em fileita dupla x caupi, foram utilizadas as elasticidades obtidas através de outros estudos – as elasticidades-preço da oferta de longo prazo e demanda do feijão-caupi ( $\epsilon = 0,432$  e  $\eta = -1,497$ ), do estudo elaborado por Santana & Khan (1987), e as elasticidades-preço da oferta de longo prazo e demanda da mandioca ( $\epsilon = 0,721$  e  $\eta = -0,225$ ), de acordo com o estudo realizado por Khan & Souza (1988).

### Mensuração dos Benefícios Totais<sup>7</sup>

Consultando as Tabelas 1 a 6, observa-se que os benefícios totais gerados com a adoção da tecnologia recomendada para o consórcio mandioca x feijão-caupi independem da utilização ou não, pelos produtores rurais, de parte da produção destas culturas no autoconsumo, como foi descrito anteriormente.

Os maiores benefícios totais, de 2,9 bilhões de cruzados, foram conseguidos quando 60% dos produtores adotam a tecnologia recomendada em até 5 anos, enquanto os menores benefícios totais, em torno de 826 milhões de cruzados, ocorreram para o grau de adoção de 20% e 10 anos para adoção total. Estes dados confirmam o esperado, porque quanto maior o grau de adoção, maiores os benefícios, e, por outro lado, quanto menor o tempo de adoção total de uma recomendação tecnológica por uma população de adotantes, maiores serão também os benefícios totais conseguidos.

### Distribuição dos Retornos Sócio-econômicos

A adoção de uma tecnologia melhorada pode beneficiar tanto produtores como consumidores, e a distribuição dos benefícios entre estas camadas sociais se relaciona com a porção resultante da diferença no excedente do produtor ou do consumidor, quando se compara o uso da tecnologia melhorada e da tradicional. Por outro lado, a inclusão de autoconsumo no modelo

<sup>7</sup> Para o cálculo do valor de  $K$ ,  $A_1$  e dos benefícios sociais, as informações são mostradas no Apêndice A.

interfere nesta distribuição, carregando parte dos benefícios dos consumidores para os produtores. Com base neste último fato, a análise dos resultados será realizada de duas maneiras: sem considerar e considerando o autoconsumo das culturas envolvidas nas tecnologias.

(a) Sem considerar o autoconsumo

Os resultados das Tabelas 1 e 3 mostram que os maiores benefícios pela adoção tecnológica serão os consumidores, que nas diversas combinações, entre o grau de adoção e o tempo de adoção total, ficarão com aproximadamente 80% dos benefícios totais, enquanto os produtores terão somente 20% dos mesmos, quando se considera o consórcio mandioca x feijão-caupi. Os maiores benefícios para as duas categorias, consumidores e produtores,

**TABELA 1. Distribuição dos benefícios do consórcio mandioca x caupi, segundo o período de tempo, considerando 20% de grau de adoção (sem considerar o autoconsumo).**

Tempo para adoção total (anos)	Benefícios (Cz\$ 1.000,00)		
	Totais	Consumidores	Produtores
5	1.139.236,44	910.754,40	228.482,04
7	1.002.080,14	801.161,93	200.918,21
10	825.780,58	660.290,01	165.490,57

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 2. Distribuição dos benefícios do consórcio mandioca x caupi, segundo o período de tempo, considerando 40% de grau de adoção (sem considerar o autoconsumo).**

Tempo para adoção total (anos)	Benefícios (Cz\$ 1.000,00)		
	Totais	Consumidores	Produtores
5	2.104.860,63	1.681.527,32	423.333,31
7	1.859.559,11	1.485.691,52	373.867,59
10	1.545.153,45	1.234.689,35	310.464,10

Fonte: Dados da pesquisa.



**TABELA 3. Distribuição dos benefícios do consórcio mandioca x caupi, segundo o período de tempo, considerando 60% de grau de adoção (sem considerar o autoconsumo).**

Tempo para adoção total (anos)	Benefícios (Cz\$ 1.000,00)		
	Totais	Consumidores	Produtores
5	2.934.717,42	2.343.045,88	591.671,54
7	2.604.215,87	2.078.619,50	524.596,37
10	2.179.826,61	1.740.966,51	438.860,10

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 4. Distribuição dos benefícios do consórcio mandioca x caupi, segundo o período de tempo, considerando 20% de grau de adoção (considerando o autoconsumo).**

Tempo para adoção total (anos)	Benefícios (Cz\$ 1.000,00)		
	Totais	Consumidores	Produtores
5	1.139.236,44	508.275,51	630.961,93
7	1.002.080,14	447.095,90	554.984,24
10	825.780,58	368.452,79	457.327,79

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 5. Distribuição dos benefícios do consórcio mandioca x caupi, segundo o período de tempo, considerando 40% de grau de adoção (considerando o autoconsumo).**

Tempo para adoção total (anos)	Benefícios (Cz\$ 1.000,00)		
	Totais	Consumidores	Produtores
5	2.104.860,63	939.091,08	1.165.769,55
7	1.859.559,11	829.648,06	1.029.910,05
10	1.545.153,45	689.367,51	855.785,94

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 6. Distribuição dos benefícios do consórcio mandioca x caupi, segundo o período de tempo, considerando 60% de grau de adoção (considerando o autoconsumo).**

Tempo para adoção total (anos)	Benefícios (Cz\$ 1.000,00)		
	Totais	Consumidores	Produtores
5	2.934.717,42	1.309.315,59	1.625.401,83
7	2.603.215,87	1.161.411,61	1.441.804,26
10	2.179.826,61	972.547,13	1.207.279,48

Fonte: Dados da pesquisa.

ocorreram para o grau de adoção de 60% e 5 anos para adoção total. Estes benefícios foram de 2,34 bilhões e 591 milhões de cruzados, respectivamente. Por outro lado, os menores benefícios, tanto para produtores como para consumidores, ocorreram quando se considerou o grau de adoção de 20% e 10 anos para adoção total, o que evidencia a influência favorável de maior percentual de adoção e menor tempo para adoção total sobre os benefícios conseguidos por cada segmento.

Para o feijão-caupi, os benefícios sociais da adoção tecnológica serão melhor distribuídos, pois tanto consumidores como produtores ficarão com aproximadamente 50% do total (Santana & Khan 1987). Este equilíbrio na distribuição dos benefícios deve-se mais à elasticidade-preço da procura, igual a  $-1,487$ , do que à elasticidade-preço da oferta ( $\epsilon = 0,432$ ).

(b) Considerando o autoconsumo

Quando o autoconsumo é considerado, ocorre uma mudança na distribuição dos benefícios sociais de adoção tecnológica no consórcio mandioca x feijão-caupi, e, como se esperava, uma parte dos benefícios dos consumidores é destinada para os produtores. Assim, nas Tabelas 4 a 6, observa-se que nas diversas combinações entre o grau de adoção e o tempo de adoção total, os produtores ficarão com os maiores benefícios (55%), enquanto os consumidores receberão aproximadamente 45% dos benefícios totais gerados. A combinação entre o grau de adoção de 60% e 5 anos para adoção total é a que apresenta os maiores benefícios, tanto para consumidores como para produtores. Estes benefícios foram de 1,3 e 1,6 bilhão de cruzados, respectivamente. Como nos casos anteriores, o menor percentual de adotantes associado ao maior tempo de adoção total apresentam os mais baixos benefícios conseguidos, nas duas categorias sociais consideradas.

## Taxa de Retornos Sociais

As taxas de retornos sociais aos investimentos relacionados com a tecnologia proposta para o consórcio mandioca x feijão-caupi na região Nordeste foram altas, variando de 45,75% a 29,33% a.a., como pode ser visto nas Tabelas 7 a 9. De modo geral, as taxas de retornos sociais mostram-se mais sensíveis às variações no grau de adoção do que as variações no tempo de adoção total.

Quando se mantém o percentual ou grau de adoção e se variam os anos para adoção total, dentro do processo de simulação utilizado, observa-se que ocorre um decréscimo na taxa à medida que se aumenta o tempo de adoção, o que confirma a sensibilidade da mesma. Considerando o menor grau de adoção (20%) e o maior período para adoção total (10 anos), a taxa estimada é de 29,13% a.a.

Por se tratar de uma análise "ex-ante", em que não se têm estimativas seguras dos investimentos que seriam realizados na difusão da tecnologia proposta, fez-se uma análise de sensibilidade das taxas de retornos sociais anteriormente calculadas, considerando acréscimos de custos de 100% a 400% sobre os custos de geração, que seriam os custos necessários para serem utilizados pelos programas de extensão rural na difusão da nova tecnologia.

Os resultados da Tabela 10 mostram que mesmo adotando-se a hipótese mais pessimista de um acréscimo de 400% nos custos, a menor taxa de retorno social encontrada, igual a 25,07% a.a., ainda é maior que as taxas exigidas por bancos de desenvolvimento, como o Banco Mundial, que são de 12% e 10%, respectivamente, segundo Barbosa et al. (1988).

**TABELA 7. Estimativas da taxa de retornos sociais aos investimentos relacionados com a nova tecnologia, segundo o período de adoção, para 20% de grau de adoção.**

Tempo para adoção total (anos)	Taxa de retornos sociais do consórcio (% a.a.)
5	34,82
7	32,15
10	29,33

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 8. Estimativas da taxa de retornos sociais aos investimentos relacionados com a nova tecnologia, segundo o período de adoção, para 40% de grau de adoção.**

Tempo para adoção total (anos)	Taxa de retornos sociais do consórcio (% a.a.)
5	41,77
7	38,81
10	35,81

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 9. Estimativas da taxa de retornos sociais aos investimentos relacionados com a nova tecnologia, segundo o período de adoção, para 60% de grau de adoção.**

Tempo para adoção total (anos)	Taxa de retornos sociais do consórcio (% a.a.)
5	45,76
7	42,68
10	39,62

Fonte: Dados da pesquisa.

**TABELA 10. Análise de sensibilidade da taxa de retornos sociais da nova tecnologia, considerando os custos de difusão, segundo o grau de adoção e o tempo para adoção total.**

Grau de adoção (%)	Tempo para adoção total (anos)	Taxa de retornos sociais (% a.a.)			
		Relação custo de difusão/custo de geração			
		1	2	3	4
20	5	33,76	32,68	31,58	30,45
20	7	31,11	30,06	28,98	27,88
20	10	29,29	27,24	26,16	25,07
40	5	41,04	40,30	39,55	38,78
40	7	38,10	37,37	36,63	35,88
40	10	35,09	34,37	33,63	32,88
60	5	45,16	44,56	43,95	43,33
60	7	42,09	41,50	40,90	40,29
60	10	39,03	38,44	37,84	37,24

Fonte: Dados da pesquisa.

## CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Os resultados conseguidos nesta pesquisa permitem as seguintes conclusões e sugestões:

Os benefícios conseguidos em todas as situações possíveis (grau de adoção x anos para adoção total) foram altamente significativos, o que demonstra o quanto a sociedade nordestina pode ser beneficiada com a adoção da nova tecnologia.

A distribuição dos benefícios sociais depende da consideração ou não de autoconsumo dos produtos, pois quando toda a produção é comercializada (autoconsumo é zero), os consumidores serão os principais beneficiados. Por outro lado, quando se considera o autoconsumo, os produtores ficarão com os maiores benefícios.

As taxas de retornos sociais calculadas no processo de simulação, segundo o grau de adoção e o tempo para adoção total, foram superiores às taxas exigidas por bancos de desenvolvimento, mesmo quando se consideram

os custos de difusão de até 400% sobre os custos de geração da nova tecnologia.

Para incentivar a adoção da tecnologia proposta, na região Nordeste, sugerem-se políticas agrícolas de custo prazo que visem a: estabilização de preços dos produtos considerados e crédito rural facilitado.

## REFERÊNCIAS

- BARBOSA, M. M. T. L. et al. Benefícios sociais e econômicos da pesquisa da EMBRAPA; uma reavaliação. **Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural**. Fortaleza, SOBER, 1988. v. 11, p. 760-778.
- BRAZIL SUDENE. **Produto e formação bruta de capital do Nordeste do Brasil 1965-86**. Recife: SUDENE-DPG, 1987. 95p.
- FAO. **Production yearbook**. Rome, v. 35. 1981.
- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Conjuntura econômica**. Rio de Janeiro, vários números.
- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Agropecuária**. Preços médios de arrendamento, vendas de terras, salários, empreitadas, transportes; revisão atualizada da série 1966-1984. Rio de Janeiro, 1965. 54p.
- HAYAMI, Y. & HERDT, R. W. Market price effects of technological change on income distribution in semi-subsistence agriculture. **American Journal of Agricultural Economics**, 59 (5): 245-256, 1977.
- IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro, 1959-86.
- IBGE. **Estudo Nacional da Despesa Familiar - ENDEF: consumo alimentar - antropometria**. Região V. Rio de Janeiro, 1977.
- KHAN, A. S. & SOUZA, J. da S. Estrutura do mercado da mandioca no Nordeste. Submetido à publicação na Revista de Economia e Sociologia Rural.
- LINDNER, R. K. & JARRET, F. G. Supply shifts and the size of research benefits. **American Journal of Agricultural Economics**, 60 (1): 48-58, 1978.
- MATTOS, P. L. P. de et al. Adaptação de espaçamentos em fileiras duplas para a cultura de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Anais do 1º Congresso Brasileiro de Mandioca**. Salvador, EMBRAPA-DID/SBM, 2 v. p. 19-34. EMBRAPA-DID. 1979. (Documentos, 18).
- SANTANA, A. C. & KHAN, A. S. Avaliação e distribuição dos ganhos sociais da adoção de novas tecnologias na cultura do caupi no Nordeste. **Revista de Economia Rural**, Brasília, 25 (2): 191-203, 1987.

## APÊNDICE A

Várias estimativas foram feitas para calcular os benefícios sociais anuais da nova tecnologia no consórcio mandioca x feijão-caupi e na distribuição desses benefícios entre consumidores e produtores.

No cálculo de  $A_1$  foram utilizados os percentuais da adoção acumulada de 5, 7 e 10 anos para atingir o total de adoção prevista, que variou de 20%, 40% e 60% do universo de área considerada, Tabela 1A. Todas as combinações possíveis foram feitas, tanto para a mandioca como para o feijão-caupi, e nos dois casos a área básica utilizada foi de 1.116.101 hectares, que se refere à última estimativa (dezembro/87) de área colhida da mandioca na região. Foi feita ainda a pressuposição de que o consórcio mandioca-caupi ocupa metade da área colhida de mandioca no Nordeste, segundo orientação de pesquisadores e extensionistas consultados.

Além destas, outras informações foram utilizadas especificamente para cada produto em análise.

## 1. Mandioca

Para esta cultura as principais informações utilizadas foram:

- (a) Preço corrente,  $P_0 = \text{Cz\$ } 1.173,00/\text{t}$ , quantidade produzida,  $Q_0 = 11.568.188,00\text{t}$ , para o ano de 1987;
- (b) elasticidade-preço da oferta de longo prazo,  $\epsilon = 0,271$ , e de demanda,  $\eta = 0,225$  (esta última em valor absoluto);
- (c) custo médio associado à tecnologia tradicional,  $A_0 = \text{Cz\$ } 643,13/\text{t}$  e produtividade de 10,53t/ha. Os valores dos custos médios ponderados com utilização da nova tecnologia ( $A_1$ ) e da redução proporcional nos custos médios de produção (K), para cada cada ano, são calculados considerando o custo por tonelada de Cz\$ 600,75 e a produtividade de 21,07t/ha nas áreas com adoção da nova tecnologia;
- (d) níveis futuros de preços ( $P_1$ ) e produção ( $Q_1$ ) foram conseguidos com a aplicação de fórmulas descritas na parte metodológica;
- (e) quantidade de autoconsumo,  $H = 4.627.275,20\text{t}$ , calculada segundo informações do IBGE – ENDEF (1977). Esta quantidade representa 40% de  $Q_0$ .

## 2. Feijão-caupi

Para o feijão-caupi foram utilizados:

- (a) Preço corrente  $P_0 = \text{Cz\$ } 16.857/\text{t}$  e quantidade produzida,  $Q_0 = 279.148,00\text{t}$ , no ano de 1987;
- (b) elasticidade-preço da oferta de longo prazo,  $\epsilon = 0,432$  e de demanda,  $\eta = 1,487$  (em valor absoluto), segundo Santana & Khan (1987);

- (c) custo médio associado à tecnologia tradicional,  $A_0 = \text{Cz\$ } 8.437,98/\text{t}$ , e produtividade de  $0,31\text{t/ha}$ . Os valores dos custos médios ponderados com utilização parcial da nova tecnologia ( $A_1$ ) e da redução proporcional nos custos médios de produção ( $K$ ), para cada ano, são calculados considerando o custo de  $\text{Cz\$ } 7.373,32$  por tonelada em 1987 e a produtividade de  $0,61\text{t/ha}$ ;
- (d) preço futuro ( $P_1$ ) e produção ( $Q_1$ ), calculados segundo o mesmo critério utilizado para a mandioca;
- (e) quantidade de autoconsumo,  $H = 167.488,80\text{t}$ , também calculada segundo informações do IBGE-ENDEF (1977). Esta quantidade representa 60% de  $Q_0$ .

Observou-se que a redução proporcional nos preços do produto, tanto para a mandioca como para o feijão-caupi, foi menor que a redução proporcional nos custos médios de produção.

Para as duas culturas, estimaram-se os benefícios e sua distribuição entre consumidores e produtores, sem considerar o autoconsumo e considerando o autoconsumo. Como os tempos simulados para adoção total foram 5, 7 e 10 anos, observou-se que, para adoção total de até 5 anos, o valor do benefício foi repetido nos anos subseqüentes. Raciocínio semelhante aplicou-se quando o tempo de adoção total foi de 7 anos.

**TABELA 1A** Frequência acumulada de adotantes, por ano, considerando adoção completa em 5, 7 e 10 anos.

Ano	Frequência acumulada de adotantes		
	5 anos	7anos	10 anos
1	5	5	5
2	32	17	12
3	69	37	22
4	95	64	37
5	100	83	58
6	-	95	72
7	-	100	82
8	-	-	89
9	-	-	95
10	-	-	100