

**AVALIAÇÃO DA INTRODUÇÃO DE NOVA TECNOLOGIA  
PARA PEQUENOS E MÉDIOS AGRICULTORES SOB  
CONDIÇÕES DE RISCO – O SERIDÓ DO  
RIO GRANDE DO NORTE (\*\*)**

Antônio Dias de Hollanda

John H. Sanders Jr. (\*)

A mudança tecnológica apresenta-se como uma das alternativas mais atraentes para aumentar a renda agrícola porque não acarreta necessariamente a sua redistribuição explícita. Entretanto, a disponibilidade de novas tecnologias agrícolas devidamente testadas e prontas para serem utilizadas pelos produtores, constitui uma limitação para a implementação de uma política que estimule a inovação tecnológica. Espera-se, contudo, que haja entre os profissionais que trabalham na agricultura em qualquer região do Brasil, uma reserva de tecnologias "potenciais", assim chamadas porque podem não estar adequadas para o uso imediato pelos produtores, devido a problemas de rentabilidade, de mercado, ou ainda pela falta de testes suficientes a nível de propriedade agrícola.

Geralmente elas advêm das idéias de técnicos de estações experimentais, de agentes de extensão, de outros técnicos ligados à agricultura, ou mesmo de agricultores inovadores. Sua viabilidade é comumente avaliada através da orçamentação parcial, ou simplesmente à base de um empirismo casual. A análise usada aqui,

---

(\*) Os autores são, respectivamente, estudante pós-graduado e professor visitante do programa de mestrado em Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará. Eles desejam expressar o seu reconhecimento pelas proveitosas sugestões de John L. Dillon, Pasquale L. Scandizzo, David Denslow e George Patrick, sem contudo implicá-los em quaisquer erros em que ocorrerem. São gratos também a Antônio Clécio Fonteles Thomas, pela substancial ajuda no programa de computação. Agradecem também à SUDENE e ao Banco Mundial pelo fornecimento dos dados, bem como ao BNB e à CEPA-RN pela ajuda financeira.

(\*\*) Este trabalho é um resumo da tese de mestrado atualmente desenvolvida por Hollanda, e foi apresentado no Seminário sobre Programação Matemática Aplicada ao Planejamento Agrícola do Nordeste, promovido pelo BIRD/SUDENE em Recife-Pe., março de 1975, e na XIIIa. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Economistas Rurais em Curitiba, junho de 1975.

entretanto, é mais relevante porque engloba o ambiente da fazenda, considerando todos os seus recursos e limitações.

Em muitos casos, os dados requeridos para este tipo de análise não estão todos disponíveis. Quando isto acontece, eles têm que ser “sintetizados”, baseando-se no consenso dos que têm experiência neste campo ou na tecnologia específica. De acordo com a qualidade dos dados, as recomendações da análise podem ser levadas diretamente para os produtores através da extensão, ou podem ser utilizadas como guia para futuras pesquisas.

Nesse estudo foram especificadas seis tecnologias “potenciais”, com base nas experiências do primeiro autor no Rio Grande do Norte, e em entrevistas com pessoas do tipo acima indicado. Em seguida, foram criadas estimativas “sintéticas” de séries temporais dos rendimentos dessas tecnologias (para maiores detalhes, veja o apêndice I).

O objetivo principal desse trabalho é avaliar as tecnologias “potenciais” especificadas para a região em estudo. Nessa avaliação serão considerados o risco e a renda relacionados com as tecnologias atuais e disponíveis. Como a fonte primária de risco na agricultura da região Seridó é o clima, (Veja no Apêndice II a descrição da área) e o risco climático é devido principalmente à baixa precipitação pluviométrica e à sua distribuição irregular, apenas este tipo de risco é considerado explicitamente no modelo. Em segundo lugar, testa-se a sensibilidade da renda agrícola a mudanças na política de crédito.

Como uma extensão da aplicação do modelo a um problema real, faz-se a identificação dos dados necessários à análise, ressaltando-se aqueles que deverão ser observados nos experimentos e nas observações de campo, para que se possam fazer melhores recomendações aos produtores.

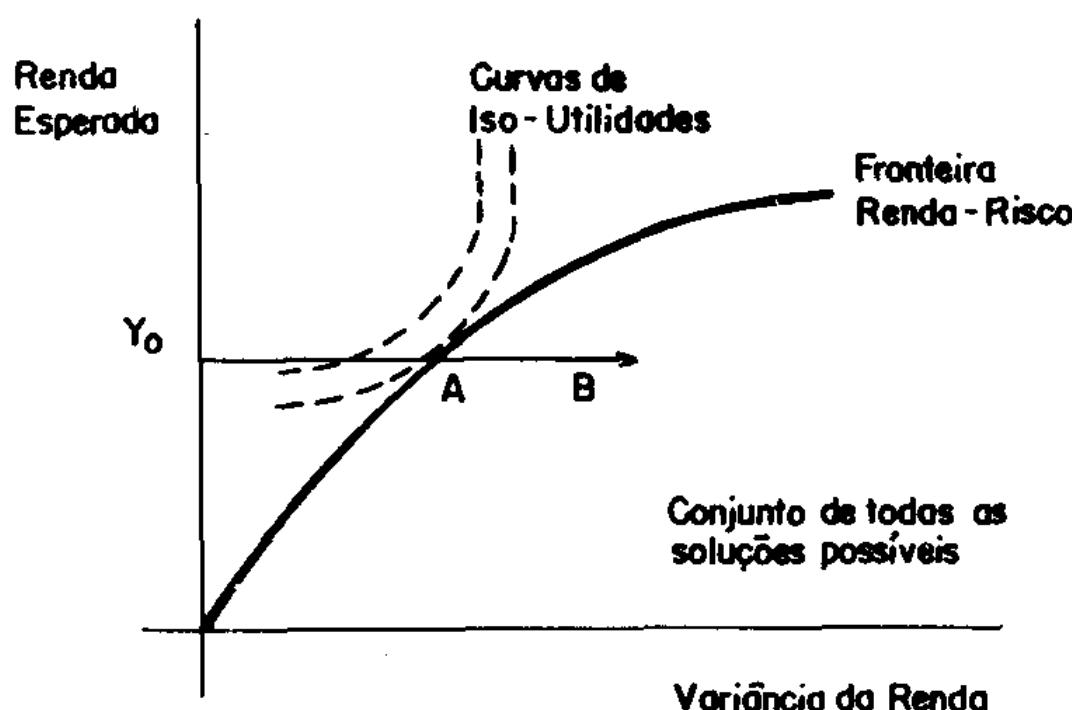
#### O MODELO:

Partiu-se da premissa de que os produtores se preocupam tanto com a renda, como com o risco (ou a variância dessa renda). Em outras palavras, as funções de utilidade dos agricultores contêm tanto os lucros esperados como a variância desses lucros. O peso atribuído a cada um desses componentes nas suas funções de utilidade variará entre agricultores, dependendo das preferências individuais. Porém, a forma e especificação destas funções de utilidade não é preocupação imediata deste trabalho. O seu interesse dirige-se para a fronteira renda-risco, que mostra a posição de menor risco para qualquer nível de renda. Nele considerou-se apenas o risco

originado pelas variações do clima e para captá-las utilizaram-se dados sobre rendimentos das culturas durante vários anos.<sup>1/</sup>

Graficamente, a relação entre a renda e o risco, pode fornecer uma curva como a apresentada na figura 1. Essa curva representa a fronteira entre a renda esperada e a sua variância, de modo que cada ponto sobre ela mostra o nível mínimo de risco que o agricultor deve assumir para obter a renda correspondente. A fronteira representa os níveis de máxima

**FIGURA 1 : FRONTEIRA RENDA - RISCO  
PARA O AGRICULTOR**



eficiência. Em qualquer ponto situado abaixo dela, o agricultor estará tomando mais risco que o necessário para obter um dado nível de renda, significando dizer que ele não está sendo eficiente (ver ponto B na figura 1). Acima da fronteira é

(1) Outros tipos de risco provenientes da incidência de pragas, doenças ou desastres naturais também afetam os rendimentos das culturas, entretanto, é difícil estudá-los sistematicamente. É possível que eles se reflitam nas variações de rendimentos das culturas ao longo dos anos, apesar de não serem considerados explicitamente no modelo. A variação dos preços recebidos pelos produtores também é uma fonte de risco importante, porém não foi considerada explicitamente neste trabalho.

impossível obter-se uma solução dentro dos padrões tecnológicos usados. Conhecendo esta fronteira o agricultor poderá decidir quanto risco deseja assumir e escolher o plano de exploração para sua fazenda. Esta escolha é feita quando ele insere o seu mapa de utilidade sobre a fronteira renda-risco e obtém o ponto de equilíbrio, onde uma das curvas de iso-utilidades tangencia a fronteira (ponto A na figura 1).

Para a sua construção prática, utilizou-se um modelo de programação linear denominado MOTAD, onde a variância da renda é substituída pelo seu desvio médio absoluto. Esse procedimento elimina a necessidade de usar a programação quadrática<sup>2/</sup>. A fronteira é então obtida mediante variações paramétricas sucessivas na renda esperada, para as quais se obtêm funções objetivo que minimizam o risco.

Em sua formulação matemática, o modelo procura determinar os níveis das variáveis  $x_j$  que minimizem a função objetivo:

$$(1) \min \sum_{r=1}^s Y_r$$

sujeito a :

$$(2) \sum_{j=1}^n (C_{rj} - \bar{c}_j) x_j + Y_r \geq 0 \quad (r = 1, 2, \dots, s)$$

$$(3) \sum_{j=1}^n a_{hj} x_j \leq b_h \quad (h = 1, 2, \dots, m)$$

$$(4) \sum_{j=1}^n \bar{c}_j x_j = \lambda$$

$$(5) x_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

$$(6) Y_r \geq 0$$

---

(2) Para maiores detalhes, veja HAZELL (7). Os estudos preliminares dessa substituição indicam que o custo da perda de eficiência não parece significativo. A análise com ambas as abordagens e utilizando as técnicas de Monte Carlo tem mostrado uma diferença muito pequena nos resultados dos planos dos agricultores (20).

onde:

$x_j$ , é o nível da j-ésima atividade.

$C_{rj}$ , é o retorno líquido unitário para a j-ésima atividade no r-ésimo ano de observação da amostra.

$\bar{c}_j$ , é a média do retorno líquido unitário da j-ésima atividade da amostra.

$a_{hj}$ , são os requerimentos técnicos da j-ésima atividade para o h-ésimo recurso ou restrição.

$b_h$ , é o nível da h-ésima restrição.

$Y_r$ , é o valor absoluto dos desvios negativos do retorno líquido da j-ésima atividade, em relação a seu retorno médio, para o r-ésimo ano.

sendo:

$r$  = número de anos considerados

$h$  = número de recursos

$j$  = número de atividades

$\lambda$  = um escalar que varia de 1 a k, sendo k o valor máximo que a renda pode atingir.

Mas,  $Y_r$  toma os seguintes valores:

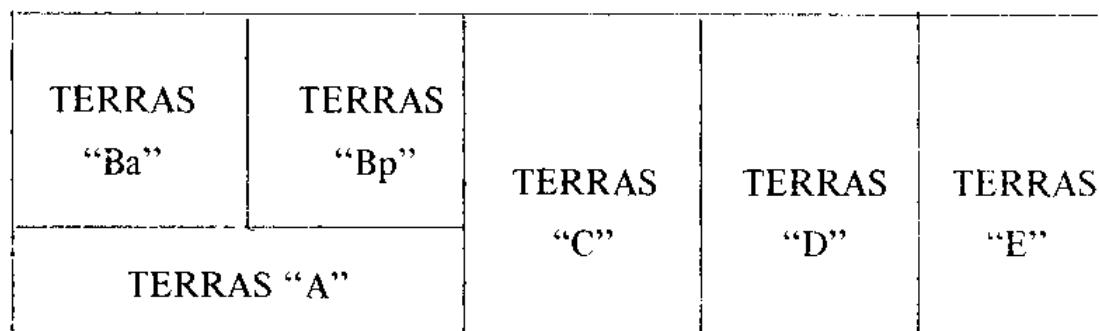
$$(7) \quad Y_r = \begin{cases} - \sum_{j=1}^n (C_{rj} - \bar{c}_j) x_j, & \text{quando } \sum_{j=1}^n (C_{rj} - \bar{c}_j) x_j < 0 \\ 0, & \text{quando } \sum_{j=1}^n (C_{rj} - \bar{c}_j) x_j \geq 0 \end{cases}$$

### AS FAZENDAS TÍPICAS

Duas fazendas típicas foram modeladas neste estudo, uma representando as fazendas pequenas e a outra as fazendas médias da região <sup>4/</sup>. Suas terras foram divididas em seis grupos principais mostrados no diagrama abaixo:

---

(4) Veja os critérios usados para a escolha das fazendas típicas no apêndice III.



**Figura 2: Distribuição esquemática dos tipos de terra, segundo o uso, para fazendas típicas do Seridó.**

O grupo “A” é constituído pelas terras úmidas encontradas nas várzeas e vazantes. Elas podem ser cultivadas com arroz, milho, feijão, batata-doce, capim ou qualquer consórcio entre essas culturas. As terras do grupo “B” não dispõem da umidade característica daquelas do grupo “A”; entretanto, são relativamente férteis e se prestam especialmente ao cultivo do algodoeiro mocó e seus consórcios. Esse grupo se subdivide em “Ba” e “Bp”. O subgrupo “Ba” representa a área que atualmente se encontra cultivada com algodão mocó e seus consórcios. O subgrupo “Bp” engloba as terras que potencialmente podem ser cultivadas com algodão mocó mas atualmente se encontram cobertas por matas ou estão em descanso.

O terceiro grupo, que corresponde às terras “C” da figura 1, é formado por terras que se destinam à pastagem nativa, mas também se prestam ao cultivo do mocó. Sua fertilidade, entretanto, é inferior à das terras do grupo “B”. As terras do grupo “D” destinam-se exclusivamente ao pasto natural, não se prestando ao cultivo devido à pouca profundidade do solo e à sua baixa fertilidade.

Finalmente o grupo “E” é constituído pelas terras imprestáveis para qualquer tipo de exploração. É formado pelas superfícies submersas durante todo ano ou ocupadas com benfeitorias, e pelas áreas impróprias para as atividades agropecuárias.

A área total estabelecida para cada fazenda típica foi distribuída entre os diversos grupos de terra, de acordo com a tabela 1 (Veja o Apêndice III).

**TABELA 1**  
**DISTRIBUIÇÃO DAS TERRAS DAS FAZENDAS TÍPICAS**  
**DO SERIDÓ, SEGUNDO OS GRUPOS PRINCIPAIS**

| Tipos de Terra | Fazenda Pequena |                 | Fazenda Média |                 |
|----------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|
|                | área (ha)       | % sobre o total | área (ha)     | % sobre o total |
| Terras "A"     | 0,3             | 1,1             | 0,8           | 0,6             |
| Terras "Ba"    | 2,7             | 9,1             | 7,9           | 6,3             |
| Terras "Bp"    | 1,7             | 5,7             | 31,2          | 25,0            |
| Terras "C"     | 2,1             | 6,8             | 62,5          | 50,0            |
| Terras "D"     | 22,2            | 73,9            | 20,2          | 16,2            |
| Terras "E"     | 1,0             | 3,4             | 2,4           | 1,9             |
| Área Total     | 30,0            | 100,0           | 125,0         | 100,0           |

Dados Originais: Estimados da Pesquisa do Tamanho Típico da Unidade de Produção Agrícola do Nordeste, realizada pela SUDENE/BIRD.

### RESULTADOS: AS NOVAS TECNOLOGIAS<sup>5/</sup>

As tabelas 1 e 2 apresentam os resultados da aplicação do modelo às fazendas típicas para a construção das fronteiras renda-risco, apresentadas nas figuras 2 e 3 do Apêndice. Nestas tabelas pode-se verificar que a renda máxima está associada ao nível mais alto de risco e que esta posição é equivalente à que seria obtida através da simples maximização da renda. Nestas soluções, os pequenos e médios agricultores expandiram a área cultivada até o limite permitido pelo modelo.

A partir dos níveis mais baixos de renda e risco, observa-se que a utilização da terra é iniciada com a exploração do pasto natural, nas terras "C" e "D", que não requerem o uso de fatores, e nas terras "A", que apresentam maior umidade. Em seguida, cultivam-se as terras "Ba", "Bp" e por último incorporam-se ao cultivo as terras "C", antes exploradas com pasto natural. Nas terras "A" existe competição entre culturas, mas nas terras "D", a única opção é a pastagem natural. Nos outros

(5) As tecnologias estão descritas no Apêndice IV. Os rendimentos estimados para a série 1969-1973 são apresentados na tabela 4.

TABELA 2

## QUADRO II: PLANOS DE PRODUÇÃO QUE MINIMIZAM RISCO PARA NÍVEIS DADOS DE RENDA

LÍQUIDA ESPERADA EM UMA FAZENDA TÍPICA PEQUENA (30 ha) DA REGIÃO

SERIDÓ DO RIO GRANDE DO NORTE

| Renda Líquida Esperada (Cr\$) | PLANO DE PRODUÇÃO SEGUNDO O NÍVEL DE RENDA LÍQUIDA ESPERADA |                                    |                                     |                                |                                | Compra de Capital (Cr\$) | Desvio Médio Absoluto da Renda (A) | Faixa de Variação da Renda    |
|-------------------------------|---|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
|                               | Terra "A"   | Terra "Ba"                         | Terra "Bp"                          | Terra "C"                      | Terra "D"                      |                          |                                    |                               |
| 1.000,00                      |   |                                    |                                     |                                | P. Nativo<br>14,5 ha           |                          | 139                                | 0,00<br>1.532,00              |
| 1.550,00                      |   |                                    |                                     |                                | P. Nativo<br>0,3 ha            | P. Nativo<br>22,2 ha     | 216                                | 1.532,00<br>1.677,00          |
| 1.700,00                      |   |                                    |                                     |                                | P. Nativo<br>2,1 ha            | P. Nativo<br>22,2 ha     | 238                                | 1.677,00<br>2.097,00          |
| 2.200,00                      | Capim<br>0,3 ha   | Alg. Sorgo<br>(B. Denso)<br>0,2 ha |                                     |                                | P. Nativo<br>2,1 ha            | P. Nativo<br>22,2 ha     | 344                                | 2.097,00<br>3.550,00          |
| 3.685,00                      | Capim<br>0,3 ha   | Alg. Sorgo<br>(B. Denso)<br>2,7 ha |                                     |                                | P. Nativo<br>2,1 ha            | P. Nativo<br>22,2 ha     | 146,00                             | 696<br>3.550,00<br>3.708,00   |
| 3.729,00                      | Capim<br>0,3 ha   | Alg. Sorgo<br>(B. Denso)<br>2,7 ha | Alg. Denso<br>(B. Denso)<br>0,1 ha  |                                | P. Nativo<br>2,1 ha            | P. Nativo<br>22,2 ha     | 208,00                             | 709<br>3.708,00<br>4.397,00   |
| 4.407,00                      | Capim<br>0,3 ha   | Alg. Sorgo<br>(B. Denso)<br>2,7 ha | Alg. Sorgo.<br>(B. Denso)<br>1,7 ha | A.M.F.<br>(Adubado)<br>0,1 ha  | P. Nativo<br>2,0 ha            | P. Nativo<br>22,2 ha     | 1.431,00                           | 950<br>4.397,00<br>4.812,00   |
| 4.863,00                      | Capim<br>0,3 ha   |                                    | Alg. Sorgo<br>(B. Denso)<br>1,0 ha  |                                |                                |                          |                                    |                               |
|                               |   | Alg. Sorgo<br>(B. Denso)<br>2,7 ha | A.M.F.<br>(B. Denso)<br>0,7 ha      | A.M.F.<br>(Adubado)<br>2,1 ha  | P. Nativo<br>A.M.F.<br>22,2 ha |                          |                                    |                               |
| 4.054,00                      | Capim<br>0,3 ha   | Alg. Sorgo<br>(B. Denso)<br>2,5 ha | A.M.F.<br>(B. Denso)<br>0,2 ha      | A.M.F.<br>(B. Denso)<br>1,7 ha | A.M.F.<br>(Adubado)<br>2,1 ha  | P. Nativo<br>22,2 ha     | 3.457,00                           | 1.337<br>4.941,00<br>5.151,00 |
| 5.151,00                      | Capim<br>0,3 ha   | A.M.F.<br>(B. Denso)<br>2,7 ha     | A.M.F.<br>(B. Denso)<br>1,7 ha      | A.M.F.<br>(Adubado)<br>2,1 ha  | P. Nativo<br>22,2 ha           |                          | 3.629,00                           | 1.471<br>5.151,00             |

CONVENÇÕES: Alg. Sorgo — significa algodão consorciado com sorgo.  
 A.M.F. — significa algodão consorciado com milho e feijão.  
 B. Denso — significa bosque denso.  
 P. Nativo — significa pasto nativo.

TABELA 3

QUADRO III: PLANOS DE PRODUÇÃO QUE MINIMIZAM RISCO PARA  
NÍVEIS DADOS DE RENDA LÍQUIDA ESPERADA EM UMA FAZENDA  
TÍPICA MÉDIA (125 ha) DA REGIÃO  
SERIDÓ DO RIO GRANDE DO NORTE

| Renda Líquida Esperada (Cr\$) | PLANO DE PRODUÇÃO SEGUNDO O NÍVEL DE RENDA LÍQUIDA ESPERADA |  |  |   |                   | Compra de Capital (Cr\$) | Compra de Força Animal | Compra de Mão-de-Obra  | Desvio Médio Absoluto da Renda (A) | Faixa de Variação da Renda |
|-------------------------------|---|--|--|---|-------------------|--------------------------|------------------------|--|------------------------------------|----------------------------|
|                               | Terra "A"   | Terra "B"<br>a   | Terra "B"<br>b   | Terra "C"                                     | Terra "D"         |                          |                        |  |                                    |                            |
| 5.000,00 *                    |   |  |  | P. Nativo 52,3 ha                             | P. Nativo 20,2 ha |                          |                        |  | 696                                | 1.394,00<br>5.706,00       |
| 6.000,00                      | Capim 0,2 ha  |  |  | P. Nativo 62,5 ha                             | P. Nativo 20,2 ha |                          |                        |  | 854                                | 5.706,00<br>6.828,00       |
| 10.000,00                     | Capim 0,8 ha  | Alg. Sorgo (B. Denso) 5,3 ha                             |  | P. Nativo 62,5 ha                             | P. Nativo 20,2 ha |                          |                        |  | 1.769                              | 6.828,00<br>11.079,00      |
| 11.188,00                     | Capim 0,8 ha  | Alg. Sorgo (B. Denso) 7,3 ha                             |  | P. Nativo 62,5 ha                             | P. Nativo 20,2 ha | 118,00                   |                        |  | 2.051                              | 11.079,00<br>11.539,00     |
| 11.591,00                     | Capim 0,8 ha  | Alg. Sorgo (B. Denso) 7,9 ha                             | Alg. Sorgo (B. Denso) 0,1 ha                               | P. Nativo 62,5 ha                             | P. Nativo 20,2 ha | 589,00                   |                        |  | 2.160                              | 11.539,00<br>12.839,00     |
| 12.902,00                     | Capim 0,8 ha  | Alg. Sorgo (B. Denso) 7,9 ha                             | Alg. Sorgo (B. Denso) 3,4 ha                               | P. Nativo 62,5 ha                             | P. Nativo 20,2 ha | 2.983,00                 |                        | MO4 5 d/h  | 2.620                              | 12.839,00<br>22.603,00     |
| 21.881,00                     | Capim 0,8 ha  | Alg. Sorgo (B. Denso) 7,8 ha<br>A.M.F. (B. Denso) 0,1 ha | Alg. Sorgo (B. Denso) 28,1 ha                              | P. Nativo 62,5 ha                             | P. Nativo 20,2 ha | 31.188,00                |                        | MO4 708 d/h  | 6.125                              | 22.803,00<br>23.449,00     |
| 25.530,00 **                  | Capim 0,8 ha  | Alg. Sorgo (B. Denso) 5,1 ha<br>A.M.F. (B. Denso) 2,8 ha | Alg. Sorgo (B. Denso) 31,2 ha                              | P. Nativo 56,8 ha<br>A.M.F. (Adubado) 5,7 ha  | P. Nativo 20,2 ha | 28.199,00                |                        | MO1 412 d/h<br>MO3 63 d/h<br>MO4 1.264 d/h                   | 7.509                              | 24.323,00<br>26.801,00     |
| 28.595,00                     | Capim 0,8 ha  | Alg. Sorgo (B. Denso) 7,9 ha                             | Alg. Sorgo (B. Denso) 23,3 ha<br>A.M.F. (B. Denso) 7,9 ha  | P. Nativo 43,3 ha<br>A.M.F. (Adubado) 19,2 ha | P. Nativo 20,2 ha | 41.052,00                | FA3 22 d/a             | MO1 571 d/h<br>MO3 219 d/h<br>MO4 1.451 d/h                  | 9.687                              | 26.801,00<br>30.157,00     |
| 30.225,00                     | Capim 0,8 ha  | A.M.F. (B. Denso) 7,9 ha                                 | Alg. Sorgo (B. Denso) 28,4 ha<br>A.M.F. (B. Denso) 2,8 ha  | P. Nativo 36,1 ha<br>A.M.F. (Adubado) 26,4 ha | P. Nativo 20,2 ha | 47.754,00                | FA3 40 d/a             | MO1 665 d/h<br>MO2 6 d/h<br>MO3 302 d/h<br>MO4 1.687 d/h     | 10.839                             | 30.157,00<br>38.416,00     |
| 38.490,00                     | Capim 0,8 ha  | A.M.F. (B. Denso) 7,9 ha                                 | Alg. Sorgo (B. Denso) 13,7 ha<br>A.M.F. (B. Denso) 17,5 ha | A.M.F. (Adubado) 62,5 ha                      | P. Nativo 20,2 ha | 82.100,00                | FA3 134 d/a            | MO1 1.082 d/h<br>MO2 150 d/h<br>MO3 721 d/h<br>MO4 2.429 d/h | 16.706                             | 38.416,00<br>39.541,00     |

\* Falta determinar o risco (A) para o primeiro intervalo, de renda esperada inferior a Cr\$ 1.394,00.

\*\* Falta determinar o risco (A) para o intervalo de renda esperada situado entre Cr\$ 23.449,00 e Cr\$ 24.323,00.

CONVENÇÕES: Alg. Sorgo

- significa algodão consorciado com sorgo.

A.M.F.

- significa algodão consorciado com milho e fegão.

P. Nativo

- significa pasto nativo.

B. Denso

- significa bosque denso.

MO1, MO2, MO3, MO4

- significa mão-de-obra respectivamente nos períodos 1, 2, 3 e 4.

FA3

- significa força animal no período 3.

tipos de terra, verifica-se a completa substituição da tecnologia usual. Nas terras melhores para o algodão (Ba e Bp), o consórcio do algodão mocó, em bosque denso com o sorgo ou com o milho e feijão, foi utilizado até os níveis mais altos de renda e risco. Os fertilizantes só foram usados nas terras mais pobres (tipo C) com o consórcio do algodão com milho e feijão. Na terra "A" prevaleceu o cultivo intensivo do capim para corte. Note-se que esta terra tem alto valor devido à sua umidade, e que a ela cabe o primeiro uso dos recursos. Entretanto, devido a sua pequena dimensão, não os absorve em grande quantidade. No futuro, novas tecnologias devem ser estudadas para aproveitar melhor esta área.

Nas condições de menor risco, tanto os pequenos quanto os médios agricultores não exploram nenhuma cultura. As posições mais interessantes, entretanto, são as de renda-risco intermediárias. Nas terras melhores para o algodão (Ba e Bp), predomina o consórcio do algodão (em bosque denso) com sorgo<sup>6/</sup>. Em níveis de risco ligeiramente mais altos, o consórcio típico da área (algodão com milho e feijão) aparece com adubação nas terras mais pobres (terras C). Em níveis de risco ainda mais altos, o consórcio do milho e feijão prevalece com o "bosque denso", substituindo o sorgo nas terras "Ba" e "Bp", enquanto o consórcio do algodão com milho e feijão, com adubação, continua nas terras C.

Com relação ao uso de fatores, houve excesso de mão-de-obra familiar na fazenda pequena, enquanto a média comprou grande quantidade desse fator em todos os períodos considerados, necessitando ainda comprar força animal. Esta relação excesso-deficit na disponibilidade de mão-de-obra entre fazendas de diferentes tamanhos, mostra a existência de uma relação complementar natural entre elas.

---

(6) No modelo de programação linear desenvolvido por Patrick (15), que maximizou renda para fazendas típicas de três municípios do Nordeste do Brasil, as atividades relativas ao sorgo não foram incluídas nas respectivas soluções ótimas. Ele explica isto pelo fato de os modelos não refletirem explicitamente o risco associado à agricultura da região, de modo que, sendo o preço do milho superior ao do sorgo, aquele cereal predominou nas soluções que maximizaram renda. Esses resultados mostram consistência com os resultados aqui obtidos, nos quais o risco foi incluído explicitamente. Neles o sorgo aparece nos níveis intermediários de renda-risco, sendo substituído pelo milho e feijão nos níveis de renda-risco mais altos, correspondentes às soluções de maximização de renda de Patrick.

As grandes compras de crédito e, no caso dos médios agricultores, também de mão-de-obra, são fontes de risco importantes. Uma falha na liquidação de um empréstimo devido a problemas climáticos, poderá resultar na perda da fazenda, caso ela esteja hipotecada. Também o insucesso na contratação da mão-de-obra necessária à colheita (MO4), época em que este fator é mais requerido, poderá causar sua perda parcial ou um declínio dos lucros, no caso de o agricultor optar pelo pagamento de um preço mais alto por este fator<sup>7/</sup>. Estes dois aspectos do risco possivelmente ajudam a explicar por que os agricultores cultivam uma área menor e utilizam crédito e mão-de-obra em menor quantidade do que a prevista, no modelo para os níveis mais altos de renda-risco.

## CRÉDITO RURAL E RENDA

O crédito rural é freqüentemente mencionado como um instrumento de política econômica destinado a ajudar os agricultores. Abstraindo-se os problemas de execução e supondo-se que um grupo de agricultores estaria inclinado a aceitar o risco necessário para obter o mais alto nível de renda, através do uso de algum tipo de seguro de colheita ou de outro dispositivo, qual seria o efeito de algumas mudanças na política de crédito sobre os seus planos de exploração agrícola e respectivos níveis de renda?

Para obter alguma resposta, foram simuladas três políticas de crédito para os pequenos e médios produtores. Primeiramente, considerou-se uma política de crédito não-institucional, com uma taxa de juros anual fixada em 40%. Esta política retrataria a situação enfrentada pela maioria dos agricultores pequenos e alguns médios, que não teriam acesso ao crédito institucionalizado. Em segundo lugar, os agricultores disporiam de crédito institucional a uma taxa de juros de 10% ao ano, até o limite de 60% do valor esperado da produção, a preços mínimos<sup>8/</sup>. Este

---

(7) Ao que parece, não existe mão-de-obra itinerante no Rio Grande do Norte para a colheita do algodão. Por isto, nos anos de boas safras, os médios e grandes produtores que necessitarem comprar mão-de-obra, terão que oferecer bons salários aos pequenos produtores, tirando-os da colheita de seu próprio algodão. Por esta razão, nos anos de boas chuvas, os salários sobem e os produtores reclamam a falta de mão-de-obra.

(8) Ao se fazerem os cálculos destes valores esperados, pressupõe-se a normalidade do clima. O otimismo dessa pressuposição é compensado pelo uso dos preços mínimos, já que os preços de mercado são geralmente mais elevados.

654

R. econ. Nord., Fortaleza, v.7, n.4, p.643-680, out./dez. 1976

TABELA 4

QUADRO IV: POLÍTICAS SIMULADAS DE CRÉDITO E SEUS DEFEITOS SOBRE O PLANO DE EXPLORAÇÃO  
E SOBRE A RENDA DE UMA FAZENDA TÍPICA PEQUENA DO SERIDÓ, AO NÍVEL MAIOR DE RENDA – RISCO

| Simulações de                          | Renda Líquida da Fazenda | Crédito para Consumo Familiar | VOLUME DE CRÉDITO USADO |                          | PLANOS DE EXPLORAÇÃO DA FAZENDA |                          |                          |   |                   | Requerimento de mão-de-obra Familiar (d/h) |
|--|--------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|---|-------------------|--|
|  |                          |                               | (1)<br>Institucional    | (2)<br>Não Institucional | Terra "A"                       | Terras "Ba"              | Terra "Bp"               | Terra "C"                                 | Terra "D"         |  |
| Sem Crédito Institucional              | 4.226,00                 | 1.489,00                      | —                       | 1.699,00                 | Capim de Corte 0,3 ha           | A.M.F. (B. Denso) 2,7 ha | A.M.F. (B. Denso) 1,7 ha | P. Nativo 2,1 hs                          | P. Nativo 22,2 ha | 222 d/h                                    |
| Com Crédito Institucional Limitado (3) | 5.016,00                 | 2.464,00                      | 3.000,00                | —                        | Capim de Corte 0,3 ha           | A.M.F. (B. Denso) 2,7 ha | A.M.F. (B. Denso) 1,7 ha | P. Nativo 0,7 ha A.M.F. (Aduulado) 1,4 ha | P. Nativo 22,2 ha | 287 d/h                                    |
| Com Crédito Institucional Sem Limite   | 5.151,00                 | 2.944,00                      | 3.629,00                | —                        | Capim de Corte 0,3 ha           | A.M.F. (B. Denso) 2,7 ha | A.M.F. (B. Denso) 1,7 ha | A.M.F. (Aduulado) 2,1 ha                  | P. Nativo 22,2 ha | 319 d/h                                    |

(1) Crédito Institucional: Juros de 10% ao ano.

(2) Crédito Não Institucional: Juros de 40% ao ano.

(3) Como Limite foi usado 60% do valor da produção esperada com base nos preços mínimos. Neste caso atinge Cr\$ 3.000,00.

## CONVENÇÕES:

- A.M.F. — significa algodão consorciado com milho e feijão. Entre parênteses consta a tecnologia empregada.  
 B. Denso. — significa Bosque Denso.  
 P. Nativo. — significa Pasto Nativo.

TABELA 5

QUADRO V: POLÍTICAS SIMULADAS DE CRÉDITO E SEUS EFEITOS SOBRE O PLANO DE EXPLORAÇÃO  
E SOBRE A RENDA DE UMA FAZENDA TÍPICA MÉDIA DO SERIDÓ, AO NÍVEL MAIOR DE RENDA – RISCO

| Simulações de Crédito                | Renda Líquida da Fazenda | Crédito para Consumo Familiar | VOLUME DE CRÉDITO USADO |                          | PLANOS DE EXPLORAÇÃO DA FAZENDA |                         |                          |                          |                   |                     | Requerimento de Mão-de-obra |            |
|--------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|---------------------|-----------------------------|------------|
|                                      |                          |                               | (1)<br>Institucional    | (2)<br>Não Institucional | Terra "A"                       | Terra "Ba"              | Terra "Bp"               | Terra "C"                | Terra "D"         |                     | Familiar                    | Contratada |
| Sem Crédito Institucional            | 19.465,00                | 8.928,00                      | –                       | 25.726,00                | Capim de Corte 0,8 ha           | A.M.F. (B.Denso) 7,9 ha | A.M.F. (B.Denso) 31,2 ha | P. Nativo 62,5 ha        | P. Nativo 20,2 ha | P. Nativo 947 d/h   | P. Nativo 982 d/h           |            |
| Com Crédito Institucional Limitado   |                          |                               |                         |                          | Capim de Corte 0,8 ha           | A.M.F. (B.Denso) 7,9 ha | A.M.F. (B.Denso) 31,2 ha | A.M.F. (Adubado) 21,0 ha | P. Nativo 41,5 ha | P. Nativo 20,2 ha   | P. Nativo 1.034 d/h         | 1.863 d/h  |
| (3)                                  | 31.329,00                | 10.233,00                     | 45.000,00               | –                        | Capim de Corte 0,8 ha           | A.M.F. (B.Denso) 7,9 ha | A.M.F. (B.Denso) 31,2 ha | A.M.F. (Adubado) 62,5 ha | P. Nativo 20,2 ha | P. Nativo 1.050 d/h | P. Nativo 3.766 d/h         |            |
| Com Crédito Institucional Sem Limite | 39.541,00                | 10.473,00                     | 83.171,00               | –                        | Capim de Corte 0,8 ha           | A.M.F. (B.Denso) 7,9 ha | A.M.F. (B.Denso) 31,2 ha | A.M.F. (Adubado) 62,5 ha | P. Nativo 20,2 ha | P. Nativo 1.050 d/h | P. Nativo 3.766 d/h         |            |

(1) Crédito Institucional: 10% ao ano.

(2) Crédito não Institucional: 40% ao ano.

(3) Como Limite foi usado 60% do valor da produção esperada com base nos preços mínimos. Neste caso atinge Cr\$ 45.000,00.

## CONVENÇÕES:

- A.M.F. — Significa algodão consorciado com milho e feijão. Entre parênteses consta a tecnologia empregada.  
 B. Denso — Significa Bosque Denso.  
 P. Nativo — Significa Past Nativo.

segundo caso está de acordo com a legislação atual de crédito rural <sup>9/</sup>, com a pressuposição de que todos os produtores poderiam ser atendidos. O terceiro caso exigiria uma modificação na atual legislação de crédito rural, que permitisse ao produtor receber tanto crédito, a uma taxa de juros de 10% ao ano, quanto sua exploração necessitasse.

Observando as tabelas 4 e 5, pode-se verificar a importância do crédito sobre a área cultivada e a renda das fazendas típicas em estudo. Permitindo-se o uso do crédito institucional sem limites, chegou-se a planos de produção correspondentes às soluções de mais alto nível de renda-risco apresentadas nas tabelas 2 e 3. Essas soluções prevêem o uso de toda terra disponível para o cultivo, inclusive a terra "C" que é mais pobre, onde se planta o consórcio algodão, milho e feijão com adubação química.

O ajustamento dos planos de produção às modificações na política de crédito baseia-se no aproveitamento das terras "C". A imposição de um limite às disponibilidades de crédito institucional, ou a simples eliminação deste tipo de crédito, acarreta o abandono do cultivo da terra "C", que passa a produzir apenas pastagem natural. Entretanto, as terras "A", "Ba" e "Bp" permanecem totalmente exploradas, mesmo quando só está disponível o crédito não-institucional, a juros anuais de 40%. Essas mudanças nos planos parecem indicar que a disponibilidade de crédito a taxas mais baixas encoraja os agricultores a escolher atividades mais arriscadas.

A renda líquida da fazenda também é aumentada, quando se usa maior volume de crédito. Entretanto se observa que esse aumento na renda é decrescente, a ponto de se obter uma renda inferior ao volume de crédito requerido para o cultivo de toda área disponível, como ocorre com a fazenda média (tabela 5) <sup>10/</sup>.

---

(9) Considerou-se apenas o crédito para custeio. Apesar disto, o crédito para desbravamento de áreas novas (terrás "Bp" e "C") é geralmente considerado investimento.

(10) De acordo com a formulação do modelo, foi permitido o uso do crédito para financiar o consumo familiar, sob a pressuposição de que este consumo seria igual ao custo de oportunidade da mão-de-obra familiar, neste caso, o preço médio para a mão-de-obra contratada. Na verdade, este crédito poderia ser agregado à renda líquida da fazenda, já que se destina ao consumo da família. Mesmo assim, a renda resultante dessa agregação ainda seria inferior ao volume de crédito requerido, aos níveis mais altos de seu uso, no caso da fazenda média (tabela 5), quando se passa a cultivar a terra "C".

Os resultados obtidos para a fazenda pequena se diferenciam muito dos encontrados para a fazenda média. Na pequena, o crédito parece ser mais eficiente, propiciando a obtenção de uma renda bem mais elevada que o volume de crédito requerido, mesmo com o cultivo de toda área disponível. Esta diferença talvez seja provocada pela abundância de mão-de-obra familiar encontrada na fazenda pequena, em contraste com a necessidade de comprar mão-de-obra na fazenda média 11/.

## CONCLUSÕES

O modelo permite tirar conclusões interessantes sobre as tecnologias potenciais. A primeira delas é que a tecnologia 6 (algodão em bosque denso consorciado com sorgo) merece maior consideração pelo seu potencial a longo prazo.

É verdade que este resultado pode estar influenciado pela pressuposição de que os rendimentos do sorgo não seriam afetados pelas variações do clima, exceto no caso de uma seca, como a de 1970 (Ver tabela 6 e Apêndice IV). Por esta razão, deve ser visto com reservas. Por outro lado, ele ressalta a necessidade de se produzir dados experimentais e de campo sobre os rendimentos do sorgo consorciado com algodão mocó, sem adubação, durante uma série de anos, de modo a retratar o comportamento dessa cultura sob as condições de grandes variações pluviométricas existentes no Seridó e outras regiões semi-áridas do Nordeste.

Em segundo lugar, o uso de adubos somente entrou no plano a altos níveis de risco e em terras pobres. Como implicação disso, a pesquisa e a extensão provavelmente terão que levar em consideração outros métodos para aumentar os rendimentos das culturas nas regiões semi-áridas, além da adubação, dada a sensibilidade de suas respostas às variações pluviométricas.

É possível que os pequenos agricultores ou aqueles mais isolados dos mercados, necessitem assumir riscos altos para alcançarem o nível de subsistência. O cultivo do feijão no Seridó, por exemplo, é bastante arriscado. O excesso ou falta de chuva pode reduzir substancialmente a colheita. Por outro lado, o algodão mocó apresenta rendimentos relativamente estáveis de um ano para outro, mesmo com substancial variação pluviométrica. Entretanto, não se vêem pequenos agricultores

---

(11) Convém observar que os planos de produção obtidos com essas simulações estão maximizando renda, já que alcançam os níveis elevados de risco. Em outro trabalho que estão desenvolvendo atualmente, os autores testam a sensitividade dos planos de produção e da renda líquida das fazendas, às variações no custo do crédito, para níveis intermediários de risco.

cultivando apenas algodão, já que o sorgo é uma cultura nova para a região. Uma possível explicação para isto é que a primeira prioridade deles é obter os requisitos de milho e feijão para subsistência. Essas culturas, segundo os resultados do modelo, são as mais arriscadas. Os requisitos de subsistência não foram introduzidos neste modelo, razão por que nem o milho nem o feijão apareceram na maioria das soluções de fronteira. Mesmo assim, essas soluções do modelo poderão ser consideradas ótimas a longo prazo, já que a curto prazo os agricultores provavelmente precisam produzir o milho e o feijão para subsistência. Com o aumento da renda dos agricultores e o melhoramento das condições de transporte ligando o Seridó a outras regiões, resultantes do crescimento econômico, poder-se-ia esperar um declínio na importância das exigências de subsistência, e os agricultores iriam paulatinamente reduzindo o cultivo do milho e do feijão, exceto nas áreas irrigáveis mais aptas para estas culturas. As terras semi-áridas poderiam então se especializar na produção de algodão mocó, sorgo e nas atividades de criação.

A renda e a área cultivada mostraram-se bastante sensíveis às condições de crédito simuladas. Quando altas, as taxas de juros contribuem para a redução do cultivo, que se restringe às terras mais férteis. Quando baixas, o cultivo tende a se estender a toda área disponível, mesmo às mais pobres, com o uso intensivo do crédito, a ponto de torná-lo ineficiente, como aconteceu com a fazenda média. Esse comportamento parece indicar que a disponibilidade de crédito a taxa de juros mais favoráveis encoraja os agricultores a aceitar maior risco, aumentando a área cultivada e a renda.

Na opinião dos autores, os resultados sugerem a adoção de uma política de seguros contra os riscos climáticos. A anulação dos efeitos negativos do clima estimularia a mudança tecnológica levando ao aumento da renda. Essa política poderia ser financiada com uma elevação da taxa de juros.

Finalmente, o modelo parece funcionar bem ao fazer a análise das novas tecnologias e das políticas simuladas de crédito. Ele pode ser adaptado para testar uma ampla faixa de outras alternativas de política econômica, onde se incluem preços mínimos, seguro agrícola, subsídio a insumos produtivos e outras tecnologias potenciais.

## BIBLIOGRAFIA

- BOUSSARD, J. e PETIT, M., "Representation of Farmer's Behavior under Uncertainty with a Focus-Loss Constraint", *Journal of Farm Economics*, 49(4):869-880, novembro 1967.
- CEPA – Rio Grande do Norte, *Estudos Básicos para a Formulação de Programa de Desenvolvimento Agropecuário no Estado do Rio Grande do Norte*, Vol. II, Natal: 1974.
- CHEN, J. T., "A Linear Alternative to Quadratic and Semivariance Programming for Farm Planning under Uncertainty: Comment", *American Journal of Agricultural Economics*, 53:664-665, novembro 1971.
- DILLON, John L., *Avaliação de Tecnologias Agrícolas Alternativas sob Risco*, Departamento de Economia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-Ceará, março de 1975, 26 páginas.
- HARGREAVES, G. M., *Monthly Precipitation for Northeast Brazil*, Utah State University Contract. AID/csd 2167, Department of Agricultural and Irrigation Engineering, setembro 1973, p. 218.
- HARGREAVES, G.M., *Precipitation Dependability and Potencial for Agricultural Production in the Northeast of Brazil*, EMBRAPA-Utah State University, Logan, Utah, setembro 1974.
- HAZELL, P. B. R., "A Linear Alternative to Quadratic and Semi-Variance Programming for Farm Planning under Uncertainty", *American Journal of Agricultural Economics*, 53(1):53-62, 1971.
- HEYER, J., "A Linear Programming Analysis of Constraints on Peasant Farms in Kenya", *Food Research Institute Studies in Agricultural Economics, Trade and Development*, 10(1):55-69, 1971.
- JOHNSON, A. W., "Security and Risk-Taking Among Poor Peasants: A Brazilian Case", *Studies in Economic Anthropology*, AS7:143-150, 1970.
- JOHNSON, S. R., "A Re-examination of the Farm Diversification Problem", *Journal of farm Economics*, 49:610-621, agosto 1967.
- KENNEDY, J. O. S. and E. M. FRANCISCO, "On the Formulation of Risk Constraints for Linear Programming", *Journal of Agricultural Economics*, Vol. XXV, no. 2, 1974.

- LOW, A. R. C. "Decision Taking under Uncertainty: A Linear Programming Model of Peasant Farmer Behavior", **Journal of Agricultural Economics**, 45(3):311-323, setembro 1974.
- MARKOWITZ, H. M., **Portfolio Selection, Efficient Diversification of Investments**, New York, John Wiley and Sons, Inc., 1959.
- NOBRE, J. M. E. e J. W. A. KASPRZYKOWSKY, "Mercado Potencial de Sorgo no Nordeste", **Revista Econômica do Nordeste**, 6(1):77-95, 1975.
- PATRICK, George F., "Efeitos de Programas Alternativos do Governo sobre a Agricultura do Nordeste", **Pesquisa e Planejamento Econômico**, 4(1):49-82, fevereiro 1974.
- ROUMASSET, J., "Estimating the Risk of Alternative Techniques: Nitrogenous Fertilization of Rice in the Philippines", **Review of Marketing and Agricultural Economics**, 42(4):257-294, December, 1974.
- SCHLUTER, M. G. G., "The Interaction of Credit and Uncertainty in Determining Resource Allocation and Incomes on Small Farms, Surat District, India", Occasional Paper no. 68, Employment and Income Distribution Project, Department of Agricultural Economics, Cornell University, Ithaca, New York, fevereiro 1974, 76 páginas.
- SCHLUTER, M. G. G. e T. D. MOUNT, "Management Objectives of the Peasant Farmer: An Analysis of Risk Aversion in the Choice of Cropping Patterns, Surat District, India", a ser publicado no **American Journal of Agricultural Economics**.
- STOVALL, J. G., "Income Variation and Selection of Enterprises", **Journal of Farm Economics**, 48:1575-1579, dezembro 1966.
- THOMSON, K. J. e P. B. R. HAZELL, "Reliability of Using the Mean Absolute Deviation to Derive Efficient E-V Farm Plans", **American Journal of Agricultural Economics**, 54(3):53-62, 1972.
- TOSCANO NETO, J.M., "A Produtividade dos Bosques Densos de Algodoeiro Mocó, com Áreas Livres Consorciadas", Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Nordeste - Estação Experimental do Seridó, Cruzeta-RN, 1971, 10 páginas, mimeografado.
- ———— "Áreas Piloto de Algodoeiro Mocó em Bosques Densos de 4 fileiras 1m x 0,25m e Área Livre de 3 metros em Fazendas Particulares". Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Nordeste - Estação Experimental do Seridó, Cruzeta-RN, 1971, 12 páginas, mimeografado.