

**SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE NOVA TECNOLOGIA  
PARA OS PEQUENOS AGRICULTORES DO  
SERTÃO CENTRAL DO CEARÁ (\*)**

*Dalmo Marcelo de Albuquerque Lima e  
John Houston Sanders Jr. (\*\*)*

**Resumo:** Constituem objetivos principais do presente trabalho, adaptar a teoria da inovação induzida (HAYAMI e RUITAN), para separar tipos potenciais de mudança tecnológica a nível regional, e investigar a rentabilidade e o efeito do uso de fatores de uma nova tecnologia. Em sua análise do desenvolvimento da agricultura americana e japonesa, HAYAMI e RUITAN frisam a importância dos preços dos fatores para indicar aos pesquisadores o ritmo ótimo de desenvolvimento agrícola. Sua análise empírica apóia a hipótese de que a mudança tecnológica em ambos os países evoluiu para aumentar a produtividade do fator com a oferta mais inelástica. Neste trabalho, os autores examinam que novo tipo de tecnologia poderia ser introduzido na zona do Sertão Central do Ceará, com vistas a aumentar a rentabilidade dos fatores terra e mão-de-obra, sobretudo no que se refere aos pequenos proprietários. Avaliam a seguir, a rentabilidade e conseqüências do uso da mão-de-obra com a introdução do cultivador a tração animal em Canindé.

---

(\*) Versões anteriores deste trabalho foram apresentadas em conferências em Piracicaba, Porto Alegre, e Columbus, Ohio. Os autores são gratos pelas críticas e sugestões a J. L. DILLON, J. PASTORE, M. KATZMAN, S. REUTLINGER, R. VALENTINI, J. SAYLOR, G. PATRICK, D. YOUNG, P. SISNANDO LEITE, G. E. SCHUH, T. BARBOSA e O. VIANA. Qualquer erro que ainda exista é de responsabilidade dos autores. A tradução da versão do artigo foi feita pelo Sr. GILBERTO FALCÃO, da SUDENE.

(\*\*) Os autores são, respectivamente, Professor Assistente da Universidade Federal da Paraíba e Professor Visitante da Universidade Federal do Ceará. Os autores agradecem à EMBRAPA e ao IPE, pelo financiamento da coleta dos dados, e ao Ministério da Agricultura e Banco do Nordeste do Brasil S/A. pelo apoio financeiro. Também expressam sua apreciação pela ajuda de MARIA DO SOCORRO MEDEIROS DE BRITO e MARGARIDA DE MORAIS QUEIROZ na coleta dos dados, cálculos e redação.

## 1 – OBJETIVOS

Este trabalho tem dois principais objetivos. Primeiro, a teoria da inovação induzida (HAYAMI e RUTTAN) foi adaptada para separar tipos potenciais de mudança tecnológica a nível regional. Segundo, a rentabilidade e efeito do uso de fatores de uma nova tecnologia foram investigados. O enfoque foi na nova tecnologia para os pequenos agricultores.

## 2 – SELEÇÃO DE NOVA TECNOLOGIA

Em sua análise do desenvolvimento da agricultura americana e japonesa, HAYAMI e RUTTAN frisaram a importância dos preços dos fatores para indicar aos pesquisadores o ritmo ótimo do desenvolvimento agrícola. Sua análise empírica apoiou a hipótese de que a mudança tecnológica em ambos os países evoluiu para aumentar a produtividade do fator com a oferta mais inelástica. No caso do Japão, a oferta de terra foi mais inelástica do que a da mão-de-obra e, assim, a tecnologia “bioquímica” (novas sementes e fertilizantes) foi introduzida para aumentar a produtividade da terra. Inversamente, a oferta da mão-de-obra nos Estados Unidos foi mais inelástica do que a da terra, daí a mecanização ter sido introduzida, aumentando a produtividade da mão-de-obra.

Uma inelasticidade relativa da oferta de fatores pode ser indicada pelas mudanças dos preços relativos dos fatores durante o tempo. No Brasil e no Ceará, os preços da terra e da mão-de-obra têm crescido a taxas aproximadamente iguais, em anos recentes <sup>(1)</sup> e assim não há indicação clara de que tanto uma quanto outra sejam mais um sério estrangulamento ao aumento do produto. É necessário uma análise ao nível regional para determinar o fator mais limitante.

A principal característica do Sertão Central é uma distribuição irregular das chuvas. Para que um alto retorno seja obtido da tecnologia “bioquímica”, geralmente é necessário que se desenvolvam novas variedades que respondam ao fertilizante. Por sua vez, essa resposta depende do controle ou disponibilidade d’água nos estágios críticos do desenvolvimento da planta <sup>(2)</sup>. Sem controle da água, o poten-

---

(1) Índices dos preços da terra e da mão-de-obra em 1966/70, com os preços de 1966 à Base de 100.

(2) Há várias qualificações quanto a isso. O uso do fertilizante sem novas variedades de plantas tem ocorrido em algumas regiões. Certas plantas, como o sorgo e o milho, dependem menos da disponibilidade d’água em épocas críticas em virtude de sua resistência à seca.

cial genético para se obter o aumento de produção com fertilizantes é muito baixo. Além disso, os preços do fertilizante no Brasil duplicaram nos primeiros anos desta década (GONÇALVES). Dois estudos empíricos feitos sobre o uso ótimo do fertilizante no milho e no feijão no Sertão Central, e no algodão herbáceo no agreste de Alagoas, indicaram que em muitos casos o uso ótimo do fertilizante foi muito baixo, senão zero, nas condições de irregularidade das chuvas (CARVALHO et alii; ALBUQUERQUE e SANDERS). Com baixo potencial genético, falta de controle da água, e altos preços dos fertilizantes, o desenvolvimento de variedades sensíveis ao fertilizante nas condições semi-áridas parece uma atividade de alto custo, com poucas possibilidades de sucesso <sup>(3)</sup>.

| I N S U M O        | BRASIL | CEARÁ |
|--------------------|--------|-------|
| <b>TERRA</b>       |        |       |
| Terra de Lavoura   | 193    | 189   |
| Terra de Pastos    | 187    | 236   |
| <b>MÃO-DE-OBRA</b> |        |       |
| Permanente         | 230    | 196   |
| Temporária         | 238    | 226   |
| Capataz            | 245    | 214   |
| Administrador      | 231    | 207   |

FONTE: Fundação Getúlio Vargas, Preços Médios de Arrendamentos, Vendas de Terras, Salários, Serviços, Anos de 1966 a 1970.

Pode a mão-de-obra ser mais inelástica do que a terra nas áreas semi-áridas <sup>(4)</sup>. Há um grande número de pequenos proprietários e parceiros no Sertão, obtendo um retorno implícito muito baixo. Este preço relativamente baixo da mão-de-obra na zona rural do Ceará reflete sua baixa produtividade, dada a irregularidade das chuvas, solos pobres e falta de insumos complementares, especialmente a tração animal.

O município de Canindé e grande parte da zona rural do Ceará são áreas de agricultura marginal, conforme indicado pelo baixíssimo rendimento das culturas básicas (Ver QUADRO A-1). Contudo, apesar dos salários muito baixos, sejam eles

(3) Ver P. A. DUARTE, para uma análise da adubação de feijão. Informação sobre algodão, foi fornecida por JOSÉ ALENCAR NUNES MOREIRA, melhorista da Universidade Federal do Ceará, ligado à pesquisa do algodoeiro por mais de uma década. Contudo, parece que há novas variedades de feijão e algodão disponíveis, que aumentarão a produção sem fertilizante.

(4) Vários estudos feitos na zona rural do Ceará têm indicado que a mão-de-obra parece ser mais inelástica na oferta do que a terra. Ver A. W. JOHNSON. Também ver W. H. NICHOLLS e R. M. PAIVA.

implícitos ou pagos, a escassez sazonal de mão-de-obra pode restringir a expansão da área cultivada.

Se houvesse terra disponível, então, a introdução de maquinaria poderia aumentar a produtividade da mão-de-obra, através do aumento da área cultivada por trabalhador<sup>(5)</sup>. O QUADRO 1 indica que a intensidade do uso da terra entre os pequenos agricultores de Canindé está inversamente relacionada com a área total. Os agricultores com acesso a menos de 10 ha utilizaram quase 60% da terra disponível, enquanto aqueles com 70 a 80 ha de terra utilizaram menos de 20% dessa área de lavoura. Estes níveis de intensidade decresceram tão rapidamente, que parecem indicar o potencial para a expansão da área cultivada pelos pequenos proprietários por meio de mecanização<sup>(6)</sup>. Na próxima seção será avaliada a rentabilidade e conseqüências do uso de mão-de-obra com a introdução do cultivador a tração animal, em Canindé.

### 3 – ANÁLISE ECONÔMICA DO CULTIVADOR A TRAÇÃO ANIMAL

De outubro a novembro de 1973 e em julho de 1974, foram feitas entrevistas com os mesmos pequenos agricultores e parceiros na zona de Canindé. Dos 130 agricultores entrevistados, 36 deles utilizavam força animal<sup>(7)</sup>. Todo esse grupo utilizava tração animal no cultivo.

O cultivo era feito para a produção combinada de algodão mocó, feijão e milho. A combinação comum de culturas para o algodão a partir do 2o. ano era com pasto ou capim nativo. Alguns agricultores continuavam com a primeira combi-

(5) A mecanização também pode resultar em efeito sobre o rendimento e numa economia de custos de mão-de-obra. Estas possibilidades serão consideradas mais adiante.

(6) A análise completa precisa também considerar o efeito sobre o rendimento de um menor período de pousio e a possibilidade do aumento da erosão e dos seus custos. Até agora estes efeitos não foram medidos. Sem dúvida há um pequeno efeito sobre o rendimento provocado pelo aumento do período de descanso da terra entre as classes dos pequenos agricultores.

(7) Nas comparações feitas a seguir, aqueles agricultores com idade a partir de 65 anos foram excluídos da análise. Houve também 5 observações do uso da força animal em outras operações. Os que utilizavam força animal para outras operações não foram separados. Não houve diferença significativa entre os pequenos agricultores e parceiros quanto ao cultivo com tração animal. Ver EMBRAPA et alii.

QUADRO 1 – Intensidade de Uso da Terra entre os Pequenos Agricultores do Canindé (1973).

| Indicadores                                                                               | Terra Disponível (ha) |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                                                           | Até 10                | 10-20 | 20-30 | 30-40 | 40-50 | 50-60 | 60-70 | 70-80 |
| Área média cultivada com lavouras                                                         | 3,79                  | 5,68  | 8,46  | 8,84  | 9,38  | 12,15 | 10,25 | 11,10 |
| Nível de uso da terra $\frac{A_c}{A_t}$                                                   | 0,53                  | 0,38  | 0,33  | 0,26  | 0,21  | 0,22  | 0,16  | 0,15  |
| Intensidade de uso da terra da lavoura $\frac{A_c}{A_t - A_{NA}}$                         | 0,59                  | 0,49  | 0,36  | 0,27  | 0,24  | 0,24  | 0,17  | 0,18  |
| Proporção da área potencialmente disponível para a agricultura $\frac{A_t - A_{NA}}{A_t}$ | 0,90                  | 0,79  | 0,90  | 0,96  | 0,86  | 0,92  | 0,91  | 0,82  |
| Número de Observações                                                                     | 10                    | 16    | 9     | 7     | 8     | 4     | 7     | 5     |

$A_t$  é o total da terra disponível.

$A_c$  é o total da área cultivada com lavouras.

$A_{NA}$  é a terra imprópria para a produção agrícola.

FONTE: Dados das entrevistas feitas em Canindé, entre outubro e novembro de 1973.

nação com o algodão de 2o. ou 3o. ano e alguns deles também utilizavam o cultivador a tração animal. Aqueles que não usam o cultivador animal no consórcio, geralmente o fazem com a enxada. (Ver QUADRO A-2 no Apêndice).

Dois efeitos sobre a produtividade da mão-de-obra com o emprego do cultivador a tração animal foram encontrados<sup>(8)</sup>. Primeiro, um aumento significativo na área cultivada por trabalhador foi observado entre os agricultores que utilizam

QUADRO 2 – Rendimento Médio das Principais Culturas do Consórcio,  
Com e Sem Uso do Cultivador a Tração Animal<sup>(a)</sup>.

| Atividades                              | Algodão | Milho<br>(Média em Kg por ha) | Feijão |
|-----------------------------------------|---------|-------------------------------|--------|
| Com tração animal                       | 134     | 249                           | 166    |
| Sem tração animal                       | 99      | 230                           | 142    |
| Teste de "t" da diferença<br>das médias | 2,2(*)  | 0,41                          | 0,96   |

(a) Houve 29 observações utilizando força animal e 75 não a utilizando. Foram excluídas aqui observações com chefes de família com mais de 65 anos de idade.

(\*) Significativa ao nível de 95 por cento.

FONTE: DALMO MARCELO DE ALBUQUERQUE LIMA, p. 27.

(8) a produtividade de mão-de-obra é definida como valor médio da produção por trabalhador e pode ser dicotomizada na expansão da área e no rendimento de acordo com a seguinte identidade:

$$\frac{Y}{L} = \frac{A}{L} \cdot \frac{Y}{A}$$

Onde:

$\frac{Y}{L}$  é o valor da produção por trabalhador;

$\frac{A}{L}$  é a área cultivada por trabalhador;

e  $\frac{Y}{A}$  é o valor da produção por hectare ou o rendimento.

cultivadores a tração animal. Normalizando a área cultivada por trabalhador em relação à área cultivada por homem/ano, aqueles que utilizam a força animal cultivaram 7,1 ha, enquanto aqueles que contaram somente com o trabalho braçal cultivaram somente 4,1 ha<sup>(9)</sup>.

QUADRO 3 – Produtividade Média da Mão-de-Obra para os que

Utilizavam ou não a Tração Animal (a).

| Atividades        | $\frac{Y}{L}$<br>(Cr\$/Homens/dias) | Erro<br>Padrão | Teste da<br>Diferença das<br>Médias |
|-------------------|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|
| Com tração animal | 19,7                                | (14,2)         | 3,8 (*)                             |
| Sem tração animal | 9,3                                 | ( 6,3)         |                                     |

(a) – A produtividade da mão-de-obra foi medida como valor em cruzeiros de toda a produção da cultura, dividido pelo número total de homens/dias de trabalho com o ajuste dos pesos para a mão-de-obra das mulheres e crianças.

(\*) Significativa ao nível de 99 por cento.

FONTE: DALMO MARCELO DE ALBUQUERQUE LIMA, p. 27.

Segundo, o emprego de tração animal aparentemente aumentou o rendimento de algodão, milho e feijão; entretanto, somente o aumento do rendimento de algodão foi significativo estatisticamente.

Os efeitos combinados do aumento da área por trabalhador e do aumento de rendimento levaram a uma produtividade significativamente maior da mão-de-obra para os que utilizavam a tração animal, conforme indicado no QUADRO 3.

Qual foi o efeito do uso do cultivador a tração animal sobre os custos de produção e emprego de mão-de-obra? Surpreendentemente, o efeito do cultivador por tração animal sobre os custos da mão-de-obra por hectare foi mínimo, devido aos grandes requisitos de trabalho manual para acompanhar o cultivo animal com a

(9) Foi necessário normalizar este cálculo porque as observações utilizando o cultivador animal também aumentaram o uso de mão-de-obra. Foi feita a pressuposição de 195 homens/dias por ano disponível na propriedade sem utilizar a mão-de-obra contratada. Às mulheres e crianças foram dados pesos de 0,75 e 0,50, respectivamente.

limpa de ervas daninhas entre as plantas (retoque) (QUADRO 4). O investimento crítico inicial que reduziu o custo do cultivo foi o destocamento. Contudo, como mostra o QUADRO 2, houve efeito sobre o rendimento com o uso do cultivador. Para o cálculo dos custos de produção por unidade, o rendimento do consórcio foi convertido em unidades de algodão<sup>(10)</sup>. O aumento no rendimento conseguido

QUADRO 4 – Custos de Produção do Cultivo por Hectare Com e Sem o Uso do Cultivador com Tração Animal (Canindé, Ceará, 1973).

| Atividades                                                       | Homens/<br>Dias por<br>Hectare<br>por Cultivo | Custos da<br>mão-de-<br>obra <sup>(b)</sup> | Custos do<br>Cultivador<br>Animal | Custos To-<br>tais do<br>Cultivo |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
|                                                                  |                                               | (Cr\$/ha)                                   |                                   |                                  |
| Cultivador animal, com<br>limpeza manual entre as<br>plantas (a) | 10,7                                          | 64,20                                       | 13,26                             | 77,46                            |
| Cultivo somente com a<br>mão-de-obra na terra<br>destocada.      | 12,8                                          | 76,80                                       | —                                 | 76,80                            |
| Cultivo somente com a<br>mão-de-obra na terra<br>contendo tocos. | 17,3                                          | 103,80                                      | —                                 | 103,80                           |

(a) O cultivo somente com a força animal exigiu 2,2 dias por hectare. Os outros 8,5 homens/dias foram necessários para a limpeza manual (retoque).

(b) Os custos de mão-de-obra em 1973 foram de Cr\$ 6,00 por hectare, inclusive o custo de alimentação dos trabalhadores.

NOTA: Estes dados tiveram como base o primeiro e segundo questionários aplicados em Canindé, em 1973 e 1974, com 130 observações. A amostra foi dividida entre 66 pequenos proprietários e 64 parceiros. Os dados em questão são valores médios.

FONTE: DALMO MARCELO DE ALBUQUERQUE LIMA, p. 30.

(10) O preço do algodão pode ser utilizado como denominador para converter o consórcio em unidades de algodão:

$$Y_A + \frac{P_M}{P_A} Y_M + \frac{P_F}{P_A} Y_F = Y_T$$

onde  $Y_T$  é a produção total de unidades de algodão, ponderada pelos preços relativos,  $P_A$ ,  $P_M$  e  $P_F$  preços de algodão, milho e feijão, respectivamente.  $Y_A$ ,  $Y_M$  e  $Y_F$  são as produções de algodão, milho e feijão, respectivamente.



com o emprego do cultivador a tração animal resultou numa ligeira redução no custo por unidade, em comparação com o cultivo sem a utilização da tração animal na terra destocada (QUADRO 5).

QUADRO 5 — Custos de Produção de Cada Cultivo por Unidade de Algodão <sup>(a)</sup>,  
Com e Sem o Uso de um Cultivador a Tração Animal  
(Canindé, 1973)

| Atividades                                       | Produção de Unidades de Algodão por Hectare | Custos por Unidade de Algodão (Cr\$) |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------|
| Cultivador com tração animal e limpa manual      | 331,6                                       | 0,232                                |
| Somente trabalho braçal com a retirada dos tocos | 301,8                                       | 0,255                                |
| Somente trabalho braçal sem a retirada dos tocos | 235,2                                       | 0,441                                |

(a) Ver nota do rodapé 10 para explicação deste cálculo.

FONTE: DALMO MARCELO DE ALBUQUERQUE LIMA, p. 32

Considerando-se os três investimentos conjuntos, o destocamento, a compra de animal e cultivador animal, a taxa de retorno foi calculada pela seguinte fórmula:

$$I_0 = \sum_{i=1}^5 \frac{\{(N_{1i} - N_{2i}) A_{2i} + \lambda_i (A_{1i} - A_{2i}) N_{1i} - C_1\}}{(1 + R)^T}$$

$$\lambda_1 = 0,2$$

$$\lambda_i = \lambda_{i-1} + 0,2$$

onde  $I_0$  é o investimento inicial e  $(N_1 - N_2)$  é a diferença na renda líquida por hectare por cultura resultante dos dois tipos de cultivo com e sem o cultivador (11). O primeiro componente  $(N_1 - N_2) A_2$  mediu os efeitos de aumento de rendimento e da redução no custo da introdução do destocamento e do cultivador numa dada área ( $A_2$ ) já cultivada sem o uso de tração animal. O segundo termo  $\lambda_1 (A_1 - A_2) N_1$  mediu o efeito na renda líquida do aumento da área cultivada associada à nova tecnologia (12). O termo custo ( $C_1$ ) indicou os custos de investimento para limpar a terra adicional cultivada. No QUADRO 6 estão apresentados os vários componentes da fórmula acima.

A diferença de área entre as duas tecnologias (1) e (2) do QUADRO 6 foi substancial, 7,5 hectares. Admitiu-se que esta foi uma diferença de equilíbrio e que o comprador de um cultivador a tração animal somente aumentaria sua área cultivada em 20% dessa diferença a cada ano. O " $\lambda_1$ " proporciona este ajuste.

Finalmente, foi necessário fazer a estimativa da renda sob várias hipóteses climáticas. O limite superior para a taxa de retorno foi o de que prevaleceriam as mesmas condições climáticas de 1973. Para condições normais foram utilizados os rendimentos médios de 1973 e 1974. A produção foi anormalmente baixa em 1974 devido ao excesso de chuvas. Para as condições adversas, foram utilizadas as produções dos últimos seis anos. Desde que a distribuição irregular das chuvas em três desses anos teve efeito adverso sobre a produção, todo o período foi considerado como representativo das condições adversas do tempo. 1970 foi um ano clássico de seca. 1972 foi apenas irregular na distribuição, mas a produção foi substancialmente afetada. As variações nas rendas líquida e bruta por condições climáticas estão apresentadas no QUADRO 6.

(11) Note-se que foi levantada a hipótese de que toda a diferença de renda foi atribuível aos investimentos acima. Não foram encontradas diferenças no uso de outros insumos. Para maiores discussões sobre este problema ver DALMO MARCELO DE ALBUQUERQUE LIMA.

O custo de investimento na limpeza antes do plantio não foi considerado porque foi feito para as três atividades diferentes. Para o aumento da área cultivada associado com o cultivador animal este custo foi incluído ( $C_1$ ).

(12) Novamente admitiu-se que a tecnologia é responsável pelo aumento da área. Note-se que as diferenças no uso da mão-de-obra são levantadas nos cálculos de custo, necessários à estimativa da renda líquida.

QUADRO 6 – Área Média Cultivada, Renda Líquida e Bruta no Destocamento e Utilização do Cultivador a Tração Animal para os Diferentes Estados da Natureza.

| Atividades                                   | Área Cultivada (ha) | Renda Bruta                                                    | Custos <sup>(a)</sup> | Renda Líquida                                                  |
|----------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------|
|                                              |                     | (Cr \$ / ha)                                                   |                       |                                                                |
| (1) Cultivo com tração animal                | 12,1                | 737 <sup>(b)</sup><br>634 <sup>(c)</sup><br>546 <sup>(d)</sup> | 413                   | 324 <sup>(b)</sup><br>221 <sup>(c)</sup><br>133 <sup>(d)</sup> |
| (2) Somente trabalho braçal sem destocamento | 4,6                 | 523 <sup>(b)</sup><br>496 <sup>(c)</sup><br>404 <sup>(d)</sup> | 378                   | 145 <sup>(b)</sup><br>118 <sup>(c)</sup><br>26 <sup>(d)</sup>  |

(a) Os custos incluíram todas as despesas correntes mais o valor da mão-de-obra da família, usando-se o salário diário na região para a imputação deste custo. Os custos do investimento com a compra de animal, do cultivador mecânico e operação de destocamento não foram incluídos, visto que estes investimentos foram considerados no investimento original ( $I_0$ ).

(b) Condições de tempo boas. Foi utilizada a produção média de 1973.

(c) Condições normais de tempo. Foram empregadas as produções médias de 1973 e 1974.

(d) Condições adversas de tempo. Foi empregada a produção média de todo o período 1969/74. Ver discussão no texto e DALMO MARCELO DE ALBUQUERQUE LIMA.

FONTE: DALMO MARCELO DE ALBUQUERQUE LIMA, p. 38 e outros dados não publicados dos levantamentos em Canindé.

A taxa de retorno foi muito sensível com as hipóteses sobre as condições climáticas (Ver QUADRO 7). Nas condições normais a taxa foi 35%. A modificação das hipóteses sobre os custos da mão-de-obra, ao admitir que a mão-de-obra da família foi utilizada para algumas das operações e paga a preços abaixo do mercado, aumentou a taxa de retorno devido ao maior montante de mão-de-obra utilizado pelos agricultores que usavam cultivadores com tração animal.

QUADRO 7 — Taxas de Retorno ao Investimento com a Destocagem, com o Animal e o Cultivador, em Diferentes Condições de Chuva.

| Condições de Chuva | Taxa de Retorno |
|--------------------|-----------------|
| Boas               | 74%             |
| Normais            | 35%             |
| Adversas           | 13%             |

FONTE: DALMO MARCELO DE ALBUQUERQUE LIMA, p. 43.

Qual o efeito de todas essas mudanças na demanda de mão-de-obra? O QUADRO 4 indica que o uso do cultivador com tração animal reduziu o emprego de mão-de-obra em aproximadamente 16% por hectare nas operações de cultivo. Contudo, os efeitos do emprego da força animal sobre o rendimento e área cultivada foram positivos quanto ao aumento da demanda de mão-de-obra pela unidade agrícola. O QUADRO 8 indica que a média de uso da mão-de-obra assalariada foi quase cinco vezes maior nas propriedades que utilizam tração do que naquelas que não a utilizam.

O emprego total de mão-de-obra também aumentou substancialmente nas propriedades que utilizam o cultivador com tração animal. Parece que a mão-de-obra no período de limpa é uma restrição ao aumento da produção. Com as chuvas

QUADRO 8 — Emprego da Mão-de-Obra Assalariada e Total por Propriedade, Com e Sem o Uso da Tração Animal.

| Atividades        | Mão-de-Obra Assalariada <sup>(a)</sup> | Mão-de-Obra Total |
|-------------------|----------------------------------------|-------------------|
|                   | (Homens/dias por ano)                  |                   |
| Com Tração Animal | 152                                    | 433               |
| Sem Tração Animal | 36                                     | 298               |

(a) Essas médias são apenas para as propriedades que utilizam mão-de-obra assalariada.

FONTE: Dados não publicados de dois levantamentos efetuados em Canindé, 1973 e 1974.

intensas, as ervas daninhas crescem rapidamente e se não forem erradicadas podem fazer decrescer substancialmente a produção <sup>(13)</sup>. O uso de tração animal permite o

(13) TREILN mostrou que a produção média de algodão mocó do segundo ao quinto ano variou da seguinte forma, com as práticas culturais em condições experimentais. Lembra-se que todos os agricultores utilizam (2), (3) ou (4) então a comparação com a testemunha (1) não tem sentido.

| Método de Controle                             | Produção Média | Renda Líquida dos Quatro Anos |
|------------------------------------------------|----------------|-------------------------------|
|                                                | (Kg/ha)        | (Cr\$/ha)                     |
| (1) Sem corte de ervas daninhas-testemunhas    | 69             | 77                            |
| (2) Corte de ervas daninhas com a foice (roço) | 229            | 320                           |
| (3) Somente com a enxada                       | 522            | 869                           |
| (4) Cultivador animal suplementado pela enxada | 522            | 1.029                         |

FONTE: Os dados da produção foram tirados de A TREILN, em "A concorrência das ervas daninhas no cultivo do algodão mocó". Pesquisa Agropecuária no Nordeste, 3 (1) (SUDENE: Recife; Janeiro/Junho de 1971), p. 49 e 50. Os cálculos da renda líquida foram baseados em dados do mesmo experimento numa edição de Pesquisa Agropecuária no Nordeste e citados por J. B. GURGEL, A. R. BARBOSA, J. GOMES e T. GURGEL, em Subsídios Técnicos para a Exploração do Mocó (ANCAR/RN-NATAL, 1972, p. 24).

cultivo de uma área maior e faz aumentar o rendimento de algodão. Isso aumenta substancialmente a demanda de mão-de-obra durante a colheita, o principal uso da mão-de-obra assalariada na amostra. Contudo, durante a colheita, mão-de-obra não parece ser restrição de importância <sup>(14)</sup>, porque a colheita dura um período longo (cerca de três meses). A premência de tempo por uma colheita rápida a fim de reduzir os riscos do tempo não parece ser relevante. Quando termina a estação chuvosa, entre maio e junho, há pouca possibilidade de que mais algumas chuvas destruam os capulhos de algodão no período seco que se segue.

O preparo da terra associado ao plantio demanda muita mão-de-obra; entretanto, o algodão mocó é perene e apenas 20 por cento da área de cultivo precisa de ser replantada a cada ano <sup>(15)</sup>. Parece que os momentos críticos de emprego de mão-de-obra no Sertão Central são aqueles necessários para os dois ou três cultivos normais. Em anos úmidos como o de 1974, quatro ou cinco cultivos podem ser necessários. Superando esta restrição ao aumento do rendimento e área cultivada, mais mão-de-obra pode ser contratada para colher o algodão.

#### 4 – CONCLUSÕES

A abordagem de inovação induzida parece ser útil para a criação de diretrizes no sentido da introdução de novas tecnologias em determinadas regiões. A elasticidade da oferta de terra e mão-de-obra pode ser avaliada utilizando os dados de preços destes fatores em séries temporais. Após considerar a elasticidade da oferta de terra e de mão-de-obra, o próximo passo é a avaliação da probabilidade do desenvolvimento bem sucedido de substitutos para um ou ambos insumos. A combinação desses dois elementos facilita uma identificação de algumas das tecnologias relevantes para uma área em particular.

---

(14) Seria difícil colher o algodão mecanicamente devido à irregularidade de sua altura, irregularidade de tempo de maturidade e terreno amorreado de grande parte da terra plantada. Mesmo a mecanização da colheita do algodão herbáceo exige um desfolhante químico e o desenvolvimento de uma variedade que assegurasse uma altura igual e maturidade uniforme na época da colheita.

(15) O algodoeiro mocó tem um tempo de vida economicamente útil de, aproximadamente, cinco anos. A época do plantio e o preparo do solo são fatores importantes que se espera venham a influenciar na produção de milho e feijão. A tração animal pode ser empregada para o preparo da terra. Esta operação é feita no Rio Grande do Norte com força animal, porém somente três agricultores da amostra aravam o solo dessa forma. A maioria dos agricultores de Canindé utiliza somente métodos manuais no plantio, segundo os resultados da amostra.

Na segunda parte do trabalho foram estudados os efeitos e retornos ao uso de uma dada inovação. Em condições normais de clima, o cultivador por tração animal teve uma taxa de retorno interno de 35%. Esta taxa de retorno foi sensível às variações de clima. Superando a restrição sazonal de disponibilidade insuficiente de mão-de-obra, a mecanização possibilitou um aumento de área e de rendimento. Pequenos aumentos no rendimento de algodão também estiveram associados ao uso de um cultivador nas condições de campo de Canindé. Os resultados experimentais não mostraram estas diferenças de rendimento <sup>(16)</sup>.

A hipótese dos autores sobre esta diferença entre os dados de campo e os experimentais é de que a mão-de-obra da família se torna em restrição no controle de ervas daninhas, sem o uso do cultivador. Os agricultores tentam minimizar as despesas em dinheiro, incluindo mão-de-obra assalariada antes da colheita; daí a produção decrescer sem o cultivador, quando há insuficiência de mão-de-obra na família para que seja feita uma limpeza adequada. Estas diferenças entre os resultados experimentais e os de tempo indicam a importância da análise econômica das condições que realmente enfrentam os agricultores no campo.

Finalmente, essa inovação parece ser um caso óbvio do potencial para a difusão de práticas melhoradas, utilizadas entre os melhores agricultores. Há uma substancial variação no uso do cultivador no restante do Nordeste semi-árido. No Sertão do Seridó do Rio Grande do Norte, 70 por cento dos agricultores utilizam cultivadores. No levantamento no Sertão de Pernambuco, somente 5 por cento dos agricultores utilizam o cultivador animal <sup>(17)</sup>. O retorno do investimento público para apressar a difusão dessa prática pode ser substancial <sup>(18)</sup>. Dada a concentração dos agricultores pobres com famílias numerosas no Nordeste semi-árido, é de se

(16) Ver os dados citados na nota do rodapé (13). Em outros experimentos com diferentes sistemas de cultivo do milho e feijão no agreste de Pernambuco, o uso do cultivador com tração animal, utilizando o espaçamento maior, reduziu a produção em 14%. Estes resultados indicaram que, considerando somente rendimentos e não considerando o aumento da área cultivada, o melhor controle de ervas daninhas é o tradicional cultivo manual. Estes resultados são consistentes com os citados, porque o principal efeito do cultivador a tração animal em Canindé foi o de possibilitar a expansão da área. Na região agreste, onde a proporção homem/terra é muito maior do que no sertão, talvez não seja possível aumentar muito a área cultivada. Para maiores detalhes sobre estes resultados experimentais, ver o trabalho Universidade Estadual do Oregon/EMBRAPA/USAID.

(17) Ver BARBOSA (2, 3) para os dados sobre Rio Grande do Norte. Os dados sobre Pernambuco foram fornecidos por P. F. PEREIRA de seu trabalho em andamento.

(18) Um argumento contra a introdução do cultivador com tração animal é a deterioração do solo pela erosão, devido ao trabalho de retirada das ervas daninhas. Quando a limpeza é feita a mão, nos anos do ciclo vegetativo em que o algodão é combinado ao milho e ao feijão, o principal efeito da introdução do cultivador com tração animal está na oportunidade com

esperar que esta mudança tecnológica traga melhores condições de bem-estar através da expansão da área cultivada e do aumento da demanda de mão-de-obra na área <sup>(19)</sup>.

**Abstract:** The main goals of this work include the adaptation of the theory of "induced innovation" (Hayami and Ruttan) in order to distinguish the potential types of technological change at a regional level and the determination of the effects and profitability which derive from the use of the components of a new technology. In their analysis of the agricultural development of America and Japan, Hayami and Ruttan point out the importance of the price structure of the factors of production in indicating to researchers the optimum path of agricultural development. Their empirical data supported the hypothesis that technological change in both countries increased the productivity of the factor with the most inelastic demand. In this work, the authors examine which newtypes of technology could be introduced into the Central "Sertão" Zone of Ceará with the objective of increasing the profitability of the factors land and labor, especially with reference of the use of labor given the introduction of animal-powered cultivator in the "município" (county) of Canindé.

---

que é feita, com algum melhoramento na eficiência da limpa. Daí o aumento de erosão ser mínimo. Os autores não estão recomendando o uso do cultivador depois do primeiro ano de algodão mocó, em que se permite que o capim cresça entre as fileiras de algodão. Se assim fosse, então, a erosão aumentaria substancialmente e teriam de ser utilizadas técnicas apropriadas de conservação do solo, a fim de que fossem reduzidos seus efeitos deletérios. Ver M. A. CARNEIRO para argumentos contra a introdução do cultivador, devido ao problema da erosão. CARNEIRO deixa de reconhecer a distinção acima e não apresenta dados em apoio às suas conclusões enfáticas sobre os perigos da introdução do cultivador.

- (19) Os efeitos agregados dos preços do algodão são admitidos como sendo desprezíveis, visto o Brasil ser pequeno exportador no mercado mundial.



## 5 – BIBLIOGRAFIA

- ALBUQUERQUE, J. J. L e J. H. SANDERS – “Rendimento do Algodão Herbáceo em Função da Fertilidade Natural e Artificial dos Solos em Alagoas”, **Revista Econômica do Nordeste**, vol. 6, no. 2 (Abril/Junho 1975), 181-197.
- BARBOSA, A. R. – “Eficiência no Uso de Fatores de Produção e Tecnologia Nova em Diferentes Tamanhos de Empresas Agropecuárias-Região do Seridó, Estado do Rio Grande do Norte”, Tese de MS, Departamento de Economia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, setembro de 1975.
- , R. C. de ALMEIDA CARVALHO e J. H. SANDERS – “Eficiência no Uso de Fatores de Produção e Tecnologia Nova em Vários Tamanhos da Fazenda. Região do Seridó, Estado do Rio Grande do Norte”, Série Pesquisa no. 1, Departamento de Economia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, novembro de 1975.
- BRASIL, **Anuário Estatístico do**, 1974 – Fundação IBGE: Rio de Janeiro, 1975.
- CARNEIRO, M. A. – “Tecnologia Agrícola no Canindé – Condicionamentos Básicos e Sugestões Iniciais”, mimeo apresentado ao FIPE e EMBRAPA, setembro de 1974, 80 páginas.
- CARVALHO, R. C., P. A. DUARTE, P. F. PEREIRA e A. C. F. THOMAZ – “Determinação das Quantidades Ótimas de Fertilizantes no Cultivo do Milho e Feijão em Municípios do Estado do Ceará”, Série Pesquisa no. 7, Departamento de Economia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, maio de 1976.
- DUARTE, P. A. – “Análise Econômica da Cultura Pura e Consorciada do Feijoeiro sob Condições de Risco”, Tese de MS, Departamento de Economia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, setembro de 1975.
- EMBRAPA et alii – “Diagnóstico do Ceará”, em **Alternativas de Desenvolvimento para Grupos de Baixa Renda na Agricultura Brasileira**, Vol. II, (Instituto de Pesquisas Econômicas, São Paulo, setembro de 1974).
- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – **Preços Médios de Arrendamentos, Vendas de Terras, Salários, Serviços, Anos de 1966 a 1970**, (Instituto Brasileiro de Economia, Centro de Estudos Agrícolas; Rio de Janeiro, 1973).

- GONÇALVES, J. DRUMONT — “Análise dos Mercados Internacional e Brasileiro de Fertilizantes”, Trabalho apresentado na Reunião da SOBER de 1974, mimeo, junho de 1974, 10 páginas.
- GURGEL, J. B., A. R. BARBOSA, J. GOMES e T. GURGEL — “Subsídios Técnicos para Exploração do Mocó”. (ANCAR-RN/NATAL, 1972).
- HAYAMI, Y. e V. W. RUTTAN — **Agricultural Development: An International Perspective** (Johns Hopkins Press: Baltimore, Maryland, 1971).
- JOHNSON, A. W. — **Sharecroppers of the Sertão: Economics and Dependence on a Brazilian Plantation**, (Stanford University Press, Stanford, California: 1971).
- LIMA, D. M. de ALBUQUERQUE — “Viabilidade Econômica de Cultivo a Tração Animal em Algodão Mocó pelos Agricultores de Baixa Renda — Município de Canindé-Ceará, 1973/74”. Tese de MS, Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, maio de 1975.
- NICHOLLS, W. H. e R. M. PAIVA — **Ninety-Nine Fazendas: The Structure and Productivity of Brazilian Agriculture** (Vanderbilt University: Knoxville, Tennessee, 1963).
- TREILN, A. — “Concorrência das Ervas Daninhas no Cultivo do Algodão Mocó”. **Pesquisa Agropecuária do Nordeste**, 3 (1) (SUDENE: Recife -Pernambuco, Janeiro/Junho de 1971).
- UNIVERSIDADE ESTADUAL DE OREGON/EMBRAPA/USAID — “Custos Comparativos de Diferentes Métodos de Controle de Ervas Daninhas para o Pequeno Agricultor em Pernambuco, Brasil”. Trabalho apresentado no VII Seminário da Sociedad Colombiana de Control de Malezas e Fisiologia Vegetal. Janeiro de 1975, Bogotá, Colombia, 12 páginas.

## APÊNDICE – Dados Suplementares

QUADRO A-1 – Rendimentos para as culturas básicas na amostra de Canindé, Ceará e Brasil (Em Kg/ha).

| Culturas | Canindé | Ceará | Brasil  |
|----------|---------|-------|---------|
| Algodão  | 109     | 238   | 234 (a) |
| Feijão   | 149     | 360   | 584     |
| Milho    | 235     | 601   | 1.436   |

(a) Este rendimento médio inclui somente algodão arbóreo, o qual é quase exclusivamente cultivado nas áreas semi-áridas. A resistência à seca e a qualidade da fibra compensam a baixa produção. O rendimento médio de algodão herbáceo no Brasil (safra de 1973) foi de 841 Kg/ha.

FONTE: Os dados de Canindé foram tirados do levantamento feito em novembro; dezembro de 1973. As médias do Ceará e do Brasil foram tiradas do Anuário Estatístico do Brasil – 1974, pp. 188, 192, 194.

QUADRO A-2 – Práticas Culturais com o algodão por ano.

| Tipos de Cultivo                        | 1º |    | 2º |    | 3º |    | 4º |    | 5º |    |
|-----------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                                         | Nº | %  | Nº | %  | Nº | %  | Nº | %  | Nº | %  |
| Somente Enxada                          | 66 | 65 | 35 | 35 | 13 | 13 | 10 | 10 | 9  | 9  |
| Cultivador e Enxada                     | 34 | 34 | 20 | 20 | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  |
| Somente o Cultivador<br>a Tração Animal | 1  | 1  | 1  | 1  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| Roço                                    | —  | —  | 34 | 34 | 81 | 80 | 86 | 85 | 87 | 87 |
| Enxada e Roço                           | —  | —  | 7  | 7  | 4  | 4  | 3  | 3  | 3  | 3  |
| Cultivador e Roço                       | —  | —  | 2  | 2  | —  | —  | —  | —  | —  | —  |
| Cultivador, Enxada<br>e Roço            | —  | —  | 2  | 2  | 1  | 1  | —  | —  | —  | —  |

FONTE: Dalmo Marcelo de Albuquerque Lima, p. 26.

QUADRO A-3 — Área Cultivada<sup>(a)</sup> e Tipo de Força Utilizada Com e Sem Destocamento.

| Área Cultivada<br>(ha)              | Cultivador Animal<br>(b) |            | Cultivo Manual |            |             |            |
|-------------------------------------|--------------------------|------------|----------------|------------|-------------|------------|
|                                     |                          |            | Destocada      |            | Sem Destoca |            |
|                                     | N.º                      | %          | N.º            | %          | N.º         | %          |
| Menos de 7                          | 7                        | 24         | 33             | 80         | 29          | 85         |
| 7 — 12                              | 13                       | 45         | 6              | 15         | 4           | 12         |
| 12 — 25                             | 8                        | 28         | 2              | 5          | 1           | 3          |
| Mais de 25                          | 1                        | 3          | —              | —          | —           | —          |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>29</b>                | <b>100</b> | <b>41</b>      | <b>100</b> | <b>34</b>   | <b>100</b> |
| Área Média Cultivada <sup>(c)</sup> | 12.1                     |            | 5.2            |            | 4.6         |            |

(a) Somente Culturas.

(b) É necessário destocar antes de utilizar o cultivador animal.

(c) A área média cultivada para toda a amostra foi de 6,9 hectares.

FONTE: Dalmo Marcelo de Albuquerque Lima, p. 24.

QUADRO A-4 — Diferenças entre as propriedades com e sem cultivador animal com algumas de suas principais características.

| Categoria                                             | Propriedades com<br>cultivador animal | Propriedades sem<br>cultivador animal | Teste de "t"<br>da Diferença |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| Renda Bruta                                           | 7,083<br>(4,416)                      | 2,446<br>(1,666)                      | 5,5 (**)                     |
| Área Cultivada <sup>(a)</sup>                         | 12,0<br>(8,2)                         | 5,4<br>(3,6)                          | 4,5 (**)                     |
| Renda Bruta/Mão-de-<br>-Obra Utilizada <sup>(b)</sup> | 19,7<br>(14,2)                        | 9,3<br>(6,3)                          | 3,8 (**)                     |
| Área Cultivada/Mão-<br>-de-Obra Utilizada             | 0,037<br>(0,031)                      | 0,020<br>(0,015)                      | 2,6 (*)                      |

(\*) — Significativo ao nível de 95%.

(\*\*) — Significativo ao nível de 99%.

(a) Somente culturas.

(b) Produtividade da mão-de-obra.

(Os números entre parênteses representam o erro padrão).

FONTE: Dalmo Marcelo de Albuquerque Lima, p. 27.