

EFICIÊNCIA NO USO DE FATORES DE PRODUÇÃO E TECNOLOGIA NOVA EM VÁRIOS TAMANHOS DE FAZENDA. REGIÃO DO SERIDÓ, ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE(*)

Antônio Rodrigues Barbosa
Roberto Cláudio de A. Carvalho
John Houston Sanders Jr.(**)

1. O PROBLEMA

A Região do Seridó, no Estado do Rio Grande do Norte, caracteriza-se, como outras regiões nordestinas, por uma agropecuária de métodos tradicionais, de baixa produtividade no uso de recursos. As precipitações pluviométricas são irregulares, de tal modo que os riscos e incertezas associados ao processo produtivo são relativamente altos (afora os riscos climáticos, há os riscos econômicos, associados à grande instabilidade dos preços dos produtos agrícolas).

Os aumentos observados na produção, através do tempo, têm sido causados pela expansão das áreas cultivadas e não por um aumento da produtividade ou do rendimento(2). Uma questão que deve ser estudada é a diferença na eficiência de utilização dos fatores entre fazendas, tendo em vista fornecer informações para o planejamento adequado da exploração agropecuária.

A estrutura fundiária da região mostra um quadro comum em todo o cenário rural brasileiro: a presença do binômio minifúndio-latifúndio (quadro 1). Pode-se observar que as propriedades com menos de 20 hectares correspondem a 54% dos estabelecimentos e dispõem de 6% da área total. Por outro lado, as empresas com mais de 100 hectares correspondem a 14% dos estabelecimentos e detêm 74% da área das propriedades. As diferenças muito acentuadas no tamanho das empresas fazem com que haja variações igualmente grandes na administração e alocação dos recursos. Essas diferenças têm origem nas disponibilidades desses

(*) Os autores agradecem ao Banco do Nordeste do Brasil S/a e SUPLAN — Ministério da Agricultura, pelo apoio financeiro a esta pesquisa, e aos técnicos da Comissão Estadual de Planejamento Agrícola (CEPA/RN), pelas sugestões apresentadas.

(**) Respectivamente: Técnico da Comissão Estadual de Planejamento Agrícola do Rio Grande do Norte, Professor Assistente e Professor Visitante do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará.

recursos. As grandes empresas têm maior investimento em capital e utilizam, essencialmente, mão-de-obra contratada nas atividades da fazenda. As pequenas e médias empresas tendem a usar o fator terra de modo mais intensivo, dispõem de menor capital e o serviço é feito, basicamente, por mão-de-obra familiar. É óbvio que o valor da produção é superior para as empresas de maior tamanho. Entretanto, não se conhece o comportamento da eficiência técnica à medida que a fazenda cresce.

Uma inovação técnica que tem sido introduzida com razoável aceitação é a mecanização, com o uso do cultivador à tração animal^{1/3}. Acredita-se que o uso desse fator proporciona uma diminuição nos custos com mão-de-obra e um aumento na sua produtividade, ou seja, um incremento na área cultivada por trabalhador. A tração animal^{1/} tem sido preferida à motomecanização, em razão de, nesta última, ser necessário um investimento inicial muito grande em tratores, o que seria por demais oneroso, e mesmo impossível, para pequenas e médias empresas. Dessa forma, seria interessante verificar se o uso do cultivador a tração animal tem contribuído, significativamente, para o aumento da produtividade da mão-de-obra e da área cultivada por unidade de mão-de-obra, como também de averiguar a influência da mecanização à tração animal sobre o nível de uso e a produtividade do fator terra^{2/}.

QUADRO 1 — Relação dos estabelecimentos da Região do Seridó, Rio Grande do Norte, segundo os estratos — 1972

Estratos (ha)	Número de Estabelecimentos				Área dos Estabelecimentos (ha)			
	Absoluto	Relativo (%)		Absoluto	Relativo (%)			
		Simples	Acumulado		Simples	Acumulado		
0,0 a 20,0	6.278	54,07	54,07	50.543,5	6,13	6,13		
20,1 a 50,0	2.358	20,31	74,38	76.411,5	9,26	15,35		
50,1 a 100,0	1.297	11,17	85,55	91.275,4	11,07	26,43		
100,1 a 1.000,0	1.576	13,58	99,13	411.113,6	49,86	76,29		
1.000,1 a mais	101	0,87	100,00	195.443,5	23,68	100,00		

Fonte: INCRA — Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Os objetivos gerais do trabalho são a análise da eficiência técnica, no uso dos fatores de produção, em empresas agropecuárias de diferentes tamanhos, da

1/ A tração animal não é usada só nas operações de cultivo, sendo também utilizada em outras atividades, como no transporte de produtos.

2 Para uma descrição detalhada da Região do Seridó, Rio Grande do Norte, ver Apêndice A.

Região do Seridó, Estado do Rio Grande do Norte, e o estudo dos efeitos econômicos de uma opção tecnológica — o cultivador à tração animal.

2.2. Objetivos Específicos

- (a) Verificar se há diferenças, quanto a eficiência no uso dos fatores, entre os diferentes tamanhos de propriedade.
- (b) Identificar a existência ou não de economias e/ou deseconomias de escala na produção agrícola, para vários tamanhos de fazenda.
- (c) Avaliar alguns efeitos da introdução do cultivador à tração animal.

2.3. O Modelo

A fim de atingir os objetivos do estudo, será utilizada a teoria da firma, com ênfase no conceito de função de produção e nos princípios analíticos básicos dela derivados. Uma função de produção, em sua forma geral, pode ser assim apresentada:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

onde:

Y = quantidade do produto,
 X_1, \dots, X_n = quantidade dos n fatores de produção utilizados.

Assim, a função de produção mostra o nível de produto que resultaria de toda possível combinação dos fatores. A natureza da função de produção e os instrumentos básicos de análise econômica dela derivados acham-se amplamente discutidos em diferentes livros, teses e artigos, como em KEHRBERG (11), HEADY e DILLON (9) e GASTAL (7).

Para mensurar as relações entre a produção e os níveis de fatores, será utilizada uma função Cobb-Douglas, cuja forma geral é:

$$Y = A \prod_{i=1}^n X_i^{b_i}$$

onde:

Y = nível de produção,
 X_i = níveis dos fatores de produção.

Uma importante vantagem da função Cobb-Douglas é a maneira simples como se pode determinar o tipo de resposta, em relação à escala de produção que se

verifica no conjunto do processo produtivo (variações nos níveis de todos os fatores). Como a função é homogênea de grau K, onde K é a soma dos expoentes

$(K = \sum_{i=1}^n b_i)$, verificar-se-ão retornos crescentes, decrescentes ou cons-

tantes à escala de produção, se se tiver, respectivamente:

$$\sum_{i=1}^n b_i > 1; \quad \sum_{i=1}^n b_i < 1 \quad \text{ou} \quad \sum_{i=1}^n b_i = 1$$

O método de ajustamento será o dos mínimos quadrados. Serão estimadas funções para cada um dos estratos de tamanho de propriedade e para o agregado das fazendas. Diferenças entre os coeficientes de regressão das diferentes funções correspondentes a cada um dos estratos serão testadas pelo teste de CHOW (5). Serão ajustadas, também, funções para as empresas com e sem tração animal, e o teste de CHOW será igualmente empregado para verificar diferenças entre seus coeficientes.

2.4. Especificação e Definição das Variáveis

As variáveis em estudo estão especificadas no quadro 2, com as respectivas unidades de avaliação. Para mais detalhes sobre estas variáveis, ver Apêndice B.

QUADRO 2 — Variáveis especificadas nos modelos.

Variáveis	Discriminação	Unidade
Y	Renda Bruta de Agropecuária	Cruzeiro
X ₁	Área Agrícola	Hectare
X ₂	Área com Pastagem	Hectare
X ₃	Benfeitorias	Cruzeiro
X ₄	Equipamentos	Cruzeiro
X ₅	Despesas Diversas	Cruzeiro
X ₆	Mão-de-Obra	Dias/homem
X ₇	Animais Produtivos	Cruzeiro
X ₈	Tração Animal	Dias/animal

Foram adicionadas ao modelo três variáveis mudas (S₁, S₂ e S₃) para verificar a existência ou não de diferenças no termo constante da função, para cada estrato. A significância ou não de diferenças no termo constante é dada pela significância ou não dos coeficientes das variáveis mudas. Para maiores detalhes, sobre o uso de variáveis mudas em modelos econométricos, ver (10) e (11).

2.5. Resultados Estatísticos

As funções ajustadas para os diversos tamanhos de propriedade e para o conjunto de todas as empresas acham-se apresentadas no quadro 3. Os resultados do teste de CHOW, por sua vez, são mostrados no quadro 4. Pode-se observar que há superfícies de resposta diferentes entre os estratos I, II e III. No entanto, os estratos III e IV podem ser descritos com uma só função de produção.

2.6. Eficiência no Uso dos Recursos

O valor do produto marginal e o preço de cada fator, dentro de cada estrato, encontram-se no quadro 5. O Apêndice C apresenta os níveis médios de uso dos fatores por tamanho de propriedade.

A área agrícola é o fator que mostra as maiores elasticidades de produção, à exceção do estrato II, onde o maior coeficiente é registrado para o fator mão-de-obra. Observa-se que o valor da produtividade marginal da área agrícola é sempre superior ao preço estimado para esse recurso. Assim, em todos os tamanhos de fazenda, a renda bruta poderia ser elevada com o aumento da terra cultivada.

A maior parte do capital fixo das empresas, medido em cruzeiros, é devida a animais produtivos. Só o rebanho bovino representa 81% do capital fixo no estrato I, 79% no estrato II e 86% no estrato III + IV (Apêndice C). Os outros componentes do capital fixo são as benfeitorias e equipamentos. Para benfeitorias, o nível de uso está em equilíbrio no estrato II, pois o preço do fator é aproximadamente igual ao valor de sua produtividade marginal. Com relação a equipamentos, no entanto, observa-se que sua utilização deve ser expandida nos estratos I e III + IV, pois está além do ponto de equilíbrio.

Quanto ao fator animais produtivos, os resultados levam à indicação de uso além do ponto ótimo. No entanto, deve-se lembrar que o animal produtivo aumenta de valor de um período para outro, podendo provocar o aumento quantitativo do rebanho por meio da procriação. Deste modo, acredita-se que o verdadeiro valor do produto marginal seja superior ao valor estimado em cada estrato.

Na comparação entre o valor do produto marginal e o preço, para analisar a eficiência econômica no uso da mão-de-obra, consideraram-se dois níveis de preço: um, o salário de mão-de-obra contratada, mais comum nas propriedades maiores; outro, o preço estimado para mão-de-obra familiar, considerado como 50% do salário pago a trabalhadores contratados, mais encontrado nas pequenas e médias empresas. Para este fator, há indicações de que seu nível de utilização esteja mais ou menos em equilíbrio. Isto é o que se espera, já que a mão-de-obra é o fator mais variável, sendo a sua quantidade rapidamente ajustada, de acordo com as necessidades do processo produtivo. Acredita-se que o preço real da mão-de-obra, em cada estrato, seja um preço ponderado entre os valores considerados no estudo, o preço de trabalhador contratado e o custo de oportunidade estimado para a mão-de-obra familiar. Admite-se que, nos grandes estabelecimentos, o tra-

QUADRO 3 — Resultados estatísticos das funções de produção dos estratos I, II, III, IV, para o conjunto das empresas, para os estratos (I + II), (II + III) e (III + IV). Região Seridó/Rio Grande do Norte — Ano — 1971/1972 (1).

Estratos	Área Agrícola (X ₁)	Área de Pastos (X ₂)	Benefícios (X ₃)	Equipamentos (X ₄)	Despesas Diversas (X ₅)	Mão-de-Obra (X ₆)	Animais Produtivos (X ₇)	Tração Animal (X ₈)	Soma dos Coeficientes	-R ² (3)	Turno Constante (A)	S ₁	S ₂	S ₃ (4)	N.º de Observações	Estatística "F"
I	0,377 ^a (0,070)	0,035 ^{ns} (0,061)	0,007 ^{ns} (0,039)	0,081 ^c (0,041)	0,063 ^d (0,038)	0,239 ^e (0,097)	0,057 ^b (0,021)	0,086 ^d (0,050)	0,944	0,55	1,997 (0,166)	—	—	—	153	24,39
II	0,353 ^a (0,098)	0,049 ^{ns} (0,063)	0,157 ^c (0,072)	-0,084 ^{ns} (0,072)	0,060 ^f (0,038)	0,390 ^a (0,317)	0,024 ^{ns} (0,040)	0,070 ^{ns} (0,068)	1,019	0,48	1,646 (0,242)	—	—	—	101	12,35
III	0,201 ^d (0,058)	0,029 ^{ns} (0,040)	-0,022 ^{ns} (0,052)	0,139 ^e (0,058)	0,088 ^e (0,038)	0,179 ^d (0,098)	0,077 ^b (0,026)	0,011 ^{ns} (0,051)	0,680	0,56	2,374 (0,246)	—	—	—	93	15,35
IV	0,067 ^{ns} (0,276)	0,034 ^{ns} (0,113)	0,018 ^{ns} (0,186)	-0,051 ^d (0,102)	0,277 ^c (0,127)	-0,114 ^{ns} (0,291)	-0,136 ^d (0,73)	0,097 ^{ns} (0,129)	0,464	0,45	2,451 (0,598)	—	—	—	36	4,58
Todas Empresas	0,275 ^a (0,043)	0,051 ^d (0,026)	0,058 ^c (0,029)	0,057 ^e (0,029)	0,116 ^a (0,024)	0,249 ^a (0,057)	0,045 ^b (0,015)	0,054 ^d (0,031)	0,906	0,61	1,915 (0,108)	—	0,08 ^{ns} (0,05)	0,03 ^{ns} (0,08)	383	75,97
III + IV	0,217 ^a (0,066)	0,038 ^{ns} (0,038)	-0,023 ^{ns} (0,048)	0,090 ^e (0,048)	0,115 ^b (0,037)	0,142 ^e (0,087)	0,087 ^a (0,024)	0,010 ^{ns} (0,046)	0,679	0,56	2,396 (0,240)	—	—	—	129	9,68

(1) — Níveis de significância: $\alpha = a = 0,1\%$; $\alpha = b = 1\%$; $\alpha = c = 5\%$; $\alpha = d = 10\%$; $\alpha = e = 2\%$; $\alpha = f = 20\%$; ns = não significante.

(2) — Os valores entre parênteses correspondem aos respectivos erros-padrão.

(3) — R², é o coeficiente de correlação múltipla ajustado.

(4) — S₁, S₂, S₃, correspondem às variáveis "Drury" utilizadas para mensurar as diferenças nos interceptos das funções de produção.

QUADRO 4 — Comparação dos coeficientes de reposição das funções de produção dos diferentes tamanhos de estabelecimentos e para o agregado "Todas as Empresas". Região do Seridó, Estado do Rio Grande do Norte, 1971/72 (teste de CHOW)

Estratos	Diferença dos Coeficientes(1)	
	Teste "F"	Graus de Liberdade
Todas as Empresas	1,81*	24 ; 347
I x II	2,83*	8 ; 326
II x III	3,33*	8 ; 176
III x IV	0,88	8 ; 111

(*) — Nível de significância = 5%.

balho familiar tenha menos importância no uso total da mão-de-obra, de tal modo que o preço ponderado seria mais alto para essas empresas do que para as pequenas e médias, onde seria maior o uso de mão-de-obra familiar. Nesse raciocínio, a esses níveis de preços, a utilização da mão-de-obra está muito próxima do nível ótimo em todos os tamanhos de propriedade.

A maior parte de despesas diversas, nos estratos I e II, deve-se aos gastos com a pecuária, que representam, respectivamente, 81% e 74% do valor total. Nos estratos III e IV, no entanto, apenas 14% do total de despesas diversas são destinados à pecuária, sendo o restante (86%) dedicado à agricultura. Isto caracteriza o caráter predominantemente extensivo da atividade pecuária nas grandes empresas. Os pequenos e médios estabelecimentos, dadas suas limitações na quantidade disponível de terra, tendem a criar o gado de modo mais intensivo, justificado, assim, a quantidade maior de insumos que adquirem, em relação às grandes empresas.

Para esse fator, em todos os tamanhos de propriedade, observa-se que o valor do produto marginal é superior ao preço, indicando que uma expansão nas despesas diversas contribuiria para aumentar a renda bruta do empreendimento. No entanto, é lógico admitir-se a presença de elementos de risco associados à adoção desse fator, o que provocaria uma maior demora para se chegar ao equilíbrio em seu uso (GRILICHES (8)).

2.7. Retornos à Escala

Os retornos à escala podem ser analisados utilizando-se os somatórios dos coeficientes de regressão das equações estimadas para os três estratos (quadro 3). Para as pequenas e médias empresas, os somatórios dos coeficientes de regressão (elasticidades de produção) foram 0,944 e 1,019, estatisticamente iguais à unidade (1% de significância). Quanto às grandes empresas, o somatório das

QUADRO 5 — Valor das produtividades médias e marginais e preços dos fatores nos diferentes estratos. Região Seridó/RN, 1971/72⁽¹⁾ e⁽²⁾.

	Área Agrícola (X ²)			Benefeitoria (X ³)			Equipamento (X ⁴)			Despesas Diversas (X ⁵)			Mão-de-obra (X ⁶)			Animais Produtivos (X ⁷)		
	VPMa	Px	VPMa/Px	VPMa	Px	VPMa/Px	VPMa	Pxi	VPMa/Px	VPMa	Pxi	VPMa/Px	VPMa	Px	VPMa/Px	VPMa	Pxi	VPMa/Px
I	152	17,50	9	—	—	—	7,02	1,07	7	2,54	1,12	2	2,42 a)	4,50 2,25	0,5 1,0	0,50	1,07	0,5
II	143	17,50	8	1,12	1,07	1	—	—	—	5,99	1,12	5	4,18 a)	4,50 2,25	1,0 1,9	—	—	—
III + IV	110	17,50	6	—	—	—	5,57	1,07	5	2,34	1,12	2	2,09 a)	4,50	0,5	0,22	1,07	0,2

(1) VPMa — Valor do produto marginal.

Px — Preços do fator, para mão-de-obra.

a) Preço para mão-de-obra contratada;

b) Pre para mão-de-obra familiar

(2) Não se calculam produtividades médias e marginais para as variáveis não significativas no processo de produção.

elasticidades de produção foi 0,679, significativamente diferente da unidade. Esses resultados indicam que um aumento de 10% no uso de todos os fatores de produção corresponde a um aumento de 10% da renda bruta nos pequenos e médios estabelecimentos (retornos constantes à escala) é de 6,79% nas grandes propriedades (retornos decrescentes à escala). Essas modificações, possivelmente, estão associadas ao sistema de produção. É reconhecido, na região em estudo, que as pequenas e médias empresas recebem maior assistência dos seus proprietários em todas as fases do processo produtivo e que sua pecuária é explorada em regime predominantemente semi-extensivo, atendendo às limitações da capacidade de suporte de suas pastagens. Nas grandes propriedades, por sua vez, o fato de ser a exploração agropecuária em muitos casos, atividade complementar na formação da renda do empresário, com administração direta entregue a terceiros, a agricultura explorada, em grande parte, em regime de parceria e a pecuária submetida ao regime extensivo de criação — inclusive utilizando pastagens de qualidade inferior, comprometendo a fertilidade e o crescimento normal do rebanho pode constituir uma explicação dos retornos decrescentes à escala.

2.8. Análise Econômica Sobre o Uso de Tração Animal

O quadro 6 mostra as diferenças na área cultivada e na renda bruta das propriedades que empregam ou não a força animal nas atividades agropecuárias. Nas empresas que não utilizam a tração, a área agrícola e a renda são inferiores em 45 e 50%, respectivamente, em relação às que adotam a força animal.

Analisando as funções de produção desses dois grupos de empresas (quadro 7), nota-se que o coeficiente da variável muda S_1 não apresentou significância estatística, indicando que os interceptos das duas funções são iguais. O teste de CHOW, por sua vez, evidenciou que os coeficientes de regressão das duas funções não são estatisticamente diferentes entre si, ao nível de 5% de probabilidade, o que leva à aceitação da hipótese de que os dois grupos de empresas podem ser descritos com uma só superfície de resposta.

No quadro 8 são mostradas as produtividades médias e marginais e as taxas marginais de retorno para a área agrícola e a tração animal, para os sistemas de exploração com e sem uso desse último fator. Observa-se que o valor do produto médio da área agrícola é de Cr\$ 463,00 nas empresas com tração animal, sendo superior em 13% às que não adotam esse fator. O valor do produto marginal e a taxa marginal de retorno^{1/} da área agrícola, por sua vez, são menores no grupo de empresas que utilizam a força animal.

$$1/ \text{TMR}_{xi} = \frac{\text{VPMa}_{xi} - P_{xi}}{P_{xi}}, \text{ onde:}$$

VPMa_{xi} é o valor do produto marginal do fator xi;

P_{xi} é o preço do fator i;

TMR_{xi} é a taxa marginal do retorno do fator xi.

Acredita-se que este fato esteja correlacionado ao maior uso da área cultivada proporcionado pela adoção da tração animal. Sendo a área agrícola cultivada num nível mais elevado, sua produtividade marginal é menor. Nestas condições, e com preços iguais para a área agrícola nos dois sistemas de exploração (com e sem tração animal), a taxa marginal de retorno da área agrícola é superior nas empresas que não usam da tração animal, identificando as possibilidades de maior expansão do fator no empreendimento.

QUADRO 6 — Uso da área agrícola e renda bruta nos sistemas de exploração com e sem tração animal — Região Seridó/RN — 1971/72 (Médias Aritméticas).

Sistema de Exploração	Área Agrícola (hectares)	Renda Bruta (cruzeiros)
Com Tração	14,5	7.354
Sem Tração	8,0	3.647

Fonte: Dados da Amostra.

A taxa marginal de retorno para tração animal é de 17%. Este percentual expressa o retorno líquido à margem, quando se investe em uma unidade a mais de tração animal. Considerando que a tração animal se destina, com maior intensidade, às atividades agrícolas, procurou-se mensurar o desempenho da mão-de-obra empregada especificamente pela agricultura, nas empresas que adotam ou não a força animal, segundo seus diferentes tamanhos. Os resultados dos quadros 9 e 10 mostram que a renda média da mão-de-obra e a relação área agrícola por mãos-de-obra são estatisticamente maiores nas empresas que adotam a tração animal.

3. CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo mostram que, na Região do Seridó/Estado do Rio Grande do Norte, há diferenças significantes nas funções de produção dos estabelecimentos agropecuários com tamanhos médios de 30, 65 e 250 hectares. Com relação ao tamanho das empresas, os pequenos e médios estabelecimentos usam maior proporção de área agrícola que as grandes empresas. Comparando-se com os demais fatores, a área agrícola apresenta mais alta elasticidade de produção exceção de mão-de-obra no estrato II. A subutilização da área agrícola (X_1) fica evidenciada quando se compara o valor do produto marginal do fator com seu custo de oportunidade. Aumentos nos lucros das empresas podem ser obtidos com o uso adicional da área agrícola. Esta situação sugere que uma política de crédito bem formulada para a expansão da área agrícola poderia conduzir a aumentos na renda bruta.

QUADRO 7 — Resultados estatísticos das funções de produção das empresas que não utilizam a tração animal, das empresas que utilizam a tração animal e do agregado "Todas as Empresas" (1), (2) e (3).

Função de Produção por Grupo de Empresa	Área Agrícola (X ₁)	Área de Pastos (X ₂)	Beneficiarias (X ₃)	Equipamentos (X ₄)	Despesas Diversas (X ₅)	Mão-de-obra Animais (X ₆)	Produtivos (X ₇)	Tração Animal (X ₈)	S ₁	Soma dos Coeficientes	-2 R	Intercepto (A)	N.º de Observações	Estatística "F"
A. Empresas que não utilizam tração animal	0,317 ^a (0,072)	0,094 ^d (0,056)	0,061 ^{ns} (0,949)	0,028 ^{ns} (0,058)	0,168 ^a (0,047)	0,235 ^b (0,096)	0,039 ^e (0,030)	—	—	0,942	0,52	1,320 (0,189)	128	21,3
B. Empresas que utilizam tração animal	0,244 ^a (0,057)	0,036 ^{ns} (0,029)	0,056 ^e (0,036)	0,078 ^e (0,033)	0,080 ^a (0,029)	0,275 ^a (0,074)	0,047 ^a (0,016)	0,059 ^e (0,042)	—	0,855	0,61	1,950 (0,057)	255	50,8
C. Todas Empresas (3)	0,278 ^a (0,043)	0,050 ^d (0,026)	0,061 ^c (0,028)	0,055 ^d (0,029)	0,119 ^a (0,025)	0,249 ^a (0,057)	0,044 ^a (0,015)	0,024 ^{ns} (0,041)	0,058 ^{ns} (0,053)	0,888	0,61	1,900 (0,109)	383	67,6

(1) Os níveis de significância considerados foram: a = 1%; b = 2%; c = 5%; d = 10%; e = 20%.

(2) Os valores entre parênteses correspondem aos respectivos erros-padrão.

(3) Para mensurar a diferença nos interceptos das funções de produção dos grupos de Empresas, utilizou-se a variável "Dummy", atribuindo valor 10 para as Empresas que usam tração animal e valor 1 para as empresas que não adotam a tração animal no empreendimento.

QUADRO 8 — Produtividades médias e marginais (o), taxas marginais de retorno da área agrícola e tração animal nos sistemas de exploração agropecuária com tração e sem tração animal. Região Seridó-RN, 1971-72.

Sistema de Exploração	Área Agrícola			Tração Animal		
	Valor do Produto Médio	Valor do Produto Marginal	Taxa Marginal de Retorno (%)	Valor do Produto Médio	Valor do Produto Marginal	Taxa Marginal de Retorno (%)
Sem Tração Animal	411,0	130,00	654	—	—	—
Com Tração Animal	463,00	104,00	492	168,00	9,90	17,0

Fonte: Dados da Amostra.

(*) Médias Geométricas.

QUADRO 9 — Relação entre área agrícola e mão-de-obra nos sistemas de exploração agrícola com e sem o uso da tração animal, nos estratos I, II, III e IV — Região Seridó/RN, 1971/72.

Estratos	Sem tração animal (1)	Com tração animal	Teste "t"	Graus de Liberdade
	Área agrícola por mão-de-obra			
I	0,04 (0,020) N-48	0,05 (0,033) N-90	3,25***	136
II	0,04 (0,023) N-23	0,05 (0,028) N-66	1,72**	87
III + IV	0,05 (0,034) N-24	0,07 (0,064) N-92	2,07**	114

Fonte: Dados da Amostra.

(1) Área agrícola avaliada em hectares. Mão-de-obra mensurada em dias/homem. Os valores entre parênteses correspondem aos erros-padrão. N. é o número de observações.

* — indica significância ao nível de 10%.

** — indica significância ao nível de 5%.

*** — indica significância ao nível de 1%.

QUADRO 10 — Valor da produtividade média da mão-de-obra nos sistemas de exploração agrícola sem tração e com tração animal, nos estratos I, II, III e IV — Região Seridó/RN, 1971/72. (Média Aritmética).

Estratos	Sem tração animal (1)	Com tração animal	Teste "t"	Graus de Liberdade
	Renda Bruta por mão-de-obra			
I	10,20 (5,70) N-48	15,40 (10,10) N-90	3,88***	136
II	13,20 (8,31) N-23	18,20 (10,90) N-66	2,28**	87
III + IV	13,20 (7,83) N-24	17,00 (13,90) N-92	1,76*	114

Fonte: Dados da Amostra.

(1) Renda bruta medida em cruzeiros. Mão-de-obra medida em dias/homem. Os valores entre parênteses correspondem aos erros-padrão. N é o número de observações.

* — indica significância ao nível de 10%

** — indica significância ao nível de 5%.

*** — indica significância ao nível de 1%.

As altas taxas marginais de retorno da área agrícola favorecem a expansão do uso da tração animal, uma vez que permitirão um aumento substancial da área cultivada. Das propriedades pesquisadas, 68 por cento utilizavam tração animal.

A extensão do uso deste fator à maioria das outras empresas poderá facilitar a expansão da área cultivada e aumentar a renda. Para o caso dos pequenos proprietários que não têm acesso a mais terra de boa qualidade, o aumento da área cultivada pode ocasionar rendimentos menores e, inclusive, aumentar a erosão. Esta possibilidade deve ser pesquisada no futuro.

4. SUGESTÕES

Em que pesem as limitações impostas pelo modelo de análise e pela forma de mensuração das variáveis, acredita-se que os resultados do estudo sejam úteis como indicadores para implementação de programas de desenvolvimento, bem como futuras pesquisas na Região do Seridó, Estado do Rio Grande do Norte.

Em futuros trabalhos sobre a região deve-se ter grande cuidado na especificação do modelo, buscando-se novas variáveis que possam influir no processo produtivo, como a habilidade empresarial e o crédito, entre outras. Outro aspecto a ser levado em consideração é o de processos tecnológicos alternativos na produção agropecuária.

Os resultados apontam favoravelmente para a implementação de políticas que incentivem tecnologias para aumentar a área cultivada, entre as quais a tração animal. Novas pesquisas devem ser realizadas, considerando outros aspectos, entre os quais o da erosão, que pode ser provocada pelo uso de cultivadores.

O estudo também leva à recomendação de que se deve incentivar a utilização de insumos, tais como vacinas, medicamentos e concentrados, para aumentar a rentabilidade da produção pecuária. Novos estudos devem ser feitos no sentido de determinar níveis economicamente ótimos de utilização desses fatores.

5. LITERATURA CITADA

1. BARROSO, N.A. *Análise do uso e distribuição dos recursos nas empresas rurais das Zonas de Meia Ponte de Mato Grosso e Goiás — Ano Agrícola, 1966/67*, Viçosa, UFV. 1968. Tese de Mestrado.
2. CEPA/RN — *Estudos básicos para a formulação de programas de desenvolvimento agropecuário no Estado do Rio Grande do Norte*. Natal, 1970. 7v.
3. CEPA/RN — *Avaliação e Análise da Conjuntura Agrícola Estadual*. Natal, 1972.
4. CEPA/RN — *RURAL NORTE/RN — Programa Integrado de Desenvolvimento Rural do Rio Grande do Norte*. Natal, 1974. 6v.
5. CHOW, G.C. — *Tests of equality between sets of coefficients in two linear regressions*. *Econometria*, jul. 1940.
6. ELC — *Electroconsult do Brasil Ltda. — Pesquisa sobre a rentabilidade dos estabelecimentos agrícolas e aspectos econômicos dos sistemas de arrendamento e parceria de terra*. São Paulo, 1973.

7. GASTAL, E.F. — **Eficiência no uso dos recursos na produção agropecuária em Alegrete e Ubiubu, Rio Grande do Sul, Ano Agrícola de 1960/61.** Viçosa, UREMG, 1967. Tese de Mestrado.
8. GRILICHES, Z. — **Estimates of the aggregate agricultural production function from Crops Sectional Data: Journal of Farm Economics**, 45: 1963.
9. HEADY, E.O. & DILLON, J.L. — **Agricultural production functions.** Iowa State University 1972, 667p.
10. JOHNSTON, J. — **Econometric methods.** 2.ed. New York, McGraw-Hill, 1960. 437p.
11. KEHRBERG, E. — **Economia da produção.** Viçosa, UREMG. Mimeografado.
12. KMENTA, Jan — **Elements of econometrics.** New York, MacMillan Company, 1971. 655p.
13. RIO GRANDE DO NORTE. Secretaria do Planejamento e Coordenação Geral. **Região do Sertido.** Natal, 1974. 2v.

APÊNDICE A

A.1. Área do Estudo, Dados e Métodos da Amostragem

A região escolhida para o estudo foi a Microrregião Homegênea do Seridó, Estado do Rio Grande do Norte, constituída de 22 municípios, cobrindo uma superfície de 9.372 km². Em 1970, 56% de sua população se achavam na zona rural. O clima da região é semi-árido quente, com precipitações médias anuais de 600 mm, propiciando o desenvolvimento de uma vegetação tipicamente xerófila.

Os solos apresentam-se como uma das principais limitações do meio físico seridoense. Geralmente muito rasos, são submetidos a uma erosão intensa, agravada pela ausência de técnicas conservacionistas (12). Nestas condições ecológicas, o complexo algodão, gado e culturas de subsistência constitui o sistema de produção mais típico.

No período 1967/72, o algodão apresentava uma área média de 51.600 ha e um rendimento médio de 196 kg/ha, sendo a principal fonte de renda da população. O algodão vem diminuindo sua contribuição na formação da renda agrícola regional, constatando-se que sua participação, em 1960, era de 78%, decrescendo para 64% em 1965, tendo alcançado, no período 1967/71, apenas 44% de participação.

Consortiadas com o algodão, desenvolvem-se as culturas do milho e de feijão com produção destinada, em grande parte, ao autoconsumo das fazendas. A expansão dessas culturas está condicionada à disponibilidade de área oferecida pela cultura principal (algodão). Essas culturas de subsistência são sensivelmente influenciadas pela irregularidade das chuvas. Com 76% da área total dos estabelecimentos destinados à pastagem, o Seridó conta com o maior rebanho bovino do Estado. Muito embora se destaque no abastecimento dos mercados consumidores local e estadual, o crescimento do rebanho bovino, nos últimos anos, mantém-se constante e com baixo índice de desfrute.

A.2 — Dados e Amostragem

Os dados referem-se a observações de proprietários e arrendatários da região em estudo, referentes ao ano agrícola 71/72, obtidos por meio de entrevistas diretas por extensionistas de ANCAR-RJ, com revisão crítica feita por técnicos da CEPA-RN. Consideraram-se 383 questionários, elaborados e aplicados à pesquisa

de Rentabilidade dos Estabelecimentos Agrícolas do Seridó-RN^{1/}, adotando-se, para análise, os mesmos estratos definidos naquele estudo, cujo critério básico teve como referência a classificação do Comitê Interamericana de Desenvolvimento Agrícola (CIDA), com os respectivos intervalos de ocupação de mão-de-obra^{2/}, relacionando cada uma das classes com o módulo do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária^{3/}.

As propriedades estudadas têm áreas de 20 a 1.000 hectares. Para o cálculo da amostra, baseou-se na técnica de amostragem aleatória estratificada.

APÊNDICE B

B.1. Definição das Variáveis Utilizadas

A definição das variáveis é a que se segue:

Y é a renda bruta da agropecuária. Constitui o agregado dos valores da produção agrícola e da pecuária. Tem a seguinte fórmula:

$$Y = VPA + VAPP, \text{ sendo que } 1/$$

VPA = (Ep + Co + Qv + Ces)

VAPP = (Ep + Co + Qv) + DI — C, significando:

VPA = Valor da produção agrícola,

VAPP = Valor adicional da produção pecuária,

Ep = Valor da produção entregue ao parceiro,

Co = Valor da produção consumida na propriedade,

Qv = Valor da produção vendida,

Ces = Valor da produção estocada em 1971/72,

DI = Diferença de inventário de início e final do ano, expressa em cruzeiros,

C = Compras efetuadas durante o exercício 1971/72, expressas em cruzeiros.

1/ A pesquisa foi realizada pela ELC — Electroconsult do Brasil Ltda. (5).

2/ A cada classe do CIDA corresponde determinado intervalo nos índices de ocupação de mão-de-obra: Classe I, menos de 2 pessoas; Classe II, de 2 a 4 pessoas; Classe III, de 4 a 12 pessoas e Classe IV, mais de 12 pessoas.

3/ Adaptação do conceito do módulo do INCRA à média real da força de trabalho de família agrícola do Nordeste (aceita como 2,2 u. t.), permitindo reduzir o grau de arbitrariedade implícito na determinação de u. t. por família.

1/ Os valores adicionais na produção pecuária, correspondentes às vendas, foram estimados tomando-se o valor adicional da unidade do produto (APy) vezes a quantidade do produto (Y). Além da renda bruta adicional, incluem-se as receitas provenientes de leite, queijos e outros derivados.

X_1 — Área Agrícola

Corresponde à área destinada à agricultura, quer seja de culturas puras, quer de culturas consorciadas. É representada pela área dedicada ao algodão, em consórcio com milho e feijão no primeiro e segundo anos e isoladamente a partir do terceiro ano do ciclo de cultura. Somam-se a estas áreas aquelas destinadas a pomares e ao plantio de mandioca, arroz e batata.

O preço da unidade desta variável^{2/} refere-se ao valor obtido da taxa de juros de 7% sobre o valor médio de um hectare de área cultivada (Cr\$ 250,00 x 0,07 = Cr\$ 17,50).

X_2 — Área do Pasto

Corresponde às áreas de pasto nativo e às áreas de capineiras. Representa cerca de 70% da área dos estabelecimentos. As espécies de forrageiras mais comuns são constituídas pelos capins panasco, elefante, quicé, gordura, pela cana forrageira e pelas forrageiras arbóreas, como jurema, catingueira e cactáceas, principalmente o xiquexique. O preço da unidade deste fator é o valor obtido da taxa de juros de 7% sobre o valor médio de um hectare de pastagem (Cr\$ 100,00 x 0,07 = Cr\$ 7,00).

X_3 — Benfeitorias na Exploração Agropecuária

As benfeitorias avaliadas referem-se a cercas, estábulos, açudes, barreiros, cochos, currais, não sendo incluídas nesta categoria as casas de morador e administrador. Correspondendo a um estoque, esta variável foi estimada usando-se a fórmula (1):

$$(1) \text{ EB} = \frac{\text{VEA} - \text{VR}}{n} + \text{R} \quad \text{onde:}$$

- EB = estoque das benfeitorias ou equipamentos,
VEA = Valor no estado atual,
VR = valor residual (estimado em torno de 10% sobre o valor no estado atual),
R = reparo e
n = anos de vida.

2/ As taxas de juros tomadas neste trabalho correspondem às utilizadas pelos Bancos Oficiais, sendo de 7% para investimentos e 12% para as atividades de custeio. Essas taxas são definidas como um custo de oportunidade para todos os recursos. Constitui um modo de retribuir o capital investido no processo produtivo, em relação ao que poderia render em outra exploração alternativa.

As despesas de reparos superiores a 10% do valor de cada benfeitoria foram consideradas como incorporadas ao valor no estado atual, não sendo, portanto, somadas na avaliação das benfeitorias, como indica a fórmula. O preço desta variável corresponde ao retorno proporcionado por cada cruzeiro investido, a uma taxa de juros de 7% a.a., ou seja, Cr\$ 1,07.

X_4 — Equipamentos na Exploração Agropecuária

Refere-se a cultivador, polvilhadeira, ferramentas, balanças, carroças, picadeira, motores. Também avaliada como um estoque, calculou-se o valor para o ano agrícola e adicionaram-se os reparos, como mostra a fórmula (1).

Quando as despesas com reparos excediam 10% sobre o valor do equipamento, tomou-se como critério considerá-las como incorporadas ao valor no estado atual. Na determinação do preço do fator, considerou-se o retorno proporcionado por cada cruzeiro investido, a uma taxa de juros de 7% a.a. O preço será de Cr\$ 1,07.

X_5 — Despesas Diversas na Agropecuária

Na avaliação desta variável tomou-se o preço de cada fator vezes a quantidade empregada no exercício agrícola — 1971/72. Especificamente, corresponde à despesa com aquisição de sementes, inseticidas, concentrados (torta de algodão, melão), sal, vacinas e medicamentos.

Como se refere a despesas de custeio, o preço do fator representa o retorno proporcionado por cada cruzeiro investido, a uma taxa de juros de 12%. O preço será Cr\$ 1,12.

X_6 — Mão-de-obra na Agropecuária

Correspondendo ao trabalho humano nas atividades agropecuárias, por propriedade, no ano agrícola de 1971/72, constitui uma agregação dos serviços realizados pelo proprietário e sua família e pelos assalariados, quer permanentes, quer temporários.

O trabalho de mulheres e crianças foi convertido em dias de serviço/homem, utilizando-se os seguintes índices de ajustamento:

1 mulher corresponde a 0,8 unidade de trabalho homem

1 menino corresponde a 0,4 unidade de trabalho homem

O preço do fator corresponde à média aritmética ponderada dos salários pagos por dia de serviço. O preço estimado foi de Cr\$ 4,50.

Pressupõe que, por falta de trabalho na fazenda, o custo de oportunidade da mão-de-obra familiar diminui, e estimou-se em 50 por cento do preço de mão-de-obra contratada.

X_7 — Animais Produtivos

Corresponde à agregação de todas as categorias de animais produtivos, representados pelos bovinos, suínos, caprinos e ovinos. A avaliação desta variável foi feita tomando-se a média dos inventários do início e do final do ano de 1971. Para o preço do fator, considerou-se o retorno que cada cruzheiro proporcionará, à taxa de juros de 7%. O preço estimado foi de Cr\$ 1,07.

X_8 — Tração Animal na Agropecuária

Representa o fluxo de serviços de tração animal, destinados à produção agropecuária. Especificamente, refere-se aos serviços de preparo do solo (primeiro corte do terreno), capinas e transporte dos produtos. Para esta variável considerou-se o preço do aluguel do animal de trabalho mais as despesas com o uso do cultivador. O preço estimado foi de Cr\$ 8,40^{3/}.

3/ O preço para aluguel de animais de tração foi estimado em Cr\$ 8,00 por dia. Na determinação do preço de uso do cultivador foram considerados os seguintes dados: custo do cultivador, em 1971/72, Cr\$ 120,00, vida útil de 10 anos, 30 dias de trabalho/ano. Informações foram fornecidas pela ANCAR/RN (Associação Nordestina de Crédito e Assistência Rural).

APÊNDICE

C.1. Participação média dos fatores de produção e renda bruta nos estratos. Seridó/Rio Grande do Norte — 1971/72(*)

Especificação	I		II		III + IV	
	Total	%	Total	%	Total	%
TERRA (Hectares)	21	100	37	100	131	100
. Área agrícola	6	28	11	30	21	16
. Área com capineira	1	5	1	3	2	1
. Área com pasto nativo	14	67	25	67	108	83
TRABALHO						
(a) Mão-de-obra dia/homens	217	100	360	100	629	100
. Na agricultura	142	65	225	62	391	62
. Na pecuária	75	35	135	38	238	38
(b) Tração animal dias/animais	17	100	32	100	56	100
. Na agricultura	13	76	19	59	39	70
. Na pecuária	4	24	13	41	17	30
CAPITAL FIXO (cruzeiros)	3.701	100	6.903	100	20.641	100
. Benfeitorias	454	12	806	12	1.984	10
. Equipamentos	72	2	127	2	396	2
. Rebanho bovino	2.994	81	5.434	79	17.833	86
. Outros tipos de rebanhos	181	4	536	7	428	2
DESPESAS DIVERSAS (cruzeiros)	223	100	581	100	1.408	100
. Na agricultura	43	19	95	16	1.209	86
. Na pecuária	180	81	486	74	199	14
VALOR DA PRODUÇÃO	2.626	—	4.439	—	10.886	—

Fonte: Dados da Amostra.

(*) Corresponde à média aritmética.