

---

# ANÁLISE ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DA ADUBAÇÃO VERDE NAS CULTURAS DE ALGODÃO E SOJA EM ROTAÇÃO COM MILHO E AMENDOIM NA REGIÃO DE RIBEIRÃO PRETO (1)

---

Nelson Batista Martin (2)

Zuleima A.P.S. Santos

Roberto Assumpção

---

## 1 – INTRODUÇÃO

---

A adubação verde com mucuna preta (*Stizolobium sp*) e a rotação de culturas constituem-se numa prática agrícola que vem sendo pesquisada e difundida na área produtora de grãos da região de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo, desde o início dos anos setenta. A adoção da prática na região ganhou maior impulso após a crise do petróleo em 1974, a qual acarretou elevação dos preços dos insumos agrícolas de origem industrial. Além deste fato, a política governamental de redução dos subsídios ao crédito rural para aquisição de insumos e para investimentos em máquinas agrícolas produziu também novo impacto nos custos de produção agrícola. Nestas circunstâncias, os agricultores têm procurado alcançar maior eficiência na produção mediante a adoção de inovações tecnológicas que elevem a produtividade dos fatores. A adubação verde com mucuna preta e a rotação de culturas no período de entressafra ("secas") constituem práticas utilizadas para atingir esse objetivo.

A grande descoberta da pesquisa possibilitando a utilização da inovação na região resultou do estudo de diferentes épocas de plantio para a mucuna preta, até se verificar que o seu plantio na época das "secas", além de não sacrificar a produção da área, permitiria obter bons resultados. Desta forma, os pesquisadores do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), juntamente com produtores dos Municípios de Guará, Miguelópolis, Ituverava, São Joaquim da Barra, entre outros, iniciaram experimentos que permitiram fornecer informações sobre a viabilidade da prática, favorecendo sua difusão entre os

---

(1) Condensação do trabalho de mesmo nome (RP 04/83), que se encontra no prelo para publicação pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA), parte do Programa Integrado de Pesquisa da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) com a Secretaria de Agricultura e Abastecimento e que constitui uma contribuição à discussão sobre tecnologias poupadoras de insumos promovida pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) – Agência de São Paulo. Aos produtores, pesquisadores e extensionistas que contribuíram para sua realização de diferentes formas, o nosso agradecimento.

(2) Pesquisadores do Instituto de Economia Agrícola da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, sendo os dois primeiros bolsistas do CNPq.

agricultores da região <sup>(3)</sup>. Segundo os pesquisadores e produtores, a utilização de adubação verde no período da entressafra nas culturas de soja, algodão, milho e amendoim, que se realizam nas águas, traria como resultado maior controle da erosão e da infestação de nematóides, melhoria no nível de matéria orgânica, maior retenção de água e adubos químicos no solo, controle das ervas daninhas e de plantas hospedeiras de pragas e doenças, tendo como consequência maior produtividade das culturas com menor utilização de herbicidas, inseticidas, fungicidas e fertilizantes. Assim, não sendo necessário sacrificar a exploração da cultura comercial para a realização de adubação verde, os retornos da prática no curto prazo tornam-se evidentes, estimulando a sua adoção.

Outro aspecto importante das tecnologias poupadoras de insumos diz respeito à redução dos efeitos negativos da utilização intensiva de insumos químicos sobre o meio ambiente.

Assim, é objetivo do presente trabalho analisar, sob o aspecto econômico, os efeitos da adubação verde (com mucuna preta) e da rotação de cultura com algodão, soja, milho e amendoim, na região de Ribeirão Preto, comparando-os com os resultados obtidos pelos produtores que, embora utilizando tecnologias semelhantes, não adotam a referida prática.

A hipótese do estudo é que a utilização da nova técnica deverá elevar os retornos obtidos pelos adotantes no médio prazo, em função dos benefícios líquidos que proporciona. Outro objetivo do trabalho é, também, verificar a magnitude dos benefícios sociais a serem obtidos na adoção da adubação verde na região em estudo.

---

## 2 – METODOLOGIA

---

No ciclo de rotação e adubação verde constatado após levantamento preliminar junto aos produtores da região em estudo, verificou-se que as culturas principais são as de algodão e/ou soja, em rotação com milho ou soja precoce e amendoim das águas, em sucessão com mucuna preta, num ciclo de rotação de quatro anos (figura 1), embora alguns produtores utilizem ciclos menores (de três anos).

Dado o fato de que a produção de semente de mucuna preta em geral é própria (produzida em consorciação com o milho), considerou-se que, no ciclo de rotação, determinada área de milho será destinada à produção de sementes de mucuna para o atendimento das necessidades do sistema de rotação e à adubação verde.

A área de estudo considerada abrange os Municípios de Guaíra, Miguelópolis, Ituverava e Ipuã, da região de Ribeirão Preto, onde se entrevistou um grupo de produtores agrícolas que exploram basicamente o mesmo conjunto de culturas (figura 1), com escala

---

<sup>(3)</sup> A realização das observações e experimentos com mucuna na entressafra com as culturas de milho, soja e algodão foi conduzida pelo pesquisador Shiro Miyasaka do Instituto Agronômico de Campinas e pelo agricultor Hirofumi Kage do Município de Guaíra (SP), sendo estes grandes incentivadores da inovação na região.

## CICLO DE ROTACAO DAS CULTURAS

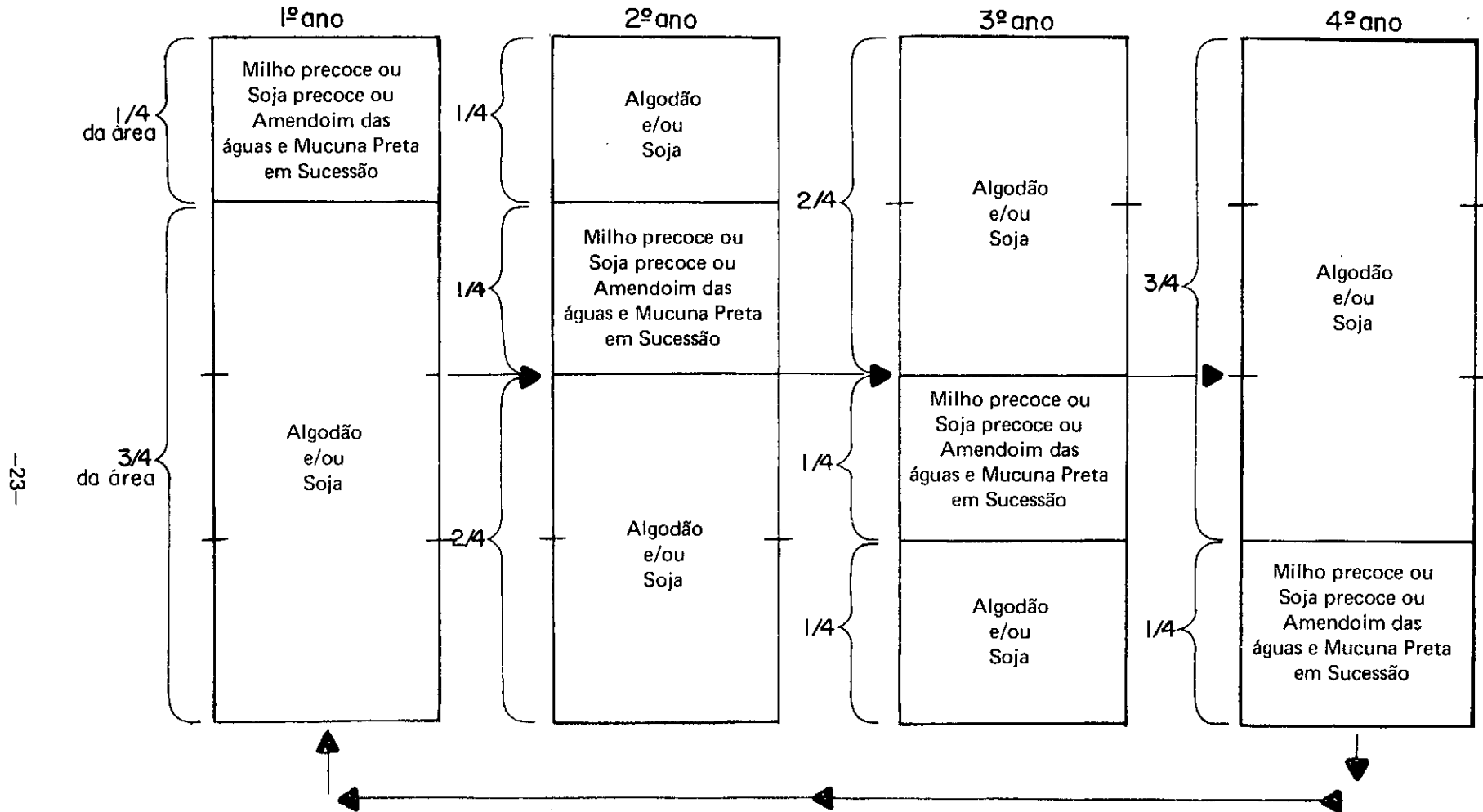


FIGURA 1. - Ciclo de Rotação de Culturas e Adubação Verde Utilizado pelos Produtores Rurais das Delegacias Agrícolas de Barretos, São Joaquim da Barra e Ituverava da Região de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo, 1981.

e tecnologia de produção e tipo de maquinaria agrícola semelhantes, procurando-se caracterizar dois grupos de produtores: os que utilizaram adubação verde e rotação de culturas nos últimos três anos agrícolas e os que não utilizaram adubação verde e que raramente faziam rotação de culturas, visando medir os efeitos da referida tecnologia a nível de propriedade nas safras de 1978/79 a 1980/81. Tais informações referiam-se aos coeficientes técnicos de produção por cultura e por operação, utilização de insumos, custos gerais da propriedade, máquinas e equipamentos utilizados, custos diversos com a maquinaria agrícola, os investimentos realizados e volume de crédito utilizado. A fim de verificar a evolução tecnológica dos produtores, procurou-se também obter um relato histórico das suas experiências como produtores nas diferentes culturas e adotantes da inovação em análise.

Tendo em vista que os retornos da adubação verde e a rotação de culturas não são evidentes no curto prazo e considerando-se a adubação verde com mucuna preta e a rotação de culturas como um investimento com retornos obtidos ao longo do tempo, utilizou-se o método dos fluxos de caixa descontados, de uso freqüente, como critério para a avaliação e seleção de alternativas de investimento, por se considerar o mais adequado aos objetivos deste trabalho <sup>(4)</sup>.

Segundo a metodologia em questão, a melhor alternativa de investimento, sob o aspecto econômico, será a que apresentar maior valor atual ou critério alternativo de maior taxa interna de retorno, desde que se considere a taxa interna de retorno do investimento incremental das alternativas de investimentos mutuamente exclusivos <sup>(5)</sup>. Assim, a avaliação e a seleção de alternativas ótimas, no caso do presente estudo, serão feitas através do critério da maior taxa interna de retorno. Portanto, serão cotejadas as alternativas com e sem adubação verde, mas com rotação de culturas, nas diferentes combinações de atividades agrícolas segundo os padrões regionais. Para cada alternativa considerada, elaboraram-se fluxos de caixas com e sem financiamentos agrícolas, considerando, porém, os investimentos em maquinaria e instalações realizados pelos produtores.

Como se trata da escolha entre alternativas de investimentos, cujos resultados esperados se dão ao longo do tempo, é conveniente que se determine o seu horizonte de planejamento, que está relacionado com a vida econômica das máquinas e equipamentos <sup>(5)</sup>. No presente estudo, em que o ciclo de rotação de culturas é de quatro anos, considerou-se uma vida útil das máquinas e equipamentos de oito anos, isto é, permitindo a reprodução de dois ciclos de produção. Dessa forma, adotou-se um horizonte de planejamento de nove anos, o primeiro correspondendo à implantação do projeto, ocorrendo nos demais anos os rendimentos esperados.

---

<sup>(4)</sup> Veja HIRSHLEIFER, J. On the theory of optimal investment decision. *The Journal of Political Economy*, 64 (4): 329-52, Aug. 1958; e VIEIRA, Cláudio A. *Inovações tecnológicas na pecuária de corte no Estado de São Paulo*. São Paulo, Faculdade de Economia e Administração, 1975 (Tese de Mestre)

<sup>(5)</sup> Veja FARO, Clovis. *Engenharia econômica: elementos*. Rio de Janeiro, APEC, 1972. 338p.

### 3 – ANÁLISES DOS RESULTADOS (6)

#### 3.1 – Caracterização dos Sistemas de Produção Regional

A área média de agricultura, no grupo de produtores que utilizavam os processos de produção assinalados, era de 320,00ha e os sistemas básicos de produção com rotação de culturas que utilizavam adubação verde tinham como cultura principal a soja e/ou o algodão. Foi possível organizar três sistemas de produção com rotação e adubação verde (I, IV e V) e cinco sistemas de produção que utilizam alguma rotação de cultura, mas sem adubação verde (II, III, VII e VIII), constituindo estes vários sistemas as diferentes alternativas confrontadas para fins de análise. Nestas alternativas, são consideradas as seguintes atividades agrícolas: soja, algodão, milho, amendoim das águas, sorgo (de outono) e mucuna preta (inclusive para produção de sementes). Tem-se, assim:

a) alternativa I, com adubação verde a área agrícola estava distribuída com 60% de soja; 18% de milho; 2% de milho consorciado com mucuna; cerca de 20% com amendoim das águas; e cerca de 25% com mucuna preta, no período de outono-inverno;

b) alternativas II e III: soja (sem adubação verde) ocupando 60% da área, sendo que na III inclui-se sorgo como cultura de inverno;

c) alternativas IV (com adubação verde), VI e VIII (sem adubação verde): soja com 66% da área cultivada, sendo que na VIII tem-se a cultura de sorgo de inverno;

d) alternativas V (com adubação verde) e VII (sem adubação verde): a cultura principal é o algodão, com 45% da área.

A cultura da soja com adubação verde e rotação apresentou rendimento 16% superior à cultura sem adubação verde, ao mesmo tempo que utilizou apenas 20% do total de herbicidas, não usou nitrogênio nas formulações de adubação e empregou menores quantidades de nutrientes e pesticidas. Na de algodão, observaram-se rendimentos 5% maiores nas culturas com rotação e adubação verde (7); e estas utilizaram menores quantidades de mão-de-obra, trator e equipamento, e pesticidas, em relação aos sistemas de produção que não utilizaram rotação e adubação verde. Observou-se aumento de 50% no rendimento da cultura de milho com adubação verde e rotação, quando foram utilizadas quantidades iguais de nutrientes totais e menores quantidades de inseticidas e calcário que na cultura sem adubação verde. Os resultados nas culturas do amendoim foram muito semelhantes nos dois processos. O sorgo de inverno mostrou rendimentos muito baixos, em função

(6) Análise mais detalhada pode ser vista na versão completa do trabalho: MARTIN, Nelson Batista; SANTOS, Zuleima A.P.S.; ASSUMPÇÃO, Roberto. *Análise econômica da utilização da adubação verde nas culturas de algodão e soja em rotação com milho e amendoim na região de Ribeirão Preto*. São Paulo, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, IEA, 1983. (Relatório de Pesquisa 4/83)

(7) Os rendimentos utilizados constituem a média dos anos agrícolas 1978/79, 1979/80 e 1980/81, que incluem o ano de 1978/79, quando ocorreram elevadas perdas em função das condições climáticas adversas verificadas na região. Portanto, esses rendimentos indicam níveis médios com boa segurança, o que dá uma maior estabilidade aos resultados obtidos.

das frustrações de safra ocorridas nos três anos agrícolas considerados, indicando que no período de inverno e sem irrigação dificilmente poderá constituir-se numa cultura viável na região (quadro 1).

Todas as culturas da região, em ambos os processos de produção estudados, eram mecanizadas, inclusive na colheita, à exceção do algodão onde poucas propriedades utilizavam a colheita mecanizada. Em geral, as propriedades que empregavam rotação de cultura e adubação verde consumiam menos herbicida, inseticida e fungicida, sendo que alguns produtores de algodão já começavam a usar o método de controle de infestação de pragas.

### 3.2 – Avaliação das Alternativas

Na análise das alternativas de produção agrícola considerou-se:

a) condições climáticas normais, com a média do rendimento das culturas nos últimos três anos agrícolas;

b) condições climáticas de seca, com um veranico no desenvolvimento da cultura provocando redução de 15% no rendimento das culturas com adubação verde e de 30% nas sem adubação verde <sup>(8)</sup>;

c) financiamento agrícola, segundo as normas que prevaleceram no ano agrícola de 1980/81 para os grandes produtores, ou seja, financiamento de 80% do VBC para custeio das culturas anuais à taxa de juros de 33% a.a. e de 80% dos investimentos à taxa de juros de 38% a.a.;

d) financiamento de custeio de 50% dos VBCs à taxa de juros de 45% a.a. e de 100% para os investimentos à taxa de 74% a.a. Assim, foram elaborados os fluxos de caixa de cada alternativa para as formulações acima, bem como determinada a taxa interna de retorno para cada uma delas. As formulações "a", "c" e "d" são semelhantes, mudando-se apenas as condições de financiamento.

O confronto entre as alternativas com e sem adubação verde e com condições climáticas normais indica que aquelas com adubação verde apresentaram taxas de retorno que corresponderam pelo menos ao dobro das taxas de retorno das que não utilizaram adubação verde. Assim, a alternativa I (soja-milho-amendoim das águas e mucuna preta) apresentou uma taxa interna de retorno de 46,58% a.a., enquanto que na alternativa II (igual à I, mas sem adubação verde) foi de 20,17% a.a.; quando se considerou o sorgo como cultura de inverno (alternativa III), atingiu apenas 17,05% a.a., indicando uma nítida vantagem da alternativa I, com adubação verde. Mesmo numa situação de clima desfavorável com "veranico" no desenvolvimento da cultura, observou-se uma nítida vantagem da

<sup>(8)</sup> Segundo informações dos produtores e pesquisadores, assumiu-se em condições de clima anormal, com deficiência hídrica no período de desenvolvimento das culturas, uma queda de 15% na produtividade das culturas em rotação e com adubação verde, e de 30% naquelas sem adubação verde.

QUADRO 1. - Alternativas de Combinações de Culturas em Rotação com e sem Adubação Verde nas Delegacias Agrícolas de Barretos, Ituverava e São Joaquim da Barra da Região de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo, 1980/81

Atividades	Alternativas															
	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Soja com adubação verde	192	60					211	66	134	42						
Soja			192	60	192	60					211	66	134	45	211	66
Algodão com adubação verde							70	22	144	45						
Algodão											70	22	144	42	70	22
Milho com adubação verde	58	18					33	10	36	11						
Milho			64	20	64	20					39	12	42	13	39	12
Milho consorciado com mucuna	6	2					6	2	6	2						
Amendoim das águas	64	20	64	20	64	20										
Sorgo					86	(27)										96 (30)
Mucuna preta (adubação verde)	80	(25)					80	(25)	80	(25)						
Área total cultivada	400	—	320	—	406	—	400	—	400	—	320	—	320	—	416	—
Área agrícola total	320	100	320	100	320	100	320	100	320	100	320	100	320	100	320	100

Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA).

alternativa I (TIR = 24,64% a.a.) sobre as alternativas II (TIR = 4,09% a.a.) e III (TIR = 1,54% a.a.), segundo as hipóteses de rendimento consideradas.

Analisando-se as alternativas IV, VI e VIII, verificou-se que a alternativa IV (soja-algodão-milho, mucuna) apresentou uma taxa de retorno de 49,36% a.a., levemente superior à apresentada pela alternativa I, em função do algodão. Esta mesma combinação de atividades sem adubação verde (alternativa VI) indicou uma taxa interna de retorno de 20,00% a.a.; ao se adicionar sorgo de inverno (alternativa VIII), a TIR foi de 23,67% a.a.

Considerando-se as alternativas em que o algodão ocupa maior proporção da área cultivada, a alternativa V (algodão-soja-milho-mucuna) mostrou uma taxa interna de retorno de 71,04% a.a., a maior obtida sob condições climáticas normais, enquanto que para a alternativa VII, sem adubação verde, a TIR foi de 39,21% a.a.; no entanto, este retorno foi menor que o das alternativas I e IV, onde a soja é o produto principal e é cultivada sem adubação verde.

No ano agrícola de 1980/81 observou-se que as empresas que apresentavam a maior taxa interna de retorno eram as que tinham como cultura principal o algodão que, apesar do maior risco, apresentou uma elevada renda bruta por hectare.

Ao se considerar as diferentes alternativas em condições climáticas normais, sem financiamento e com as duas formas de financiamento agrícola, verificou-se o aumento do retorno relativo das alternativas com adubação verde em relação às que não adotaram tal prática.

### 3.3 – Estimativas dos Benefícios a Serem Obtidos na Adoção da Inovação Tecnológica

As estimativas dos benefícios sociais indicaram que, no sistema de rotação com adubação verde, a cultura da soja apresentou aumento de 16% no rendimento, com uma redução nos custos com insumos de 25%, comparativamente ao algodão que apresentou aumento de rendimento de apenas 5% e redução nos custos com insumos de 21%. Por outro lado, a cultura do milho conseguiu o maior aumento de rendimento da ordem de 45%, com uma redução nos custos com insumos de 3%; enquanto que, no amendoim, o rendimento aumentou apenas 8%, com redução nos custos de insumos de 7%.

Os benefícios analisados por cultura, no sistema de produção com rotação, indicaram a magnitude dos ganhos sociais oriundos da adoção da inovação. Assim, na hipótese de que em 50% da área com soja, milho, algodão e amendoim da região de Ribeirão Preto se adotasse a referida inovação, obter-se-ia no ano agrícola de 1980/81 um ganho líquido de Cr\$4,75 bilhões com o maior rendimento e com a redução nos custos de insumos utilizados. Haveria, assim, uma redução na utilização de 1.686t de N, 1.417t de  $P_2O_5$ , 5.896t de  $K_2O$  <sup>(9)</sup> e 227 mil litros de herbicidas, o que representaria uma econo-

<sup>(9)</sup> Em termos de toneladas de nutrientes.



mia apreciável, dado o elevado custo desses insumos.

---

#### **4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS**

---

Como conclusão geral deste estudo, destaca-se que a prática analisada, apesar de não apresentar resultados evidentes a curto prazo, elevou as taxas de retorno dos produtores que a utilizavam, levando a uma economia e melhor utilização dos fatores de produção na agricultura.

No entanto, estes resultados indicaram que a adubação verde apresenta certa especificidade locacional em função do solo, clima, culturas exploradas, entre outros fatores, devendo-se definir a tecnologia a ser utilizada e qual a leguminosa mais adequada a uma determinada região, entre outros aspectos. Assim, para que um maior número de produtores adote a inovação, torna-se necessário realizar inúmeros experimentos de demonstração da técnica em diferentes regiões do Estado, com o apoio dos extensionistas e pesquisadores, uma vez que a sua utilização depende de habilidade técnica e de inúmeras operações.

Nesse sentido, a maior utilização da adubação verde irá exigir também um maior investimento em pesquisa agrícola nesta área e ao nível das diferentes regiões agrícolas do Estado, para que os produtores disponham de informações e possam, assim, adotá-las mais seguramente.