

# Avaliação econômica e de risco da produção de soja em rotação com cana-de-açúcar na Região Norte Fluminense

Edson Alves de Lima<sup>1\*</sup>, Fábio Cunha Coelho<sup>2</sup>, Marcos Luiz Rebouças Bastiani<sup>2</sup>, Adelmo Golynski<sup>1</sup>, Niraldo José Ponciano<sup>3</sup> e Andréa Aparecida de Lima<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Laboratório de Fitotecnia, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Av. Alberto Lamego, 2000, 28013-602, Parque Califórnia, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. <sup>2</sup>Laboratório de Fitotecnia, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. <sup>3</sup>Laboratório de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. <sup>4</sup>Curso de Graduação em Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: ealima@uenf.br

**RESUMO.** Por meio deste estudo, objetivou-se estimar a rentabilidade de cultivares de soja em sistema de semeadura convencional (SSC) e direta (SSD) nos municípios de Campos dos Goytacazes e Quissamã, na região Norte Fluminense do Estado do Rio de Janeiro, utilizando-se o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR). Buscou-se identificar, por meio da análise de sensibilidade, os itens de maior peso na determinação da rentabilidade, além de estimar o risco de cada cultivar nos sistemas, via método de Monte Carlo. Em Campos dos Goytacazes, todas as cultivares avaliadas apresentaram rentabilidade satisfatória, sendo que os maiores VPL e TIR foram obtidos pela cultivar Vencedora em SSD. O preço da soja foi identificado como a variável de maior efeito sobre a rentabilidade para os dois sistemas, seguido das operações mecanizadas no SSC e fertilizantes no SSD. Nas condições da pesquisa, a cultivar mais promissora foi a Vencedora, quando cultivada no SSD, em Campos dos Goytacazes, oferece baixo risco econômico.

**Palavras-chave:** rotação de culturas, *Glycine max*, *Saccharum* sp.

**ABSTRACT. Economic and risk evaluation of the soybean production in rotation with sugarcane in the North Fluminense Region.** The objective of the study was to calculate the soy cultivar yield in systems of conventional sowing (SCS) and direct sowing (SDS) in Campos dos Goytacazes and Quissamã cities, in North Fluminense Region in the state of Rio de Janeiro, through Net Present Value (NPV) and the Internal Return Rate (IRR), identifying, by means of the sensitivity analysis, the most significant items to determine yield, besides estimating the risk of each cultivar in the systems through the Monte Carlo method. In Campos dos Goytacazes, all the cultivars presented acceptable yield. The largest ones are NPV and IRR, which were acquired by the 'Vencedora' in SDS cultivar. The price of the product was identified as the variable of strongest effect on the yield for the two systems, followed by the mechanized operations in SCS and fertilizers in SDS. Under research conditions, the most promising cultivar was 'Vencedora'. Once cultivated in the SDS in Campos dos Goytacazes, it offered low economic risk.

**Key words:** crop rotation, *Glycine max*, *Saccharum* sp.

## Introdução

Atualmente no Brasil, a cana-de-açúcar constitui a terceira cultura temporária em área plantada com mais de 5,5 milhões de hectares e produtividade média de 72,3 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2005). Enquanto no Brasil a área plantada com a cultura cresceu 25% no período de 1990 a 2003, no Rio de Janeiro, observou-se uma queda de 21% para o mesmo período. No Estado do Rio de Janeiro, a cana-de-açúcar ocupa uma área de aproximadamente 161.850 ha, sendo que 147.285 ha pertencem à região Norte

Fluminense (IBGE, 2005). Apesar da extensa área cultivada, a produtividade da região é uma das mais baixas do Brasil com 45,3 t ha<sup>-1</sup>.

Além da baixa produtividade do setor, a monocultura da cana-de-açúcar torna os produtores altamente dependentes do preço pago pelas usinas e destilarias. Na maioria das propriedades, a cana-de-açúcar é conduzida em monocultivo, tornando-se necessário à pesquisa de espécies com potencial para o uso em rotação com a cana. A rotação de culturas permite que duas ou mais culturas se revezem na mesma área, visando aumentar a fertilidade do solo,

reduzir a incidência de plantas daninhas, de doenças e de pragas e também funciona como alternativa econômica para o produtor. O alto custo da reforma dos canaviais leva os produtores a prorrogar a reforma para sete a oito cortes, fazendo com que a produtividade média reduza drasticamente. A busca de uma cultura de ciclo curto que possa amortizar parte do custo da reforma pode incentivar o produtor a reformar a lavoura mais cedo, aumentando assim, a produtividade.

Considerando uma taxa média de renovação dos canaviais de 20%, a região Norte Fluminense apresenta em potencial 32.370 ha de cana-de-açúcar para serem reformados anualmente. De modo geral, a colheita ocorre entre maio e novembro e as áreas de renovação são deixadas em pousio até o plantio do ano seguinte que ocorre entre janeiro e março (Oliveira *et al.*, 1997). O que se faz geralmente, é a eliminação da soca, seguido do preparo do solo e novo plantio de cana, sem o uso de rotação com outras culturas. Durante esse período, ficam ociosos os recursos terra e mão-de-obra. Esta área, potencialmente, pode ser utilizada para rotação com outras espécies, com destaque para a soja, pois parte dos custos da reforma pode ser paga pela produção da soja (Peixoto, 1985). A soja pode ser uma cultura interessante para ser utilizada em rotação com a cana em áreas de renovação porque apresenta ciclo curto, podendo ocupar essas áreas no período de outubro a março, coincidindo com o período de chuvas na região.

A soja atualmente, é a segunda cultura em área plantada no Brasil que, no âmbito mundial, é o segundo maior produtor dessa leguminosa (Dall'Agnol, 2006). No Brasil, a expansão do cultivo da Região Sul em direção ao Brasil Central foi estimulada devido aos estímulos como incentivos fiscais para abertura de novas fronteiras agrícolas, baixo valor da terra nas novas regiões, topografia favorável à mecanização, desenvolvimento de cultivares adaptadas a baixas latitudes, dentre outras (Embrapa, 2004).

De acordo com a evolução do consumo observada entre 1961 e 2003, a Ásia, a América do Norte e a Europa deverão se consolidar como os maiores consumidores mundiais de soja e derivados até 2020. Para os próximos anos, pode-se estimar que o consumo mundial deve manter o mesmo ritmo de expansão acelerado, estimulado especialmente pelas compras realizadas pelos países asiáticos, que devem assumir a liderança destacada em termos do consumo mundial de soja e derivados. Três fatores devem ter um papel decisivo na elevação do consumo mundial de soja e derivados nas próximas décadas, a saber: o aumento do

consumo humano, a elevação da demanda derivada do complexo de carnes e a nova demanda criada a partir da implantação de programas nacionais para produção de biodiesel implantados em vários países. Além disso, vale lembrar que a demanda para uso na pecuária deverá continuar a ser impactada positivamente na Europa pela necessidade de substituir os componentes de origem animal da ração utilizada na pecuária pela soja, evitando, assim, a encefalopatia espongiforme bovina, conhecida como mal da vaca louca (Siqueira, 2004).

Neste trabalho objetivou-se estimar a rentabilidade de cultivares selecionados de soja em sistema de semeadura convencional e direta, em Campos dos Goytacazes e Quissamã, na Região Norte Fluminense. Os objetivos específicos foram: estimar o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR) como também, identificar os itens de maior peso na determinação da rentabilidade e além disto, estimar o risco do cultivo de soja em áreas de renovação de canaviais.

## Material e métodos

### Avaliação da viabilidade econômica

Os fluxos de caixa representam as estimativas de entradas (receitas) e saídas (despesas) de recursos monetários em um determinado projeto produtivo ao longo do tempo. O resultado líquido desses fluxos pode ser calculado subtraindo-se das receitas as despesas. Nesse processo, é usado como referência um único momento no horizonte de tempo, para o qual todos os valores são atualizados por meio de fórmulas financeiras de acumulação ou desconto de juros. Entre estas estão o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR).

Para verificar a viabilidade econômica dos sistemas agrícolas, geralmente, utiliza-se o VPL (valor presente líquido) para uma taxa de juros de 10% ao ano. O critério do VPL usa o momento inicial do projeto como referência temporal para o cálculo da viabilidade, podendo ser expresso por:

$$VPL = -FC_0 + \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} \quad (1)$$

em que:

VPL = valor presente líquido;

$FC_0$  = fluxo de caixa inicial;

$FC_j$  = valores dos fluxos líquidos (diferença entre entradas e saídas);

j = período de análise (1,2,3,...n);

n = vida útil do projeto;

i = taxa de desconto.

Como critério de decisão, aceitam-se os investimentos com VPL positivo e rejeitam-se conseqüentemente, os investimentos que resultem em VPL negativo. Na comparação entre dois projetos ou alternativas de um projeto, aceita-se o de maior VPL (Buarque, 1991). Pode-se deduzir facilmente da expressão para cálculo de VPL que projetos com duração definida terão VPL positivo, quando o valor presente das receitas for maior que o valor presente dos custos. Esse princípio torna evidente o fato de que VPs (Valores Presentes) menores e até negativos são esperados conforme se aumenta o valor da taxa de desconto. Essa expressão, entretanto, serve apenas para avaliar fluxos de caixa com duração definida.

A Taxa Interna de Retorno (TIR), por definição, é a taxa que torna o VPL de um fluxo de caixa nulo. Nesses termos, um projeto será tanto mais desejável quanto maior for sua TIR, pois maior será o retorno ao capital investido. Pode-se determinar o valor da TIR, utilizando-se a seguinte expressão:

$$FC_0 + \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+TIR)^j} = 0 \quad (2)$$

em que:

$FC_0$  = fluxo de caixa inicial;

$FC_j$  = valores dos fluxos líquidos (diferença entre entradas e saídas);

$j$  = período de análise (1,2,3,...n);

$n$  = vida útil do projeto;

TIR = taxa interna de retorno.

#### A tomada de decisão sob condições de risco

Além da produtividade, outros elementos que afetam o orçamento possuem probabilidade de variarem, como por exemplo, os preços dos insumos e produtos. É difícil de prever em que níveis estarão os preços no futuro. É também difícil estimar os custos de oportunidade de um determinado insumo. Para estimar a amplitude desses preços usamos o método da análise de sensibilidade.

A análise de sensibilidade consiste em medir em que magnitude uma alteração prefixada em um ou mais fatores do projeto altera o resultado final. Esse procedimento permite avaliar de que forma as alterações de cada uma das variáveis do projeto podem influenciar na rentabilidade dos resultados esperados (Buarque, 1991).

O procedimento básico para se fazer uma análise de sensibilidade consiste em escolher o indicador a sensibilizar e determinar sua expressão em função

dos parâmetros e variáveis escolhidas. Por meio de um programa de computação obtêm-se os resultados a partir da introdução dos valores dos parâmetros na expressão (1 ou 2) e faz-se a simulação mediante variações em um ou mais parâmetros e verifica-se de que forma e em que proporções essas variáveis afetam os resultados finais em termos de probabilidade.

Para avaliar o risco envolvido nos diversos sistemas, pode-se empregar a técnica da simulação de Monte Carlo. O princípio básico dessa técnica reside no fato de que a frequência relativa de ocorrência do acontecimento de certo fenômeno tende a aproximar-se da probabilidade de ocorrência desse mesmo fenômeno, quando a experiência é repetida várias vezes assumindo valores aleatórios dentro dos limites estabelecidos (Hertz, 1964). Exemplos de utilização dessa técnica para a abordagem do risco em atividades agrícolas podem ser encontrados em vários trabalhos, como os de Noronha e Latapia (1988), Biserra (1994) e Ponciano *et al.* (2004).

De acordo com Noronha e Latapia (1988), a seqüência de cálculos para a realização da simulação de Monte Carlo é a seguinte: (1) identificar a distribuição de probabilidade de cada uma das variáveis relevantes do fluxo de caixa do projeto; (2) selecionar ao acaso um valor de cada variável, a partir de sua distribuição de probabilidade; (3) e calcular o valor do indicador de escolha cada vez que for feito o sorteio indicado no item (2); (4) repetir o processo até que se obtenha uma confirmação adequada da distribuição de frequência do indicador de escolha. Essa distribuição servirá de base para a tomada de decisão.

Dada a impossibilidade de se estudar a distribuição de probabilidade de todas as variáveis, a melhor alternativa consiste em identificar, mediante análise de sensibilidade, aquelas que têm maior efeito sobre o resultado financeiro do projeto. Outro aspecto é que, embora existam, estatisticamente, vários tipos de distribuições de probabilidade, a tarefa de identificar a distribuição específica de uma determinada variável é freqüentemente custosa.

Mediante a geração de números aleatórios, valores são obtidos para essas variáveis, daí resultando vários fluxos de caixa e, conseqüentemente, vários indicadores de resultados para o projeto. Pela repetição desse procedimento um número significativo de vezes, gera-se a distribuição de freqüências do indicador do projeto, que permite aferir a probabilidade de sucesso ou insucesso do mesmo.

### Fonte de dados

Para comparação da viabilidade econômica consideraram-se dois locais na Região Norte Fluminense (Campos dos Goytacazes e Quissamã, Estado do Rio de Janeiro) em dois sistemas de semeadura da soja (sistema convencional e sistema de semeadura direta sobre a palha da cana), utilizando os cultivares selecionados em experimentos na safra 2004/05, momento que se avaliou característica de produtividade, altura de planta e altura de inserção da primeira vagem. O solo de Campos dos Goytacazes foi classificado como Cambissolo e o de Quissamã como Argissolo. O sistema de semeadura convencional (SSC) consistiu das seguintes etapas: a) queima prévia da cana-de-açúcar; b) colheita; c) preparo do solo; d) semeadura e e) condução (comum aos dois sistemas). O sistema de semeadura direta (SSD) consistiu das etapas: a) colheita da cana-de-açúcar sem queima; b) dessecação da soca; c) semeadura; e condução (comum aos dois sistemas).

Os cultivares avaliados foram: Conquista, Vencedora, Foscarin, Monsoy 6101, Emgopa 302, Emgopa 316, CD 208, BRS 133, BRS 185, BRS 213, BRS 214 e BRS 232. Somente os cultivares que se destacaram em altura de planta (sem acamamento), altura de inserção da primeira vagem e produtividade foram utilizadas para análise econômica. Na geração dos fluxos de caixa de cada cultivar foi empregada a produtividade observada nos experimentos descontados 10% (pois em nível experimental as condições para produção são as melhores, o que nem sempre ocorre em áreas comerciais) e o preço histórico da soja de US\$ 13,70/saca (Borges, 2005) na cotação de R\$ 2,27/US\$ para a data de 26/10/2005 (Banco Central do Brasil, 2005). Para cálculo do VPL, utilizou-se as taxas de desconto de 0,17; 0,33; 0,49; 0,64; 0,79 e 0,95% ao mês (proporcionais às taxas de 2; 4; 6; 8; 10 e 12% a.a.) num horizonte de planejamento de cinco meses, período em que a soja ocupa a área. Já para a simulação de Monte Carlo, utilizou-se os preços de venda da soja e de insumos referentes ao município de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo, durante o período de 2000 a 2004 (Anuário IEA, 2005). A escolha de Ribeirão Preto se deve ao fato de ser um município produtor de cana-de-açúcar, onde a colheita crua é realizada em mais de 80% da área total e que realiza semeadura direta da soja sobre a palha da cana-de-açúcar com bastante sucesso.

Levando-se em conta que as áreas destinadas à renovação da cana-de-açúcar fica ociosa durante o período de setembro a março (período ocupado pela

soja), desconsiderou-se a remuneração da terra para simulação de Monte Carlo. No entanto, utilizou-se para cálculo do VPL e do TIR.

### Resultados e discussão

Na Tabela 1 estão os resultados dos indicadores de rentabilidade dos cultivares de soja nos dois sistemas de semeadura e nos dois locais de estudo. Por meio de análise estatística, realizada pelo Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), verificou-se interação entre cultivares, sistemas de semeadura e local para produtividade da soja. Sendo assim, desdobrou-se a interação cultivar/sistema/local, e os cultivares mais produtivos que apresentaram também altura e inserção satisfatórias, foram utilizados nas planilhas de custo e avaliação econômica.

De modo geral, Campos dos Goytacazes apresentou melhor desempenho dos indicadores quando comparado a Quissamã. Quanto aos sistemas de semeadura, o sistema de semeadura direta foi superior ao convencional (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR) para um horizonte de planejamento de cinco meses, para cultivares de soja nos sistemas convencional (SSC) e direto (SSD), em Campos dos Goytacazes e Quissamã, na Região Norte Fluminense, no ano agrícola de 2004/05.

Local	Cultivar	Vpl**						Tir (%)	
		Sist.	0,17%*	0,33%	0,49%	0,64%	0,79%		0,95%
Quissamã	Conv.	Foscarin	-643,78	-659,12	-674,06	-688,63	-702,81	-716,72	-5,64
		Emgopa 316	-588,06	-603,76	-619,05	-633,97	-648,51	-662,71	-5,09
		Conquista	-557,11	-573,00	-588,49	-603,6	-618,33	-632,70	-4,79
	Dir.	Monsoy 6101	-284,70	-302,36	-319,56	-336,33	-352,69	-367,66	-2,28
		Foscarin	-430,87	-446,69	-462,10	-477,13	-491,79	-506,09	-3,79
		Vencedora	-382,95	-399,08	-414,79	-430,11	-445,06	-459,64	-3,26
	Emgopa 316	-313,24	-329,82	-345,97	-361,72	-377,08	-392,07	-2,67	
Campos dos Goytacazes	Conv.	Monsoy 6101	77,47	57,48	38,00	19,01	0,48	-17,60	0,80
		Emgopa 316	105,33	85,16	65,50	46,34	27,64	9,40	1,02
		Vencedora	136,29	115,92	96,06	76,71	57,88	39,41	1,27
	Dir.	BRS 133	374,64	352,73	331,38	310,57	290,26	270,44	3,14
		Emgopa 316	243,95	223,78	204,12	184,96	166,31	148,02	2,22
		Emgopa 302	327,52	306,82	286,63	266,96	247,76	229,03	2,90
		Monsoy 6101	358,48	337,57	317,19	297,33	277,95	259,03	3,14
		Vencedora	859,95	835,81	812,28	789,33	766,95	745,11	6,94

Fonte: Dados da pesquisa; \*Taxas proporcionais a 2; 4; 6; 8; 10 e 12% a.a., respectivamente; \*\* Valor Presente Líquido calculado para um horizonte de cinco meses (tempo que a soja ocupa a área) em rotação com a cana-de-açúcar nas áreas de reforma. Sist. = Sistema; Dir. = Direto; Conv. = Convencional.

Em Quissamã, no sistema de semeadura convencional (SSC) todas os cultivares apresentaram VPLs negativos para taxas de desconto utilizadas (até 12% a.a.). Além disso, as TIRs também foram negativas indicando, portanto, ser inviável a atividade nessas condições. O cultivar de melhor desempenho foi o Monsoy 6101; no entanto, com VPL de R\$ -377,08 para taxa de 0,79% a.m. e TIR de -2,28%. No mesmo local, em sistema de semeadura direta (SSD) os cultivares também apresentaram VPLs negativos em todas as taxas de desconto utilizadas e TIRs < 0.

Observa-se que a cultivar Emgopa 316 apresentou melhores resultados, porém, insuficiente para ser recomendada. As baixas produtividades dos cultivares foram responsáveis pelos resultados negativos verificados em Quissamã (Tabela 1).

Em Campos dos Goytacazes, observa-se que o VPL apresentou-se positivo em todas as cultivares para os dois sistemas de semeadura até a taxa de desconto de 0,79% ao mês. De um modo geral, os VPLs foram maiores no SSD em comparação ao SSC por apresentar maiores produtividades, além de menores custos de produção. No SSC destacou-se a cultivar BRS 133 com VPL de R\$ 290,26 para taxa de desconto de 0,79% a.m. Quanto à TIR, a atividade é recomendada, uma vez que este indicador apresentou-se superior a taxa mensal mínima de atratividade, que foi de 0,79% a.m. No SSD os cultivares Emgopa 316, Emgopa 302, Monsoy 6101 e Vencedora apresentaram VPL(s) positivos até a taxa de 0,95% a.m. Nota-se que neste sistema a Vencedora destacou-se apresentando VPL de R\$ 766,95, sendo 276, 309 e 461% superior aos cultivares Monsoy 6101, Emgopa 302 e Emgopa 316, respectivamente.

Na análise de sensibilidade, o item que apresentou maior impacto sobre o VPL e a TIR, quando variado negativamente em 1%, foi a terra seguida pela produtividade, ocorrendo similarmente nos dois sistemas (SSC e SSD) e nos dois locais (Campos dos Goytacazes e Quissamã) (Tabela 2). Devido ao comportamento similar dos dois sistemas de semeadura dentro dos locais, neste estudo, a discussão será enfocada apenas no local de Campos dos Goytacazes em função de apresentar VPLs positivos. Observa-se que no SSC os itens de maior impacto sobre os resultados financeiros por ordem de importância são: terra, preço do produto, operações mecanizadas e fertilizantes. Em seguida, aparecem os itens sementes, outros insumos e

serviços e por último, a mão-de-obra. No SSC em Campos dos Goytacazes, nota-se que a queda de 1% no preço do produto, provocaria a redução de 15,20 e 7,43%, no VPL e TIR, respectivamente (Tabela 2). Além do preço do produto, as operações mecanizadas e fertilizantes têm grande peso na composição do custo, demonstrando que o administrador deve ter atenção especial com estes itens. É importante considerar que operações mecanizadas é item de grande importância devido às várias operações necessárias, principalmente no preparo de solo (subsolagem, gradagem pesada e duas gradagens leves). Observa-se que a variação desfavorável no preço da mão-de-obra influencia pouco na rentabilidade dos sistemas, isso pelo fato de a cultura da soja ser altamente mecanizada.

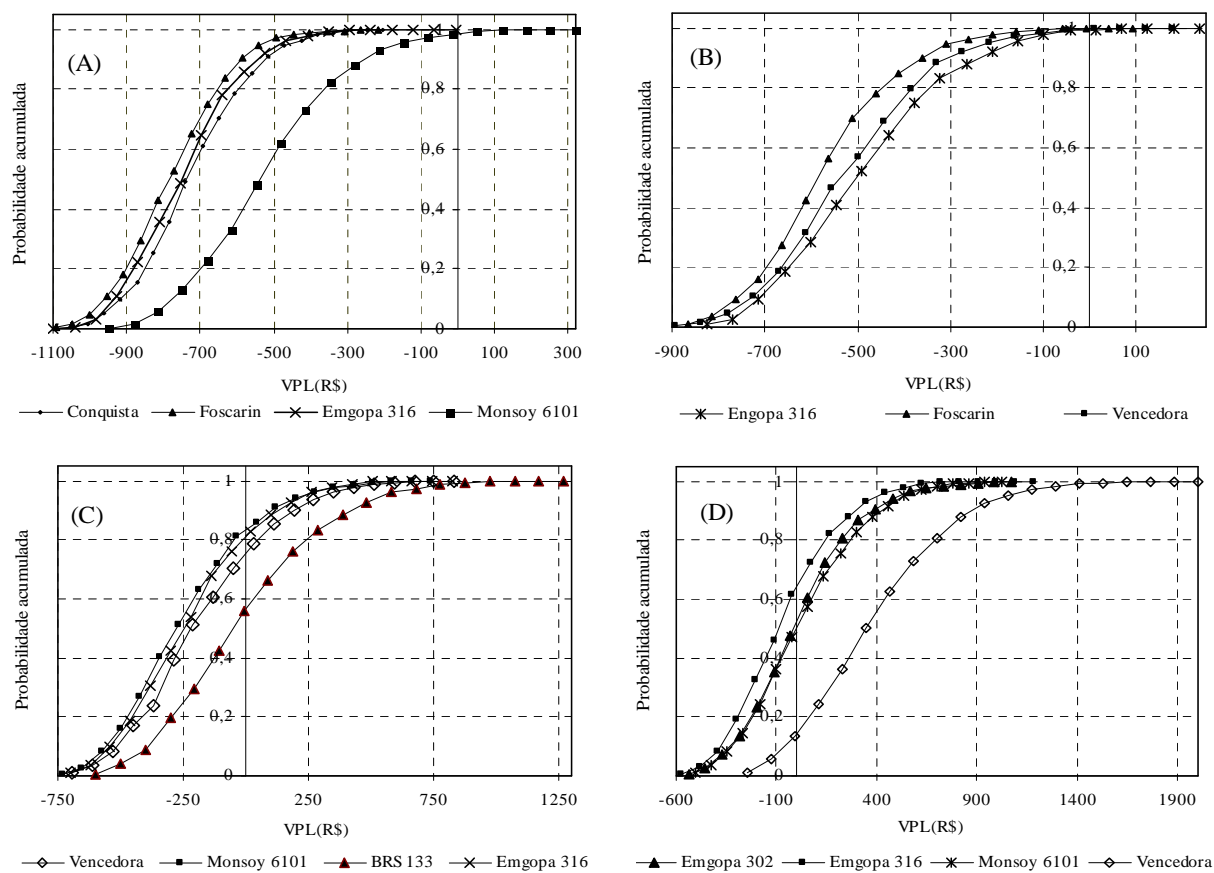
Por outro lado, verifica-se que no SSD ocorre a inversão na ordem de importância das operações mecanizadas, defensivos e fertilizantes. Isso porque o SSD diminui o número de operações mecanizadas com a redução do revolvimento do solo. Neste sistema ocorre um aumento no uso de defensivos utilizado como dessecante da cana soca. Com exceção do preço do produto e terra, a ordem de importância dos itens foi: fertilizantes, defensivos, operações mecanizadas, sementes outros insumos como serviços e mão-de-obra.

As Figuras 1A, B, C e D indicam a probabilidade acumulada do VPL obtidas por meio da simulação de Monte Carlo. Observa-se nas figuras 1A e B que em Quissamã todas as variedades apresentam grande probabilidade de apresentar VPL negativo, independentemente do sistema de cultivo. No SSC a cultivar de melhor desempenho foi a Monsoy 6101; no entanto, apresenta a probabilidade de 99,29% em obter VPL<0. Já os cultivares Foscarin, Emgopa 316 e Conquista apresentaram probabilidade de 100% em obter VPL<0.

**Tabela 2.** Redução em pontos percentuais no Valor Presente Líquido (VPL) e na Taxa Interna de Retorno (TIR) dos sistemas de semeadura convencional (SSC) e direta (SSD) de soja decorrente de uma variação desfavorável de 1% nos preços da terra, insumos, mão-de-obra e do preço do produto de soja cultivada nos sistemas convencional (SSC) e direto (SSD), em Campos dos Goytacazes e Quissamã, na Região Norte Fluminense, no ano agrícola de 2004/2005.

Item	Quissamã								Campos dos Goytacazes							
	SSC				SSD				SSC				SSD			
	VPL (R\$)	Δ (%)	TIR (%)	Δ (%)	VPL (R\$)	Δ (%)	TIR (%)	Δ (%)	VPL (R\$)	Δ (%)	TIR (%)	Δ (%)	VPL (R\$)	Δ (%)	TIR (%)	Δ (%)
Valor base	-579,05	0,00	-4,41	0,00	-437,41	0,00	-3,26	0,00	94,10	0,00	1,57	0,00	365,54	0,00	3,86	0,00
1. Sementes	-580,62	-0,27	-4,43	-0,28	-438,99	-0,36	-3,27	-0,40	92,52	-1,68	1,56	-0,85	363,96	-0,43	3,84	-0,37
2. Fertilizantes	-582,31	-0,56	-4,44	-0,58	-440,68	-0,75	-3,29	-0,83	90,83	-3,47	1,55	-1,75	362,27	-0,89	3,83	-0,76
3. Defensivos	-581,33	-0,39	-4,43	-0,44	-440,46	-0,69	-3,29	-0,80	91,81	-2,43	1,55	-1,21	362,50	-0,83	3,83	-0,69
4. Op. Mec.	-583,01	-0,68	-4,45	-0,75	-439,22	-0,41	-3,28	-0,50	90,13	-4,21	1,54	-2,10	363,73	-0,49	3,84	-0,40
5. Mão-de-obra	-579,25	-0,04	-4,41	-0,04	-437,63	-0,05	-3,26	-0,05	93,89	-0,22	1,57	-0,11	365,32	-0,06	3,85	-0,05
6. Outros ins.	-580,47	-0,25	-4,43	-0,28	-438,84	-0,33	-3,27	-0,39	92,67	-1,52	1,56	-0,75	364,11	-0,39	3,84	-0,32
7. Terra	-599,04	-3,45	-4,57	-3,55	-457,41	-4,58	-3,43	-5,10	74,10	-21,25	1,41	-10,65	345,54	-5,47	3,68	-4,67
8. Preço do prod.	-586,62	-1,31	-4,49	-1,67	-445,02	-1,74	-3,33	-2,29	79,79	-15,20	1,46	-7,43	349,90	-4,28	3,73	-3,26

Fonte: Dados da pesquisa; Op. Mec. = operações mecanizadas; Outros ins. = outros insumos e serviços; preço do prod. = preço do produto.



**Figura 1.** Distribuição de probabilidade acumulada do Valor Presente Líquido (VPL) obtido mediante Simulação de Monte Carlo para os cultivares: (A) Conquista, Foscarin, Emgopa 316 e Monsoy 6101 no sistema de semeadura convencional (SSC) em Quissamã; (B) Emgopa 316, Foscarin e Vencedora no sistema de semeadura direta (SSD) em Quissamã; (C) Vencedora, Monsoy 6101, BRS 133 e Emgopa 316 no SSC em Campos dos Goytacazes; e (D) Emgopa 302, Emgopa 316, Monsoy 6101 e Vencedora no SSD em Campos dos Goytacazes, Estado do Rio de Janeiro.

No mesmo local, para o SSD, a probabilidade de VPL negativo foi de 99,84, 99,55 e 99,98% para os cultivares Vencedora, Emgopa 316 e Foscarin, respectivamente.

Pela simulação de Monte Carlo nota-se que o cultivo de soja em Campos dos Goytacazes oferece menores riscos para o produtor nos dois sistemas de semeadura, em especial no SSD (Figuras 1C e D). No SSC, a Monsoy 6101, Emgopa 316 e Vencedora apresentaram, respectivamente, probabilidade de 78,90, 76,49 e 70,49% de  $VPL < 0$  (Figura 1C).

Observa-se na figura 1D que se reduzem os riscos quando se utilizam os cultivares Emgopa 316, Emgopa 302, Monsoy 6101 e Vencedora no SSD, em Campos dos Goytacazes. Verificaram-se probabilidades maiores para o sojicultor obter VPL negativo para Emgopa 316 (55,13%), Emgopa 302 (43,21%) e Monsoy 6101 (40,86%) comparadas à Vencedora (11,02%), considerando um horizonte de planejamento de cinco meses. A cultivar que ofereceu menor risco ao produtor nessas condições foi a Vencedora, com probabilidade de 11,02% do

VPL ser negativo.

Pela simulação de Monte Carlo, verifica-se que a atividade apresenta grande probabilidade de obter VPL negativo para ambos os sistemas de semeadura, mas de certa forma, este risco não inviabiliza a atividade devido a outros fatores benéficos que a mesma pode proporcionar para a cultura principal, que é a cana-de-açúcar.

O estabelecimento de áreas comerciais na região seguido do aumento da procura de insumos (fertilizantes, defensivos e sementes) pode levar a um aumento no número de estabelecimentos ofertantes dos mesmos, o que possivelmente provocará redução dos preços.

Com isso, pode-se melhorar ainda mais a viabilidade econômica da atividade, visto que são itens de grande influência na rentabilidade dos sistemas.

## Conclusão

Este trabalho permite concluir que para as taxas de desconto consideradas, o uso dos cultivares de soja nos

dois sistemas de semeadura em rotação com a cana-de-açúcar foram viáveis para o município de Campos dos Goytacazes, na Região Norte Fluminense. No entanto, o sistema de semeadura direta é preferível, pois apresentou maior Valor Presente Líquido (VPL) e maior Taxa Interna de Retorno (TIR) nos cultivares utilizados para um ciclo da cultura (cinco meses).

Por meio da análise de sensibilidade, verificou-se que o preço do produto foi o item que mais influenciou no resultado financeiro. No sistema de semeadura convencional (SSC), além do preço do produto, as operações mecanizadas e os fertilizantes também apresentaram grande impacto sobre a rentabilidade. Já no sistema de semeadura direta (SSD), os fertilizantes e os defensivos foram os mais importantes. Portanto, o administrador ou proprietário deve dar atenção redobrada à comercialização da produção, visto que o preço da saca de soja foi o item que mais influenciou no resultado financeiro nos dois sistemas de produção.

Pela simulação de Monte Carlo, a decisão do uso dos cultivares avaliados, tanto no SSC quanto no SSD em Quissamã, também na Região Norte Fluminense, incorre em grande risco do empreendimento. Por outro lado, em Campos dos Goytacazes o risco diminuiu consideravelmente, nos dois sistemas, com destaque para a cultivar Vencedora em SSD.

No sistema de rotação com a cana-de-açúcar a cultura da soja pode servir de estímulo para o sojicultor antecipar a reforma do canavial. Isso porque o preparo do solo da soja pode ser aproveitado pela cana-de-açúcar além de resíduos de fertilizante com possível aumento da produtividade na cana planta. Assim, a decisão de utilizar ou não a rotação da cana-de-açúcar com a soja deve ser tomada analisando os benefícios que a soja pode proporcionar sobre a cana-de-açúcar, que representa a atividade agrícola principal de Campos dos Goytacazes e Quissamã.

Sugere-se, para próximos trabalhos, que se faça uma análise comparando a rotação soja/cana com a cana em pousio sem rotação, para verificar o potencial da soja no sistema de rotação proposto. Este estudo futuro poderá vislumbrar melhor os efeitos do cultivo da soja em rotação com a cana-de-açúcar sobre outros aspectos da cultura que influenciam na planilha de custo como uso de herbicidas, fertilizantes e produtividade da cana planta e também sobre a cana soca.

### Agradecimentos

Os autores agradecem à Faperj pela concessão da bolsa ao primeiro autor; à Associação Fluminense dos Plantadores de Cana - Asflucan; ao Pesquisador da Embrapa Soja, Antônio Garcia; à Brejeiro

produtora de sementes, à Usina Santa Cruz; ao Proprietário da Fazenda São Miguel em Quissamã.

### Referências

- ANUÁRIO IEA - Instituto de Economia Agrícola. *Série Técnica Apta*, São Paulo, v. 16, n. 1, 2005. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/publicacoes/ieant.php>>. Acesso em: 5 nov. 2005.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. Disponível em: <<http://www5.bcb.gov.br/pec/taxas/port/PtaxRPesq.asp?idpai=TXCOTACAO>>. Acesso em: 26/10/2005.
- BISERRA, J.V. Rentabilidade da irrigação pública no Nordeste, sob condições de risco: o caso do perímetro Morada Nova. *Rev. Econ. Sociol. Rural*, Rio de Janeiro, v. 32, n. 3, 1994.
- BORGES, G.B. Tendências de mercado e projeções para suprimento de soja. FAEP - Federação da Agricultura do Estado do Paraná. *Boletim Informativo*, Curitiba, n. 857, 2005. Disponível em: <<http://www.fae.com.br/boletim/bi857/mercadobi857.htm>>. Acesso em: 26 out. 2005.
- BUARQUE, C. *Avaliação econômica de projetos*. 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991.
- DALL'AGNOL, A. Perspectivas da soja brasileira. 2006. Disponível em: <<http://www.portaldagronegocio.com.br>>. Acesso em: 28 nov. 2006.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Tecnologia de produção de soja - Brasil Central - 2005*. Londrina: Embrapa/Soja, 2004.
- HERTZ, O.B. Risk analysis in capital investment. *Harvard Bus. Rev.*, Harvard, v. 42, n. 1, p. 95-106, 1964.
- IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento sistemático da produção agrícola. Brasília: IBGE, 2005. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 set. 2005.
- NORONHA, J.F.; LATAPIA, M.X.L.C. Custos de produção agrícola sob condições de risco no Estado de São Paulo. *Rev. Econ. Sociol. Rural*, Rio de Janeiro, v. 26, n. 3, 1988.
- OLIVEIRA, L.A.A. et al. *Efeito da rotação com soja na cultura da cana-de-açúcar*. Niterói: Pesagro-Rio, 1997.
- PEIXOTO, A.A. *Rotação de cultura*. Campos: IAA/Planalsucar/Coest, 1985.
- PONCIANO, N.J. et al. Análise de viabilidade Econômica e de risco da fruticultura na região Norte Fluminense. *Rev. Econ. Sociol. Rural*, Rio de Janeiro, v. 42, n. 4, p. 615-635, 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-20032004000400005&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032004000400005&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 25 set. 2005.
- SIQUEIRA, T.V. O Ciclo da Soja: Desempenho da cultura da soja entre 1961 e 2003. *BNDES - Setorial*, Rio de Janeiro, v. 20, p. 127-222, 2004. Disponível em <[http://www.bndes.gov.br/conhecimento/bnset/set2003\\_1.pdf](http://www.bndes.gov.br/conhecimento/bnset/set2003_1.pdf)>. Acesso em: 10 set. 2005.

Received on June 30, 2006.

Accepted on December 08, 2006.