

A formulação de recomendações a partir de dados agronómicos

Um manual metodológico de avaliação económica CIMMYT – Programa de economia

Primeira parte - Introdução

Capítulo Um – Panorama geral da análise económica

Neste manual apresenta-se uma série de procedimentos para se realizar a análise económica dos resultados obtidos nos ensaios nas machambas. Pretende-se que este manual seja usado pelos cientistas agrícolas quando eles fazem as recomendações para os agricultores a partir dos dados agronómicos. A elaboração de recomendações que se ajustem aos objectivos e às condições do agricultor não é necessariamente difícil, mas quando se ignora os factores que são importantes para o agricultor, é muito fácil formular recomendações inadequadas. Alguns destes factores podem não ser muito evidentes.

Uma recomendação é uma informação que o agricultor pode utilizar para melhorar a produtividade dos seus recursos. Pode considerar-se que uma boa recomendação é aquela acção que o agricultor seguiria, com os seus recursos actuais, se tivesse toda a informação que está disponível para os pesquisadores. Os agricultores podem ser capazes de usar uma recomendação directamente, como no caso de uma determinada variedade, ou eles podem ajustá-la de alguma forma às suas condições e necessidades, tal como no caso de uma dose de adubo ou de uma técnica de armazenamento. Os dados agronómicos nos quais se baseiam as recomendações, devem ser relevantes para as condições agro-ecológicas próprias do agricultor e a avaliação desses dados deve ser consistente com os objectivos e condições socio-económicas dos agricultores.

A pesquisa nas machambas

As fases do programa de pesquisa nas machambas são mostradas na figura 1.1. e o primeiro passo é o diagnóstico. Se as recomendações são orientadas para o agricultor, a pesquisa deve começar com o entendimento das condições do agricultor. Isto exige algum trabalho de diagnóstico no campo, incluindo as observações feitas nas machamba e as entrevistas com os agricultores. O diagnóstico é usado para ajudar a identificar os factores principais que limitam a produtividade da machamba e para ajudar a especificar as possíveis melhorias.

A informação do diagnóstico é usada no planeamento de um programa de pesquisa experimental que inclua ensaios nas machambas dos agricultores. Este tipo de ensaios deve ser plantados em machambas de agricultores representativos. Depois do primeiro ano, os resultados experimentais formam uma parte importante da informação usada para planear a pesquisa nos ciclos de cultivo subsequentes. Durante a gestão do programa experimental, continuam a realizar-se outros trabalhos de diagnóstico porque os pesquisadores continuam a procurar informação sobre as condições e problemas dos agricultores, que poderão ser úteis no planeamento de futuros ensaios.

Figura 1.1. Etapas da pesquisa nas machambas

Pesquisa nas machambas

		1. Diagnóstico Rever os dados secundários e os inquéritos formais e informais		
Políticas	Escolher os agricultores e as prioridades da pesquisa	2. Planificação Escolher as prioridades da pesquisa e desenhar os ensaios nas machambas	Novos componentes da pesquisa nas machambas	Estação experimental
Objectivos nacionais, fornecimento de insumos, crédito, mercados, etc.		3. Experimentação Realizar os ensaios nas machambas dos agricultores para formular tecnologias melhoradas nas condições do agricultor		Desenvolver e escolher novos componentes tecnológicos
	Identificar os assuntos relacionados com as políticas	4. Avaliação - Avaliação do agricultor - Avaliação agronómica - Análise estatística - Análise económica	Identificar os problemas que se investigam nas estações experimentais	
		5. Recomendação Demonstrar as tecnologias melhoradas aos agricultores		

Os resultados dos ensaios nas machambas devem ser avaliados com base em alguns elementos. Primeiro os pesquisadores devem discutir os resultados com os agricultores para obter as suas opiniões sobre os tratamentos que eles observaram nas suas machambas. A avaliação dos agricultores é muito importante. Os resultados experimentais devem também ser submetidos quer a uma avaliação agronómica como a uma análise estatística. Finalmente, é essencial uma análise económica dos resultados que ajuda os pesquisadores a olhar para os resultados do ponto de vista dos agricultores e ainda a decidir quais tratamentos merecem maior pesquisa e que recomendações podem ser feitas aos agricultores. Os procedimentos para a realização de uma análise económica são o tema deste manual.

Os resultados de uma avaliação dos ensaios na machamba podem ser usados para vários fins. Primeiro, eles podem ser usados para ajudar a planificar as pesquisas subsequentes. Alguns ensaios tem como meta o esclarecimento dos problemas da produção, como por exemplo, se a produção é limitada pela disponibilidade de fósforo, ou se um melhor controle das infestantes vai contribuir para um importante aumento dos rendimentos. As respostas a estas perguntas dão ao pesquisador mais informação que poderá ser usada em trabalhos posteriores. Como foi mostrado na figura 1, essa informação pode ser usada para planear os ensaios subsequentes. Ela também pode ajudar a orientar o trabalho na estação experimental.

Em segundo lugar, os resultados podem ser usados para fazer recomendações aos agricultores. Alguns ensaios vão comparar possíveis melhorias às práticas actuais dos agricultores, por exemplo que dosagem de fósforo deve ser aplicada ou que método de controle de infestantes dá melhores resultados. As respostas a estas questões fornece informação para orientar os agricultores nas sua tomada de decisões em relação à gestão de suas machambas.

Finalmente os resultados dos ensaios nas machambas pode algumas vezes ser usado para fornecer informação aos responsáveis pela formulação de políticas agrícolas em relação ao efeito que tem as políticas actuais sobre assuntos como o fornecimento de insumos ou os regulamentos de crédito. Os resultados experimentais podem ser usados para ajudar a analisar a implementação das políticas; por exemplo, determinar, dada uma resposta significativa ao fósforo, se o adubo apropriado está disponível ou se os programas de crédito locais permitem ao agricultor aproveitar os novos métodos de controle de infestantes. Apesar da ênfase deste manual ser a análise económica dos ensaios nas machambas, para orientar a pesquisa futura e fazer recomendações aos agricultores, em alguns momentos serão mencionadas as ligações entre a pesquisa nas machambas e a implementação das políticas.

Os objectivos do agricultor

Para fazer recomendações que os agricultores adoptem, os pesquisadores devem estar conscientes não só do elemento humano na agricultura como também do elemento biológico. Eles devem pensar em termos dos objectivos dos agricultores e nos constrangimentos para o alcance desses objectivos.

Em primeiro lugar, a preocupação principal de muitos agricultores está em assegurar um fornecimento adequado de alimentos às suas famílias. Eles podem fazer isso produzindo maior parte do que a família consome, ou comercializando uma certa proporção da sua produção e usando o dinheiro para obter a comida. A exploração agrícola também satisfaz outras necessidades da família agricultora, quer directamente como através da obtenção de receitas em dinheiro. Para além disso a família agricultora é normalmente constitui uma parte de uma comunidade mais ampla, em relação à qual tem certas obrigações. Para satisfazer todos estes requisitos, os agricultores frequentemente gerem um sistema complexo de actividades que pode incluir várias culturas, animais e trabalho fora da machamba. Apesar dos procedimentos neste manual se centrarem na avaliação das melhorias em determinadas cultivos, é essencial que as novas práticas sejam compatíveis com o resto do sistema agrícola.

Em segundo lugar, quer os agricultores comercializem um pouco, ou maior parte do seu produto, eles estão interessados no retorno económico. Os agricultores consideram os custos da mudança de uma prática para outra e os benefícios económicos da mesma. Por exemplo, os agricultores vão reconhecer que se eles eliminam as infestantes nas suas machambas, provavelmente terão benefícios por colherem maior quantidade de grãos. Por outro lado, eles vão-se aperceber que para isso eles devem dedicar muito tempo e esforço para realizar a capina manual, ou alternativamente devem despende mais dinheiro para comprar herbicidas e depois gastar algum tempo e esforço a aplicá-los. Os agricultores comparam os benefícios em forma de grão (ou outros produtos úteis) contra aquilo que sacrifica (custos) em forma de trabalho ou em gasto de dinheiro. O que os agricultores estão a fazer neste caso, é avaliar a diferença entre os benefícios líquidos obtidos com as duas práticas, ou seja, o valor dos benefícios menos o valor daquilo que sacrificou.

Quando os agricultores tentam avaliar os benefícios líquidos dos diferentes tratamentos, normalmente consideram os riscos. No exemplo do controle de infestantes, anteriormente mencionado, os agricultores sabem que em caso de seca ou geada prematura eles podem não ter grão para colher, independentemente do tipo de controle de infestantes. Portanto os agricultores tentam proteger-se contra os riscos de perder os benefícios, frequentemente evitando aquelas escolhas

que os sujeitem a esses riscos, mesmo que essas escolhas possam na média trazer maiores benefícios que as escolhas menos arriscadas. O facto de os agricultores poderem preferir retornos menores mas estáveis em vez dos possíveis retornos mais elevados é chamado de aversão ao risco.

Outro factor considerado na tomada de decisão do agricultor, relacionado com a aversão ao risco, é o facto de os agricultores tenderem a mudar as suas práticas numa forma gradual e passo a passo. Eles comparam as suas práticas com as alternativas propostas e procuram formas de testar cautelosamente as novas tecnologias. Portanto é mais provável que os agricultores adoptem elementos individuais, ou combinações pequenas destes elementos, do que um pacote tecnológico completo. Isto não quer dizer que o agricultor não vai eventualmente usar todos os elementos de um pacote de práticas, mas simplesmente que ao se fazerem recomendações aos agricultores é melhor pensar numa estratégia que os permita realizar as mudanças pouco a pouco.

Características dos ensaios nas machamba

Quais são as características dos ensaios agronómicos que permitem uma apreciação das tecnologias alternativas numa forma semelhante à forma como o agricultor toma as suas decisões? A seguir são apresentados cinco requisitos que devem ser cumpridos nos ensaios nas machambas que os procedimentos descritos neste manual sejam úteis:

1. Os ensaios devem resolver problemas que são importantes para os agricultores. Pode acontecer que os agricultores por si só, não estejam inicialmente conscientes de um determinado problema (por exemplo, uma deficiência nutricional ou uma doença), mas se a pesquisa não contribui para o aumento significativo da produtividade da machamba, estes problema não vão atrair o interesse dos agricultores nem devem merecer ser avaliados. Desta forma os ensaios exigem um bom entendimento das condições agronómicas e socio-económicas dos agricultores.
2. Os ensaios devem examinar relativamente poucos factores de cada vez. Um ensaio na machamba, com mais de quatro variáveis vai ser difícil de gerir e pode não ser apropriado devido ao comportamento do agricultor que adopta as práticas por passos.
3. Se os pesquisadores devem comparar a prática dos agricultores com as várias alternativas com a finalidade de fazer uma recomendação, então a prática dos agricultores deve ser incluída como um dos tratamentos no ensaio. Em qualquer dos casos, os agricultores vão querer ver esta comparação.

4. As variáveis não experimentais de um ensaio devem reflectir a prática real do agricultor. É muitas vezes tentador usar níveis mais elevados de gestão nas variáveis não experimentais para aumentar as possibilidades de ter respostas observáveis às variáveis experimentais. Este tipo de ensaio pode certamente ser justificável em alguns casos, mas os resultados normalmente não podem ser usados para fazer recomendações aos agricultores.

Isto pode ser ilustrado com o exemplo a seguir mencionado. Assuma que os pesquisadores querem realizar um ensaio de adubação numa área em que os insectos provocam baixas nos rendimentos mas os agricultores não controlam os insectos. Existem quatro possibilidades:

- Realizar o ensaio de adubação com um bom controle dos insectos. O ensaio vai dar informação interessante sobre a resposta à adubação mas provavelmente não vai dar uma recomendação de adubação para os agricultores que não usem o controle dos insectos. Uma análise deste ensaio, usando os procedimentos indicados neste manual, dará resultados enganadores.
 - Realizar o ensaio de adubação sem o controle de insectos (a prática do agricultor). Os resultados podem ser analisados, usando os procedimentos indicados neste manual, para decidir que dose de adubo é mais apropriada, dadas as práticas actuais de controle de insectos dos agricultores.
 - Se os insectos são de facto um problema muito sério, pode ser melhor fazer ensaios primeiro com métodos de controle dos insectos antes de fazer ensaios de adubação. As fases de diagnóstico e planeamento de um ensaio na machamba são destinadas a ajudar a estabelecer essas prioridades. Os métodos indicados neste manual podem então ser usados para ajudar a identificar um método apropriado de controle de insectos para fazer a recomendação aos agricultores^[1].
 - Se a fertilidade e os insectos são ambos problemas sérios, então pode ser desenhado um ensaio que tenha quer o controle de insectos como a adubação como variáveis experimentais. Desde que um dos tratamentos do ensaio represente a prática do agricultor em relação a quer o controle de insectos como a adubação, o ensaio pode ser analisado usando os procedimentos indicados neste manual.
5. Finalmente, não só a gestão das variáveis não experimentais deve ser representativa da prática do agricultor, como também os ensaios devem ser plantados em locais que sejam representativos das condições dos agricultores.

Se a maior parte das machambas se encontrar em terrenos inclinados, os resultados dos ensaios plantados num terreno aluvial plano provavelmente não são relevantes. Da mesma forma, se maior parte dos agricultores plantarem uma cultura em rotação com outra, os ensaios realizados em campos que estiveram em pousio pode fornecer informação que é pouco útil. O aspecto de selecção do local será mais desenvolvido na secção a seguir.

Locais experimentais e domínios de recomendação

O desenvolvimento de recomendações para os agricultores deve ser o mais eficiente possível. As condições nas quais os agricultores vivem e trabalham são diversas em quase todos os aspectos imagináveis. Os agricultores tem diferentes dimensões e tipos de terreno, diferentes níveis de riqueza, diferentes atitudes em relação ao risco, diferente acesso à mão-de-obra, diferentes oportunidades de comercialização, e assim por diante. Muitas destas diferenças podem influenciar as respostas dos agricultores às recomendações mas é impossível fazer uma recomendação separada para cada agricultor.

Como uma questão prática, os pesquisadores devem assumir o compromisso de identificar grupos de agricultores que tenham condições similares para os quais é provável que a mesma recomendação seja adequada. Neste manual, este grupo de agricultores é chamado de *domínio de recomendação*. Os domínios de recomendação podem ser definidos com base em condições agro-climáticas ou socio-económicas. A definição do domínio de recomendação depende da particularidade da recomendação, por exemplo, uma nova variedade pode ser apropriada para todos os agricultores de uma determinada área geográfica, enquanto que uma determinada recomendação de adubação pode ser apropriada apenas para os agricultores que seguem um certo padrão de rotação ou para aqueles cuja machamba tem um certo tipo de solo. Desta forma o domínio de recomendação para a variedade deve ser diferente do domínio de recomendação para a adubação.

Os domínios de recomendação são identificados, definidos e redefinidos ao longo do processo da pesquisa na machamba. Pode-se tentar descrevê-los durante o primeiro diagnóstico. A experimentação dá maior precisão à definição dos domínios. A decisão final pode não ser desenvolvida até que a recomendação esteja pronta para ser transmitida aos agricultores.

Ao se interpretar os dados agronómicos para fazer as recomendações, os pesquisadores devem ter uma ideia clara do grupo que será capaz de usar esta informação. Os pesquisadores devem considerar não apenas a amplitude agro-climática nos quais os resultados serão relevantes, mas também se os factores como as diferentes práticas de gestão ou acesso aos recursos vão ser importantes, contribuindo para que alguns agricultores interpretem os resultados de forma diferente dos outros.

Para os objectivos deste manual é importante que os ensaios nas machambas sejam plantados em locais que são representativas do domínio de recomendação. A análise económica é feita com *dados combinados* de um grupo de locais do mesmo domínio. A análise económica dos resultados de um único lugar não é muito útil porque, primeiro, os pesquisadores não podem fazer recomendações para agricultores individuais e segundo, um local raramente vai fornecer dados agronómicos suficientes para se fazer a extrapolação para o grupo dos agricultores. Portanto, todos os exemplos deste manual vão representar dados de alguns locais de um domínio de recomendação.

Introdução aos conceitos básicos

Para fazer boas recomendações para os agricultores, os pesquisadores devem ser capazes de avaliar tecnologias alternativas do ponto de vista do agricultor. As premissas deste manual são:

1. Os agricultores estão preocupados com os benefícios e custos de determinadas tecnologias.
2. Eles normalmente adoptam inovações passo a passo.
3. Eles vão considerar os riscos envolvidos na adopção de novas práticas.

Estas preocupações vão ser abordadas nas secções subsequentes deste manual. A segunda parte do manual descreve a elaboração de um orçamento parcial, que é usado para calcular os benefícios líquidos. A terceira parte apresenta as técnicas da análise marginal, que é uma forma de avaliar as mudanças de uma tecnologia para outra comparando as mudanças nos custos e benefícios líquidos associados com cada tratamento. A quarta parte descreve as formas de lidar com a variabilidade que é característica dos ambientes dos agricultores. Os agricultores, ao tomar as decisões de produção estão preocupados com a variabilidade nos resultados em função do local e do

ano e com a variabilidade nos custos dos insumos e preços das culturas. A quinta parte resume as primeiras quatro secções e fornece as orientações gerais para comunicar os resultados de pesquisa.

As secções a seguir oferecem uma breve visão geral sobre os tópicos mencionados.

O orçamento parcial

A elaboração de orçamentos parciais é um método de organizar os dados experimentais e a informação sobre custos e benefícios de vários tratamentos alternativos. Como um exemplo, considere os agricultores que estão a tentar decidir entre a sua prática de capina manual e a alternativa de aplicar herbicida. Suponha que alguns dos ensaios foram plantados nas machambas dos agricultores e que os resultados mostram que com a prática de capina manual realizada pelo agricultor o rendimento médio é de 2.000 Kg/ha, enquanto que com o uso de herbicidas rendimento médio é de 2.400 Kg/ha.

Tabela 1.1. Exemplo de um orçamento parcial

	Capina manual	Herbicida
Rendimento agronómico médio (Kg/ha)	2.000	2.400
Rendimento ajustado (Kg/ha)	1.800	2.160
Benefícios brutos do campo (\$/ha)	3.600	4.320
Custo do herbicida (\$/ha)	0	500
Custo da mão-de-obra para aplicação do herbicida (\$/ha)	0	100
Custo da mão-de-obra para a capina manual (\$/ha)	400	0
Custos totais que variam (\$/ha)	400	600
Benefícios líquidos (\$/ha)	3.200	3.720

A tabela 1.1 mostra um orçamento parcial para este ensaio de controle de infestantes. Existem duas colunas, representando os dois tratamentos (capina manual e herbicida). A primeira linha do orçamento apresenta o rendimento médio *para todos os locais do domínio de recomendação*, para cada um dos dois tratamentos. A segunda linha é o *rendimento ajustado*.

Apesar dos ensaios terem sido plantados em machambas de agricultores representativos, os pesquisadores calculam que os agricultores que usam as mesmas tecnologias poderiam obter rendimentos 10% inferiores àqueles obtidos pelos pesquisadores. Eles então ajustaram os rendimentos reduzindo-os em 10% (o ajuste do rendimento será discutido no capítulo 3).

A linha a seguir é a dos *benefícios brutos da machamba*, que calcula o rendimento ajustado para cada tratamento. Para calcular os benefícios brutos da machamba é necessário saber o preço de campo da cultura. O *preço de campo* é o valor de um quilograma da cultura do agricultor, depois de deduzir os custos de colheita que são proporcionais ao rendimento. Neste exemplo o preço de campo é de 2 \$/Kg (quer dizer, $1.800 \text{ Kg/ha} \times 2 \text{ \$/Kg} = 3.600 \text{ \$/ha}$)[\[2\]](#).

Os agricultores poderão agora comparar os benefícios brutos de cada tratamento mas eles vão querer considerar também os diferentes custos. Ao considerar os custos associados a cada tratamento, os agricultores precisam apenas se preocupar com aqueles custos que diferem entre os tratamentos, ou os *custos que variam*. Haverá custos (tais como os custos de lavoura e de plantação) que não diferem entre os tratamentos, independentemente do tratamento a ser usado. Eles não afectam as escolhas dos agricultores em relação ao controle de infestantes e nesta decisão eles podem ser ignorados. O termo “orçamento parcial” é uma lembrança de que nem todos os custos de produção são incluídos no orçamento, apenas aqueles que são afectados pelos tratamentos alternativos que foram considerados.

Neste caso, os custos que variam são aqueles que estão associados com o controle de infestantes. A tabela 1.2 mostra como calcular estes custos. Observe que eles são todos calculados

Tabela 1.2. Cálculo dos custos que variam

Preço do herbicida	250 \$/l
Quantidade usada	2 l/ha
Custo do herbicida	500 \$/ha
Preço da mão-de-obra	50 \$/ha
Mão-de-obra necessária para aplicar o herbicida	2 dias/ha
Custo da mão-de-obra para aplicar o herbicida	100 \$/ha
Preço da mão-de-obra	50 \$/ha
Mão-de-obra necessária para a capina manual	8 dias/ha
Custo da mão-de-obra para a capina manual	400 \$/ha

por hectare. Os *custos totais que variam* para cada tratamento são a soma dos custos individuais que variam. Neste exemplo, os custos totais que variam para a prática actual de capina manual são de 400 \$/ha, enquanto que os custos totais que variam para a alternativa de aplicação de herbicida são de 600 \$/ha.

A linha final do orçamento parcial mostra os benefícios líquidos. Estes são calculados subtraindo os custos totais que variam do benefício bruto da machamba. No exemplo de controle de infestantes, os benefícios líquidos do uso de herbicida são de 3.720 \$/ha, enquanto os da prática actual são de 3.200 \$/ha. Os benefícios líquidos não são o mesmo que o lucro, porque o orçamento parcial não inclui outros custos de produção que não são relevantes para esta particular decisão. O cálculo dos custos totais de produção é algumas vezes útil para outros fins, mas não vai ser abordada neste manual.

Um orçamento parcial, então, é uma forma de calcular os custos totais que variam e os benefícios líquidos do uso do herbicida e os benefícios líquidos de cada tratamento num ensaio na machamba. O orçamento parcial inclui os rendimentos médios de cada tratamento, os rendimentos ajustados e o benefício bruto da machamba (baseado no custo de campo da cultura). Também inclui todos os custos que variam para cada tratamento. As duas linhas finais são os custos totais que variam e os benefícios líquidos.

Análise marginal

No exemplo do controle de infestantes, os benefícios líquidos do uso de herbicida são maiores que os da capina manual. Pode parecer que os agricultores escolheriam o uso dos herbicidas, mas a escolha não é óbvia, porque os agricultores também vão querer considerar o aumento nos custos. Apesar dos benefícios líquidos serem incluídos nos custos que variam, é necessário comparar os custos extra (ou marginais) com os benefícios líquidos extra (ou marginais). Benefícios líquidos mais elevados podem não ser atractivos se exigirem custos muito mais elevados.

Se os agricultores do exemplo tiverem que usar os herbicidas, isto exigiria um investimento extra de 200 \$/ha, que é a diferença entre os custos associados ao uso do herbicida (600 \$/ha) e os custos da sua prática actual (400 \$/ha). Esta diferença pode ser depois comparada ao ganho em benefícios líquidos, que é de 520 \$/ha (3.720 – 3.200 \$).

Ao mudar da prática actual de controle de infestantes para o uso de herbicidas, os agricultores devem fazer um investimento adicional de 200 \$/ha; em troca deste investimento eles obtêm benefícios

adicionais de 520 \$/ha. Uma forma de avaliar esta mudança é dividir a diferença nos benefícios líquidos pela diferença nos custos que variam ($520 \$ / 200 \$ = 2,6$). Para cada 1 \$/ha em média investido no herbicida, os agricultores recuperam o seu 1 \$, mais um extra de 2,6 \$ em benefícios líquidos. Este valor é normalmente expresso como uma percentagem (ou seja, 260%) e é chamado de *taxa de retorno marginal*.

A *análise marginal* é o processo de cálculo as taxas marginais de retorno de tratamentos alternativos, partindo do tratamento mais barato para o mais caro e pela decisão em relação a se os mesmos são aceitáveis para os agricultores.

Variabilidade

Os agricultores, para além de se preocuparem com os benefícios líquidos das tecnologias e as taxas marginais de mudar de uma prática para outra, também tomam em consideração a possível variabilidade nos resultados. Esta variabilidade vem de diferentes fontes, que os pesquisadores precisam de considerar ao fazer as recomendações.

Os resultados experimentais sempre vão variar de alguma forma, de local para local e de ano para ano. Uma avaliação agronómica dos resultados do ensaio vai ajudar os pesquisadores a decidir se os locais são realmente representativos de um único domínio de recomendação, podendo então ser analisados juntos ou se os locais experimentais representam diferentes domínios. Este tipo de avaliação agronómica ajuda a refinar as definições de domínio e contribui para que as recomendações sejam mais exactamente direccionadas.

Outra fonte de variabilidade nos resultados experimentais deve-se aos factores que são impossíveis de prever ou de controlar, como as secas, cheias ou geadas. Estes são os riscos que os agricultores tem de enfrentar e se os dados experimentais reflectem estes riscos, eles devem ser incluídos na análise.

Finalmente, os agricultores também estão conscientes que o seu ambiente económico não é perfeitamente estável. Os preços das culturas mudam de ano para ano, a disponibilidade de mão-de-obra e preços dos insumos também estão sujeitos a variação. Apesar destas mudanças serem difíceis de prever com certeza, existem técnicas que permitem aos pesquisadores considerar as suas recomendações considerando as possíveis mudanças nas condições económicas dos agricultores.

[1] Uma vez realizado este trabalho e existindo evidência que os agricultores vão adoptar o novo método de controle de insectos, ele pode ser usado como uma variável não experimental nos ensaios de adubação, desde que seja entendido que a recomendação de adubação a ser desenvolvida nesses ensaios depende primeiro do agricultor adoptar o método de controle dos insectos.

[2] Com o uso do símbolo de cifrão (\$) neste manual não se pretende representar qualquer tipo particular de moeda e nos exemplos que se seguem são assumidas várias diferentes moedas. Outras abreviações usadas neste manual são: hectare (ha), quilograma (Kg) e litro (l).

Segunda parte – O orçamento parcial

Capítulo Dois – Custos que variam

Ao realizar uma análise económica de ensaios nas machambas o primeiro passo é calcular os custos que variam para cada tratamento. **Os custos que variam são os custos (por hectare) da compra de insumos, mão-de-obra e maquinaria que variam entre os tratamentos experimentais.** Os agricultores vão querer avaliar todas as mudanças que estão envolvidas na adopção de uma prática nova. Então é importante tomar em consideração todos os insumos que de alguma forma estejam afectados pela mudança de um tratamento para outro, que são os itens associados às variáveis experimentais. Eles podem incluir os insumos comprados, como os químicos ou a semente, a quantidade ou tipo de trabalho (mão-de-obra) e a quantidade ou tipo de maquinaria. Estes cálculos devem então ser feitos antes do ensaio ser plantado, como parte do processo de planeamento, para ter uma ideia dos custos dos vários tratamentos que estão a ser considerados no programa experimental.

Ao desenvolver um orçamento parcial, é necessária uma medida comum. É claro que não é possível adicionar horas de trabalho aos litros de herbicida e comparar estes com quilogramas de grãos. A solução é usar o valor destes factores, medido em unidades monetárias, como o denominador comum. Isto fornece uma estimativa dos custos de investimento medidos de forma uniforme, o que não implica necessariamente que os agricultores pagam a mão-de-obra ou que recebem dinheiro pelos grãos produzidos, nem que os agricultores só estão preocupados com o dinheiro. Este é apenas um instrumento para representar o processo que os agricultores atravessam quando comparam o valor das coisas ganhas e das coisas perdidas.

Um conceito importante nestes cálculos é o do **custo de oportunidade**. Nem todos os custos de um orçamento parcial necessariamente representam uma troca em dinheiro. No caso da mão-de-obra, por exemplo, os agricultores podem fazer eles próprios o trabalho, em vez de contratar outros para o fazer. **O custo de oportunidade pode ser definido como o valor de qualquer recurso no seu melhor uso alternativo.** Desta forma, se os agricultores poderiam estar a ganhar dinheiro como trabalhadores, em vez de trabalhar nas suas machambas, o custo oportunidade da sua capina é o salário líquido que eles receberiam se eles tivessem escolhido não ficar na machamba a fazer a capina. O conceito de custo de oportunidade vai ser discutido em vários pontos nas secções a seguir.

O preço de campo de um insumo variável é o valor que deve ser perdido para trazer uma unidade extra do insumo para o campo. O preço de campo é expresso em unidades de venda (por exemplo, em \$ por quilograma de semente, litro de herbicida, dia de trabalho ou hora de trabalho do tractor).

O custo de campo é o preço de campo multiplicado pela quantidade do insumo necessária para uma dada área. Sendo assim, os custos de campo são normalmente expressos em \$ por hectare. Se o preço de campo de um herbicida é 10 \$/l e se são necessários 3 l/ha, então o custo de campo do herbicida é 30 \$/ha. Em ambos casos é dada ênfase ao *campo*, ou seja, o que os agricultores pagam para ter o insumo e transportá-lo para as suas machambas. Estes preços de campo podem ser bastante diferentes dos preços oficiais.

Identificação dos insumos variáveis

Para identificar quais os insumos que são afectados pelos tratamentos alternativos incluídos num experimento, os pesquisadores devem estar familiarizados com as práticas dos agricultores assim como das práticas usadas num ensaio experimental. Eles devem então perguntar-se a si mesmos que operações mudam de tratamento para tratamento e fazer uma lista das mesmas.

Por exemplo, considere um ensaio no qual dois diferentes fungicidas (A e B) estão a ser testados, junto com a prática do agricultor de não aplicar fungicida. Existem então três tratamentos no ensaio. A lista dos insumos variáveis é a seguinte:

- Fungicida A
- Fungicida B
- Mão-de-obra para aplicar cada fungicida
- Mão-de-obra para ir buscar a água para misturar com cada um dos fungicidas
- Aluguer do pulverizador para aplicar cada fungicida

Esta lista inclui a compra de insumos (os fungicidas), a mão-de-obra e o equipamento (um pulverizador). As secções a seguir vão explicar como calcular os custos de todos estes insumos.

Insumos comprados

Os insumos comprados incluem itens como as sementes, pesticidas, adubo e água de rega. A melhor forma para estimar o preço de campo de um insumo comprado é indo para o local onde a maioria dos agricultores compra os seus insumos e verificar o preço de retalho para o tamanho apropriado do pacote. Por exemplo, se os agricultores normalmente compram o seu insecticida em pacotes de 1 Kg num mercado rural, este é o preço que deve ser usado, em vez de se usar o preço do insecticida em sacos de 25 Kg na cidade capital.

Em algumas situações, os agricultores vão escolher a semente do produto da sua colheita anterior, em vez de comprar a semente. Esta semente tem o seu custo. A melhor forma de estimar o preço de oportunidade de campo da semente do próprio agricultor é usando o preço que aqueles agricultores pagariam se eles comprassem semente local, quer a comprem a um outro camponês ou no mercado.

O passo a seguir é descobrir como é que os agricultores obtêm os insumos para a machamba. Tais insumos, como os pesticidas ou herbicidas, que não são volumosos, podem ser carregados pelos agricultores e o custos de transporte provavelmente não são importantes. Mas no caso de adubo e talvez no caso da semente, isto não acontece. Normalmente os agricultores usam um camião ou um animal para levar o insumo até à machamba. Se isto é assim, deve ser adicionada uma taxa de transporte ao preço de retalho. Porque muitos dos agricultores pagam a outros o transporte destes itens, não é difícil saber quais são as taxas normalmente aplicadas ao transporte. Em geral, é melhor ser orientado pela prática que é seguida pela maioria dos agricultores do domínio de recomendação.

Por exemplo, se um saco de 50 Kg de ureia custa 375 \$ no mercado e custa 25\$ para transportá-lo até à machamba, então o preço de campo é calculado da seguinte forma:

$$\begin{array}{r} 375 \$ \quad \text{custo de 50 Kg de Ureia no mercado} \\ + 25 \$ \quad \text{custo do transporte de 50 kg de Ureia até à machamba} \\ \hline 400 \$ \quad \text{preço de campo de 50 Kg de ureia} \end{array}$$

$$\text{ou } \frac{400\$}{50 \text{ Kg}} = 8 \text{ \$/Kg, preço de campo da ureia}$$

Muitas vezes, os ensaios de adubação, principalmente aqueles que são realizados nas fases iniciais da pesquisa, usam adubos com um único nutriente. Os tratamentos são normalmente expressos em termos de quantidade dos nutrientes (por exemplo, 50 Kg N/ha ou 40 Kg P2O5/ha). Nestes casos é útil dar um passo adiante e calcular o preço de campo do nutriente. Isto pode ser feito de forma simples, dividindo o preço de campo do adubo pela proporção do nutriente no adubo. No caso da ureia que tem 46% de nitrogénio, o cálculo é:

$$\frac{8 \text{ \$/ha Ureia}}{0,46 \text{ Kg N/Kg de Ureia}} = 17,4 \text{ \$/Kg N, preço de campo do N}$$

O custo de campo de 50 Kg de N num determinado tratamento onde é usada a ureia seria de 50 x 17,4 ou 870 \$/ha.

Isto deve ser feito apenas quando se tratam de adubos de um único nutriente e assume que o preço de campo do nitrogénio (por exemplo) é aproximadamente o mesmo em qualquer adubo de nitrogénio disponível. Se não for, os pesquisadores devem é claro ter consciência disso e devem tomar essas diferenças em consideração quando consideram que adubo experimentar e recomendar.

É importante considerar um último aspecto sobre a compra de insumos. Nesta discussão assumiu-se que os insumos usados nos ensaios se encontram disponíveis nos mercados locais, ou que podem ser disponibilizados. Se isto não for assim, então a análise económica envolvendo tais insumos pode ser de pouco uso imediato pelos agricultores. Os resultados podem ser usados, no entanto, para informar aos responsáveis pela tomada de decisões os possíveis benefícios de tornar disponível determinado insumo.

Equipamento e maquinaria

Alguns tratamentos experimentais podem necessitar o uso de equipamento que não é exigido em outros tratamentos. Nesses casos é necessário estimar o custo de campo por hectare para usar esse equipamento.

A maneira mais fácil de estimar o custo de campo por hectare do equipamento é usando a taxa média de aluguer da zona. Por exemplo, se os agricultores alugam os seus pulverizadores por 20 \$/dia e se o pulverizador pode cobrir uma área de 2 ha num dia, então o custo de campo deve ser de 10 \$/ha. Ao se estimar o custo de campo de implementos puxados pelo tractor ou por animais, ou de pequenos implementos auto impulsioneados, também pode ser usado a taxa de aluguer média da zona. Isto é principalmente apropriado se a maior parte dos agricultores estiver a alugar os implementos, mas mesmo para os agricultores que possuem o seu próprio equipamento, a taxa de aluguer é uma boa estimativa para o custo de oportunidade da campo. Em certos casos pode ser calculado um custo previamente fixado por hectare, usando o preço de retalho do equipamento e a sua vida útil, mas este cálculo envolve factores como os custos de reparação, custos de combustível e a possibilidade de que o equipamento ter outras utilidades na machamba. Se for calculado um custo previamente fixado, é melhor consultar um economista agrícola que esteja familiarizado com as técnicas de equipamento e custo.

Mão-de-obra

É muito importante tomar em consideração todas as mudanças na mão-de-obra que estão implicadas nos diferentes tratamentos do ensaio. As estimativas de tempo de trabalho devem

surgir das conversas com os agricultores e talvez da observação directa das suas machambas. A informação sobre o uso de mão-de-obra com base nos talhões experimentais não é muito útil principalmente se são usadas parcelas pequenas nos ensaios. A melhor forma de obter esta informação é visitando vários agricultores. Cada um deles terá uma opinião sobre o tempo necessário para uma dada operação, mas um número próximo da média dessas opiniões vai dar uma boa estimativa. Nem todos os agricultores despendem o mesmo tempo para uma dada tarefa, por isso as estimativas serão apenas aproximadas. Para novas actividades com as quais os agricultores não estão familiarizados, poderão ser feitas suposições até que possam ser desenvolvidas estimativas mais confiáveis.

Se os agricultores contratam trabalhadores para as operações em questão, o preço de campo da mão-de-obra é a taxa salarial local para os trabalhadores diários no domínio de recomendação, mais o valor dos pagamentos não monetários normalmente realizados, tais como refeições ou bebidas. Esta taxa salarial pode ser estimada falando com vários agricultores. O custo de campo da mão-de-obra de um determinado tratamento é então o preço de campo da mão-de-obra multiplicado pelo número de dias necessários por hectare.

Quando os membros da família fazem o trabalho, é necessário estimar o custo de oportunidade da mão-de-obra familiar. Este é o valor do trabalho que é despendido a fazer o trabalho e desta forma representa um custo real. Por exemplo, se os agricultores devem tirar um dia de folga do trabalho que realizam na cidade para fazer a capina extra, então eles sacrificam o salário de um dia na cidade. Este custo de oportunidade é tão real como pagar a um trabalhador para fazer o trabalho. E mesmo se o agricultor não tiver nada que fazer e apenas estiver sentado na sombra, o custo de oportunidade não é zero, porque muitas pessoas valorizam o facto de ser capaz de se sentar na sombra em vez de trabalhar ao sol.

Algumas vezes é difícil estimar um custo de oportunidade da mão-de-obra familiar, principalmente se os mercados de trabalho são pouco desenvolvidos. A disponibilidade de mão-de-obra pode variar de forma sazonal, ou entre diferentes tipos de lares agrícolas. A disponibilidade e escassez da mão-de-obra são os dois tipos mais importantes de informação de diagnóstico, que ajudam na selecção dos tratamentos apropriados para os ensaios e na definição dos domínios de recomendação. Se a mão-de-obra for escassa num determinado momento, deve ser usada extrema cautela ao experimentar tecnologias que posteriormente aumentem

a procura de trabalho nesse determinado momento. Em casos como este, é razoável estabelecer o custo de oportunidade da mão-de-obra acima da corrente taxa salarial. Por outro lado, se for usada mão-de-obra adicional durante um período de pouca actividade, pode ser apropriado um custo de oportunidade abaixo da taxa salarial. Mas em nenhum dos casos o custo de oportunidade deve ser igualado a zero.

Em situações em que a maior parte da mão-de-obra da machamba é fornecida pela família e quando as novas tecnologias a ser consideradas alteram o balanço entre as despesas em dinheiro (por exemplo, para os insumos) e a mão-de-obra, deve ser tomada especial atenção na estimativa dos custos da mão-de-obra. Se um determinado tratamento envolve uma grande mudança na quantidade de mão-de-obra requerida, diferenças relativamente pequenas no custo de oportunidade terão efeitos significativos na estimativa dos custos do tratamento.

Custos totais que variam

Uma vez identificados os insumos variáveis, determinados os seus preços de campo, podem ser calculados os custos totais que variam para cada tratamento. **Os custos totais que variam são a soma de todos os custos que variam para um determinado tratamento.** Na tabela 2.1 é apresentada uma descrição de controle de infestantes através de uma taxa de sementeira, o cálculo dos custos que variam é mostrado na tabela 2.2 e o cálculo dos custos *totais* que variam é mostrado na tabela 2.3.

Tabela 2.1. Controle de infestantes por um ensaio de taxa de sementeira (trigo)

Tratamento	Controle de infestantes	Taxa de sementeira
	Sem controle de infestantes	
1*	Herbicida (2 l/ha)	120 Kg/ha
2	Sem controle de infestantes	120 Kg/ha
3	Herbicida (2 l/ha)	160 Kg/ha
4	Herbicida (2 l/ha)	160 Kg/ha

*prática do agricultor

Dados

	20 \$/kg
	350 \$/l
Preço de campo da semente	250 \$/dia (salário local)
Preço de campo do herbicida	75 \$/dia (preço de aluguer)
Preço de campo da mão-de-obra	2 dias/ha
Preço de campo do pulverizador	Um trabalhador pode ir buscar 400
Mão-de-obra para aplicar o herbicida	l/dia (são necessários 200 l de
Mão-de-obra para ir buscar a água	água/ha para o herbicida)

Tabela 2.2. Cálculo dos custos que variam

Custo da semente	Tratamentos 1 e 2: 120 Kg/ha x 20 \$/Kg = 2.400 \$/ha Tratamentos 3 e 4: 160 Kg/ha x 20 \$/Kg = 3.200 \$/ha
Custo do herbicida	Tratamentos 2 e 4: 2 l/ha x 350 \$/l = 700 \$/ha
Custo da mão de obra para aplicar o herbicida	Tratamentos 2 e 4: 2 dias/ha x 250 \$/dia = 500 \$/ha
Custo da mão-de-obra para ir buscar a água	Tratamentos 2 e 4: $\frac{200 \text{ l necessários}}{400 \text{ l/dia}} \times 250 \text{ $/dia} = 125 \text{ $/ha}$
Custo do pulverizador	Tratamento 2 e 4: 2 dias/ha x 75 \$/ha = 150 \$/ha

Tabela 2.3. Custos totais que variam para um ensaio de controle de infestantes e de taxa de sementeira

	Tratamento			
	1	2	3	4
Semente (\$/ha)				
Herbicida (\$/ha)	2.400	2.400	3.200	3.200
Mão-de-obra para aplicar o herbicida (\$/ha)	0	700	0	700
Mão-de-obra para ir buscar a água (\$/ha)	0	125	0	125
Pulverizador (\$/ha)	0	150	0	150
Custos totais que variam	2.400	3.875	3.200	4.675

O leitor atento deve ter reparado que neste capítulo não foram abordados todos os custos que variam. Existem duas importantes exceções: os custos associados com a colheita e comercialização que serão abordados no capítulo a seguir, onde eles estão incluídos no preço de campo da cultura e os custos associados com a obtenção de capital de trabalho, tal como as taxas de juro, que serão discutidos no capítulo 5.

Capítulo Três – Benefícios brutos da machamba, benefícios líquidos e o orçamento parcial

Existem alguns passos envolvidos no cálculo dos benefícios dos tratamentos num ensaio na machamba:

1º passo: Identificação dos locais que pertencem ao mesmo domínio de recomendação. A análise económica é feita com os resultados combinados de um ensaio que foi plantado em vários locais de um mesmo domínio de recomendação.

2ª passo: A seguir, calcula-se os rendimentos médios de todos os locais de cada tratamento. Se os resultados desses ensaios forem consistentes e compreensíveis, do ponto de vista agronómico, faz-se a análise estatística dos resultados combinados. Se não houver evidência razoável das diferenças entre o rendimento dos tratamentos, os pesquisadores precisam apenas considerar a diferença nos custos entre os tratamentos. Mas se existirem diferenças reais nos rendimentos, então os pesquisadores devem continuar com o orçamento parcial.

3ª passo: Quando se acredita que há diferenças entre os resultados experimentais e os rendimentos que os agricultores poderão esperar usando o mesmo tratamento, deve-se ajustar os rendimentos médios, reduzindo-os.

4º passo: Cálculo do preço de campo para a cultura e multiplicação do mesmo pelos rendimentos ajustados para se obter os benefícios brutos de campo para cada tratamento.

5º passo: Finalmente, subtrai-se os custos totais que variam dos benefícios brutos de campo para se ter o benefício líquido. Com este cálculo o orçamento parcial está completo.

Combinação dos resultados obtidos no mesmo domínio de recomendação

A primeira linha de um orçamento parcial é o rendimento médio de cada tratamento de um determinado ensaio, em todos os locais do domínio de recomendação. Lembre-se que um domínio de recomendação é um grupo de agricultores com condições suficientemente semelhantes para serem incluídos no mesmo grupo de recomendação. A tentativa

de identificação do domínio começa nas fases de diagnóstico e de planeamento da pesquisa na machamba. Esta tentativa de identificação é usada para seleccionar locais para plantar os ensaios. O domínio de recomendação para um ensaio de adubação, por exemplo, pode ser definido com base nos agricultores que plantam a cultura identificada como alvo, cujas machambas se encontram no mesmo tipo de solos e que seguem uma determinada rotação de culturas. Os locais para os ensaios são escolhidos para representar os agricultores com estas condições particulares. Ao se analisarem os resultados pode-se descobrir que um factor não considerado anteriormente, por exemplo, a inclinação do terreno, é responsável pelos resultados diferentes entre os diferentes locais. Neste caso, os ensaios desta tentativa de domínio não devem ser combinados durante a análise económica. Em vez disso, eles devem ser divididos em dois domínios (que neste caso foram definidos ainda pela inclinação do terreno) e devem ser realizadas duas análises separadas. No capítulo 7 serão apresentados mais detalhes sobre como e quando se devem combinar os resultados experimentais.

Deve-se notar aqui que apesar de alguns dos locais poderem ser eliminados da análise como no caso em que se demonstra que não pertencem ao domínio de recomendação em questão, isto não é sustentado para os locais onde os ensaios foram severamente danificados pela seca, cheia ou outros factores ambientais não previsíveis. Estes locais devem ser incluídos na análise económica porque os agricultores também são afectados por estes factores. A análise de risco será desenvolvida no capítulo 8.

Avaliação dos resultados experimentais antes da análise económica

Antes de fazer uma análise económica dos resultados combinados de um ensaio para um determinado domínio de recomendação, os pesquisadores devem avaliar os dados experimentais para verificar se as respostas observadas fazem sentido do ponto de vista agronómico. Os pesquisadores também devem rever a análise estatística dos dados experimentais. A realização de uma análise estatística dos dados experimentais que os pesquisadores não entendem, ou na qual não confiem, é um desperdício do uso das técnicas apresentadas neste manual.

Se a análise estatística dos resultados de um ensaio indica que não há diferenças relevantes entre os dois tratamentos, então deve-se dar preferência ao tratamento de menor custo. Se os pesquisadores tem evidência que os rendimentos dos tratamentos

são aproximadamente os mesmos, os benefícios brutos para estes tratamentos também vão ser semelhantes então deve ser escolhido o método para atingir os objectivos com o menor custo. Se, por exemplo, os dois métodos de controle de infestantes dão resultados equivalentes, deve ser escolhido o método com menores custos que variam (para experimentação ou recomendação posterior) e não é necessária mais nenhuma análise económica. No capítulo 7 serão dados mais detalhes sobre a relação entre a análise estatística e a análise económica.

Rendimento médio

Quando é estabelecido um domínio de recomendação para um determinado ensaio e as avaliações estatísticas e económicas indicam que vale a pena realizar um orçamento parcial, os rendimentos médios de cada tratamento são anotados na primeira linha do orçamento parcial.

A tabela 3.1 mostra os resultados de cinco locais dum domínio de recomendação sobre o controle de infestantes através de um ensaio de taxa de sementeira, descrito nas tabelas 2.1 e 2.3. Foram feitas duas repetições em cada local. Observe que os resultados do local 5, que foi afectado pela seca, são incluídos no cálculo da média[1].

Tabela 3.1. Rendimentos (Kg/ha) para o controle de infestantes através de um ensaio de taxa de sementeira

Local	Tratamento 1 Sem controle de infestantes 120 Kg sem/ha (Prática do agricultor)			Tratamento 2 Herbicida (2 l/ha) 120 Kg sem/ha			Tratamento 3 Sem controle de infestantes 160 Kg sem/ha			Tratamento 4 Herbicida (2 l/ha) 160 Kg sem/ha		
	Repetição		Média	Repetição		Média	Repetição		Média	Repetição		Média
	1	2		1	2		1	2		1	2	
1	2.180	2.220	2.200	3.030	2.570	2.800	2.440	2.180	2.310	3.200	3.060	3.130
2	2.800	2.640	2.720	3.090	3.410	3.250	2.790	3.010	2.900	3.410	3.510	3.460
3	1.720	1.880	1.800	2.200	2.180	2.190	1.820	1.680	1.750	2.410	2.230	2.320
4	2.680	2.620	2.650	3.270	3.090	3.180	2.950	2.770	2.860	3.400	3.480	3.440
5*	530	670	600	860	740	800	700	500	600	620	680	650
RM			1.994			2.444			2.084			2.600

* afectado pela seca RM = Rendimento médio

Os rendimentos médios dos quatro tratamentos são apresentados na primeira linha do orçamento parcial (Tabela 3.2, na página 22).

Rendimento ajustado

O passo a seguir é considerar o ajustamento dos rendimentos médios. O *rendimento ajustado* para um tratamento é o rendimento médio ajustado por redução de uma certa percentagem que reflecte a diferença entre o rendimento experimental e o rendimento que os agricultores poderiam esperar do mesmo tratamento. Os rendimentos experimentais, mesmo de ensaios não experimentais quando realizados em condições de representatividade, são frequentemente superiores aos rendimentos que os agricultores esperariam usando os mesmos tratamentos. Existem várias razões para isso:

1. **Gestão.** Os pesquisadores, podem frequentemente ser mais precisos a gerir as variáveis experimentais e ser mais oportunos que os agricultores nas operações como compasso de plantação, adubação ou controle de infestantes. Maior desequilíbrio será introduzido se os pesquisadores gerem algumas das variáveis não experimentais.
2. **Tamanho da parcela.** Os rendimentos estimados de pequenas parcelas frequentemente superestimam o rendimento de uma machamba devido aos erros de medição da área colhida e porque as parcelas pequenas tendem a ser mais uniformes que as grandes machambas.
3. **Data de colheita.** Os pesquisadores frequentemente colhem no momento da maturação fisiológica, enquanto que os agricultores podem não colher no momento óptimo. Assim, mesmo quando os rendimentos quer dos agricultores como dos pesquisadores são ajustados em função de um conteúdo de humidade constante, o rendimento dos pesquisadores pode se maior, por ele ter menos perdas devidas aos insectos, pássaros, roedores, podridões ou destruição dos grãos.
4. **Método de colheita.** Em alguns casos os métodos de colheita do agricultor podem contribuir para maiores perdas que os métodos dos pesquisadores. Isto pode ocorrer, por exemplo, se os agricultores colhem as suas machambas mecanicamente e os pesquisadores realizam uma colheita manual, mais cuidadosa.

A não ser que seja feito algum ajuste para estes factores, os rendimentos experimentais vão superestimar os retornos que provavelmente os agricultores vão obter com um determinado tratamento. Uma forma de estimar o ajuste necessário, é comparar os rendimentos obtidos no tratamento experimental, que representa a prática do agricultor, com os rendimentos obtidos de parcelas cuidadosamente seleccionadas na machamba dos agricultores. Quando isso não é possível, é necessário rever cada um dos quatro factores apresentados anteriormente e atribuir uma percentagem de ajuste. Como regra geral, são apropriados ajustes totais entre 5 e 30%. Um ajuste de rendimento de uma magnitude superior a 30% indicaria que as condições experimentais são muito diferentes das condições dos agricultores e neste caso devem ser feitas algumas alterações no delineamento experimental ou na gestão do ensaio. Muitos destes problemas em relação ao ajuste dos rendimentos são eliminados se os agricultores gerem o ensaio. As decisões em relação à gestão experimental dependem de vários factores, mas sempre que possível os agricultores devem certamente gerir as variáveis não experimentais. Quando a experimentação se encontra nas fases finais, o agricultor também deve gerir as variáveis experimentais.

No caso do controle de infestantes através do ensaio de taxa de sementeira no trigo, os pesquisadores estimaram que os seus métodos de sementeira e de aplicação de herbicida eram mais precisos que os dos agricultores e então estimaram um ajuste no rendimento de 10%, devido às diferenças de gestão. Também se julgou que se deveria considerar o tamanho das parcelas como um factor e portanto foi sugerido um ajuste de mais 5%. Como as parcelas do ensaio foram colhidas ao mesmo que as machambas dos agricultores, não foi necessário nenhum ajuste para compensar as diferenças na

data de colheita. No entanto, as parcelas do ensaio foram colhidas com uma auto-combinada pequena enquanto que os agricultores usaram auto-combinadas maiores e achou-se que a diferença em termos de perdas de colheita foi de 5%. Assim, estimou-se que o ajustamento total ao rendimento para este ensaio foi de 20%. A segunda linha do orçamento parcial (tabela 3.2, na página 22) ajusta então o rendimento médio, deduzindo 20%. Por exemplo, o rendimento médio para o tratamento 1 é de 1.994 Kg/ha e o rendimento ajustado é de $80\% \times 1.994$ ou 1.595 Kg/ha.

É óbvio que este tipo de ajustamento não é exacto, nem o pretende ser. O facto é que é muito melhor estimar o efeito do factor do que ignorá-lo completamente. Quando os investigadores ganham mais experiência numa área, eles fazem melhor estimativas das diferenças entre as machambas dos agricultores e os ensaios e desta forma os ajustes ao rendimento tornam-se mais precisos. O ajuste do rendimento, apesar de ser aproximado, não deve ser visto como um factor a ser aplicado mecanicamente. Para cada tipo de ensaio e em cada ano, antes de se decidir sobre o ajuste adequado, as condições devem ser revistas. Se isto for feito, os investigadores poderão tomar decisões sobre as novas tecnologias com uma apreciação realista das condições dos agricultores.

Preço de campo do produto

O *preço de campo do produto (da machamba)* é definido como o valor para o agricultor por uma unidade de produção adicional no campo, antes da colheita. Ele é calculado através do preço que os agricultores recebem (ou podem receber) pelo produto quando o vendem, subtraindo todos os custos associados com a colheita e à venda que são proporcionais ao rendimento, quer dizer, os custos que podem ser expressos por quilograma do produto.

Começa-se pelo preço de venda do produto. Este é estimado ao se descobrir como é que a maioria dos agricultores do domínio de recomendação vendem o seu produto e em que condições (como por exemplo, os descontos em função da qualidade). Os preços dos produtos variam frequentemente ao longo do ano, mas é melhor usar o preço praticado no momento da colheita. O que é importante é a quantia que o agricultor realmente recebe, e não o preço de mercado ou o preço oficial.

A seguir subtrai-se os custos da colheita e comercialização que são proporcionais ao rendimento. Estes podem incluir os custos de colheita, descasque, debulha, limpeza, ensacamento e transporte até ao ponto de venda. Estes custos tem que ser

estimados por quilograma. No caso da colheita ou debulha, o cálculo pode exigir a recolha de dados sobre a quantidade média de mão-de-obra necessária para colher uma machamba de tamanho e rendimento definidos ou para descascar uma dada quantidade de grãos. Mais uma vez estes podem ser custos em dinheiro ou custos de oportunidade.

- Se os agricultores vendem o milho por 6,00 \$/Kg,
- e eles tem custos de colheita de 0,30 \$/Kg,
- custos de debulha de 0,20 \$/Kg
- e custos de transporte de 0,20 \$/Kg,
- então o preço de campo de uma unidade adicional de milho é: $6,00 - (0,30 + 0,20 + 0,20) = 5,30$ \$/Kg.

É importante contabilizar estes custos porque eles são proporcionais ao rendimento; quanto maior for o rendimento de um determinado tratamento, maior é o custo (por hectare) da colheita, debulha e transporte. Isto é, o custo de colheita, debulha e transporte 200 Kg é quase exactamente o dobro do custo para realizar as mesmas actividades para uma colheita de 100 Kg. Estes custos devem ser incluídos na análise porque diferem entre os tratamentos (porque os rendimentos dos tratamentos são diferentes). É conveniente tratar estes custos separadamente dos custos que variam (descritos no capítulo 2) porque, apesar de eles variarem entre tratamentos, eles são realizados no momento da colheita e portanto não entram na análise marginal dos retornos sobre os recursos investidos. Isto significa que os agricultores tem que esperar talvez cinco meses para recuperar o seu investimento nos insumos comprados, mas apenas uns dias para recuperar os custos relacionados com a colheita.

Se existem custos associados com a colheita ou venda, que não variam com o rendimento, então eles *não* devem ser incluídos no preço de campo, nem no orçamento parcial. No exemplo do controle de infestantes através do ensaio de taxa de sementeira, os agricultores vendem o seu trigo na cidade por 9 \$/Kg. A colheita é feita por auto-combinada e os operadores cobram por hectare (independentemente do rendimento), portanto o custo de colheita *não* está incluído no cálculo do preço de campo.

- Existe uma taxa de ensacamento de 0,10 \$/Kg,

- o transporte custa 0,50 \$/Kg,
- e uma taxa de comercialização de 0,40 \$/Kg,
- então o preço de campo do trigo é: $9,00 - (0,10 + 0,50 + 0,40) = 8,00$ \$/Kg.

Os *benefícios brutos de campo* para cada tratamento são calculados multiplicando o preço de campo pelo rendimento ajustado. Portanto os benefícios brutos de campo para o tratamento 1 são de $1.595 \text{ Kg/ha} \times 8 \text{ $/Kg} = 12.760 \text{ $/ha}$.

Apesar do preço de campo ser calculado com base no preço de venda do produto, este conceito pode normalmente ser usado mesmo em situações em que os agricultores não produzem o suficiente para as suas próprias necessidades. Uma alternativa seria de calcular um *preço de oportunidade de campo* para a cultura, com base no preço em dinheiro que a família teria de pagar para adquirir uma unidade adicional para o consumo (ver a nota 5 na página 29). Mas na maior parte das condições, o preço de campo é adequado para estimar o valor do produto para os agricultores e esta é a abordagem que vai ser usada neste manual.

Tabela 3.2. Orçamento parcial de um ensaio sobre o controle de infestantes e a densidade de sementeira

	Tratamento			
	1	2	3	4
Rendimento agronómico médio (Kg/ha)				
Rendimento ajustado (Kg/ha)				
Benefícios brutos de campo (\$/ha)	1.994	2.444	2.084	2.600
Custo da semente (\$/ha)	1.595	1.955	1.667	2.080
Custo do herbicida (\$/ha)	12.760	15.640	13.336	16.640
Custo da mão-de-obra para aplicar o herbicida (\$/ha)	2.400	2.400	3.200	3.200
Custo da mão-de-obra para ir buscar a água (\$/ha)	0	700	0	700
Custo do aluguer do pulverizador (\$/ha)	0	500	0	500
Totais dos custos que variam (\$/ha)	0	125	0	125
Benefícios líquidos (\$/ha)	2.400	3.875	3.200	4.675
	10.360	11.765	10.136	11.965

Benefícios líquidos

A tabela 3.2 é um orçamento parcial para o controle de infestantes através do ensaio de taxa de sementeira. A linha final do orçamento parcial são os *benefícios líquidos*. Eles são calculados subtraindo os custos totais que variam dos benefícios brutos de campo de cada tratamento [2].

Inclusão de todos os benefícios brutos no orçamento parcial

Os exemplos acima discutidos assumiram que só existe um único produto na machamba que tem valor para o agricultor, o que frequentemente não é o caso. Em muitas regiões, por exemplo, os resíduos da colheita tem considerável valor como ração. O procedimento para estimar os benefícios brutos do campo para a ração é exactamente o mesmo que é usado para estimar o valor do grão. Primeiro estima-se a produção (por tratamento) e ajusta-se os rendimentos médios e depois calcula-se o preço de campo. Deve-se assinalar que no caso da ração as actividades são diferentes, em vez da “colheita” tem-se “formação dos fardos” e em vez do “debulha” tem-se a “empacotamento” e por aí em diante. É importante considerar cada actividade que é realizada (por exemplo, o desperdício do milho é cortado?). Ao multiplicar o preço de campo da ração pelo rendimento ajustado da mesma obtemos o benefício bruto da ração e isto deve ser adicionado ao benefício bruto do grão.

Outro exemplo importante é o da consociação. Se a maioria dos agricultores do domínio de recomendação pratica a consociação, então os ensaios devem reflectir esta prática. Os ensaios de consociação podem também, é claro, incluir tratamentos individuais com uma única cultura, se isso for considerado uma alternativa possível. Pode ser que as variáveis experimentais afectem apenas uma cultura, mas se, por exemplo, os agricultores consociam milho e feijões, então um ensaio de adubação de milho deve incluir os feijões ou um ensaio de controle de uma doença em feijões deve ser plantado com o milho. Os rendimentos de ambas culturas deve ser medido, porque os tratamentos podem ter um efeito directo ou indirecto na cultura associada. O orçamento parcial terá frequentemente dois rendimentos médios, dois rendimentos ajustados e dois benefícios brutos.

Os custos totais que variam devem ser subtraídos da soma dos dois benefícios brutos de campo para se ter os benefícios líquidos. A tabela 3.3 dá um exemplo.

Tabela 3.3. Orçamento parcial de um ensaio sobre a densidade de sementeira do feijão e a aplicação de fósforo num cultivo intercalado de milho e feijão.

	Tratamento			
	1	2	3	4
Densidade de sementeira de feijões (plantas/ha)				
Fósforo (Kg P2O5/ha)				
Rendimento agronómico médio do feijão (Kg/ha)	40.000	60.000	80.000	80.000
Rendimento agronómico médio do milho (Kg/ha)	30	30	30	60
Rendimento ajustado do feijão (Kg/ha)	2.300	2.020	1.700	1.790
Rendimento ajustado do milho (Kg/ha)	553	706	757	833
Benefícios brutos de campo para o feijão (\$/ha)	1.955	1.717	1.445	1.522
Benefícios brutos de campo para o milho (\$/ha)	17,143	21.886	23.467	25.823
Benefícios brutos de campo totais (\$/ha)	14.663	12.878	10.838	11.415
Custo da semente de feijão (\$/ha)	31.806	34.764	34.305	37.238
Custo da mão-de-obra para semear o feijão (\$/ha)	900	1.350	1.800	1.800
Custo do fertilizante (\$/ha)	1.050	1.050	1.050	2.100
Total de custos que variam (\$/ha)	2.400	3.075	3.750	4.800
Benefícios líquidos (\$/ha)	29.406	31.689	30.555	32.438

[1] Observe que os rendimentos individuais dos tratamentos se arredondam aos 10 Kg/ha mais próximos, para reflectir a confiabilidade dos dados. Deve ser lembrado que nem os rendimento médios, nem qualquer dos resultados dos cálculos realizados com os mesmos pode ser mais exacto que os dados originais do rendimento nos quais eles se fundamentam. Assim, o dígito final dos rendimentos médios *não é significativo* e é mantido no orçamento parcial apenas por conveniência.

[2] É importante lembrar que os benefícios líquidos não tem maior precisão que os dados originais de rendimento (que neste caso foram reportados em três dígitos significativos na tabela 3.1). Quando se usa uma calculadora para outras operações (como o cálculo das taxas marginais de retorno), é conveniente anotar os números na ordem em que eles vão aparecendo no orçamento parcial, mas para a comunicação final os pesquisadores podem querer arredondar os benefícios líquidos (por exemplo, 11.800 \$ em vez de 11.765, no tratamento 2).

Terceira parte – A análise marginal

Capítulo Quatro – A curva de benefícios líquidos e a taxa de retorno marginal

No capítulo anterior foi desenvolvido um orçamento parcial para calcular os custos totais que variam e os benefícios líquidos de cada tratamento de um ensaio. O presente capítulo descreve um método para comparar os custos que variam com os benefícios líquidos. Esta comparação é importante para os agricultores porque eles estão interessados em ver qual é o aumento nos custos que são exigidos, para obter um dado aumento nos benefícios líquidos. A melhor forma de ilustrar esta comparação é fazer um gráfico onde cada ponto representa a combinação entre os benefícios líquidos de cada tratamento e os custos totais que variam. A curva de benefícios líquidos (que na realidade é uma série de linhas) liga os pontos que representam a combinação dos benefícios líquidos e dos custos que variam. A curva de benefícios líquidos é útil para visualizar as mudanças nos custos e benefícios na passagem de um tratamento de menor custo ao tratamento com o custo seguinte em ordem crescente. A curva de benefícios líquidos também esclarece o raciocínio que está por trás do cálculo das taxas marginais de retorno, que comparam os aumentos nos custos e benefícios entre os tratamentos. No entanto, antes de proceder com a curva de benefícios líquidos e com o cálculo das taxas marginais de retorno, pode ser que um exame inicial dos custos e benefícios de cada tratamento, que é chamado de análise de dominância, sirva para eliminar alguns dos tratamentos, evitando uma análise posterior dos mesmos e desta forma simplifica a análise.

Análise de dominância

A tabela 4.1 lista os custos totais que variam e os benefícios líquidos para cada um dos tratamentos do controle de infestantes através de um ensaio de taxa de sementeira.

Observe que todos os tratamentos são listados por ordem crescente dos custos totais que variam. Os benefícios líquidos também aumentam, excepto no caso do tratamento 3, onde os benefícios líquidos são menores que no tratamento 1. Nenhum agricultor escolheria o tratamento 3, ao compará-lo com o tratamento 1, porque o tratamento 3 tem custos maiores que variam, mas menores benefícios líquidos. Tal tratamento é chamado de *tratamento dominado* (marcado com um D na tabela 4.1) e pode ser eliminado sem merecer mais consideração. **Uma análise de dominância é então realizada listando primeiro os tratamentos por ordem crescente dos seus custos que variam. Qualquer tratamento que tenha benefícios líquidos que são inferiores ou iguais aos de um tratamento com custos menores que variam é dominado.**

Este exemplo ilustra que, para melhorar os rendimentos dos agricultores é importante prestar atenção aos benefícios líquidos e não aos rendimentos agronômicos. Observe (da tabela 3.2) que os rendimentos do tratamento 3 são *superiores* aos do tratamento 1 mas a análise de dominância mostra que

o valor do aumento dos rendimentos não é suficiente para compensar o aumento dos custos. Os agricultores estariam melhor usando uma taxa de sementeira menor, considerando que não estão a usar herbicida.

Tabela 4.1. Análise da dominância de um ensaio sobre o controle de infestantes e a densidade de sementeira

Tratamento	Controle de infestantes	Densidade de sementeira (Kg/ha)	Total de custos que variam(\$/ha)	Benefícios líquidos (\$/ha)
1	Nenhum	120	2.400	10.360
3	Nenhum	160	3.200	10.136 D
2	Herbicida	120	3.875	11.765
4	Herbicida	160	4.675	11.965

Curva de benefícios líquidos

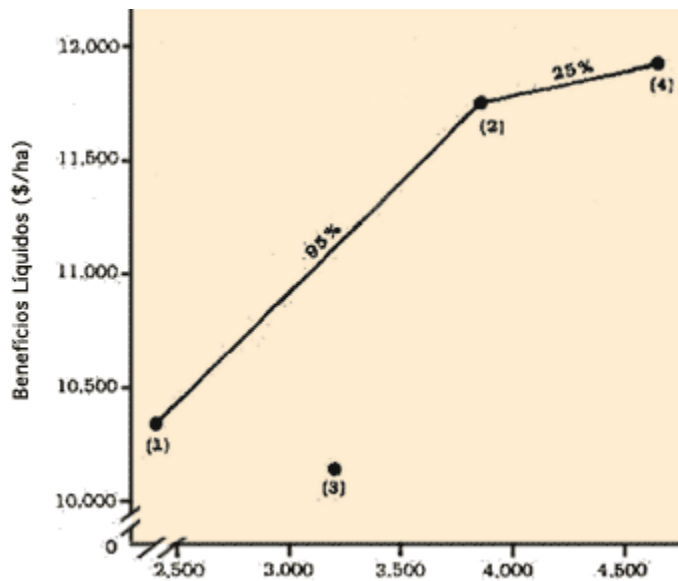
A análise de dominância eliminou um tratamento devido aos seus baixos benefícios líquidos, mas não forneceu uma recomendação firme. É possível dizer que o tratamento 1 é melhor que o tratamento 3, mas para comparar o tratamento 1 com os tratamentos 2 e 4, é necessária uma análise posterior. A curva de benefícios líquidos é útil para esta análise.

Na figura 4.1 (na página a seguir) é apresentada a curva de benefícios líquidos para o controle através do ensaio de taxa de sementeira. **Numa curva de benefícios líquidos cada tratamento é representado por um ponto no gráfico, de acordo com os seus benefícios líquidos e custos totais que variam. As alternativas que não são dominadas são ligadas com linhas.** A alternativa dominada (tratamento 3) também está representada no gráfico, para mostrar que fica abaixo da curva dos benefícios líquidos. Porque na curva de benefícios líquidos incluem-se apenas os tratamentos não dominados, a sua inclinação é sempre positiva.

Taxa de retorno marginal

A curva de benefícios líquidos apresentada na figura 4.1 mostra a relação entre os custos que variam e os benefícios líquidos para os três tratamentos não dominados. A inclinação da linha que liga o tratamento 1 ao tratamento 2 é maior que a inclinação que liga o tratamento 2 ao tratamento 4.

Figura 4.1. Curva de benefícios líquidos, controle de infestantes através do ensaio de taxa de sementeira



O objectivo da análise marginal é revelar como é que os benefícios líquidos de um investimento aumentam com o aumento da quantia investida. Ou seja, se os agricultores investem 1.475 \$ em herbicida e na sua aplicação, eles recuperam os 1.475 \$ (lembre-se, os custos que variam já foram subtraídos dos benefícios brutos de campo), mais 1.405 \$ adicionais.

Uma forma mais fácil de expressar esta relação é através do cálculo da *taxa de retorno marginal*, que é o benefício líquido marginal (isto é, a mudança nos benefícios líquidos) dividido pelo custo marginal (quer dizer, a mudança nos custos), expressa como **percentagem**. Neste caso, a taxa marginal de mudar do tratamento 1 para o tratamento 2 é:

$$\frac{11.765 \$ - 10.360 \$}{3.875 \$ - 2.400 \$} = \frac{1.405 \$}{1.475 \$} = 0,95 = 95\%$$

Isto significa que para cada 1,00 \$ investido em herbicida e sua aplicação, os agricultores podem esperar recuperar o 1,00 \$ e mais 0,95 \$ adicionais.

O passo a seguir é calcular a taxa de retorno marginal de mudar do tratamento 2 (não o 1) para o tratamento 4.

$$\frac{11.956 \$ - 11.765 \$}{4.675 \$ - 3.875 \$} = \frac{200 \$}{800 \$} = 0,25 = 25\%$$

Portanto os agricultores que usam herbicida e plantam a uma taxa de sementeira de 120 Kg de semente/ha, investindo numa maior taxa de sementeira vão ter uma taxa de retorno marginal de 25%; para cada 1,00 \$ investido numa maior taxa de sementeira, eles recuperam o 1,00 \$ e mais 0,25 \$ adicionais.

As duas taxas de retorno marginais confirmam a evidência visual da curva de benefícios líquidos; a segunda taxa de retorno é menor que a primeira. É possível fazer uma análise marginal sem fazer referência á curva de benefícios líquidos (tabela 4.2). Observe que as taxas de retorno marginais aparecem *entre* os dois tratamentos. Não faz sentido falar da taxa de retorno marginal de um determinado tratamento, porque esta é uma característica da *mudança de um tratamento para outro*. Porque os tratamentos dominados não são incluídos na análise marginal, a taxa de retorno marginal vai ser sempre positiva.

Tabela 4.2. Análise marginal de um ensaio sobre o controle de infestantes e a densidade de sementeira

Tratamento	Custos que variam (\$/ha)	Custos marginais (\$/ha)	Benefícios líquidos (\$/ha)	Benefícios líquidos marginais (\$/ha)	Taxa de retorno marginal
1	2.400		10.360		
2	3.800	1.475	11.765	1.405	95%
3	4.675	800	11.965	200	25%

A taxa de retorno marginal indica o que os agricultores podem esperar ganhar, em média, em troca do seu investimento, quando decidem mudar de uma prática (ou grupo de práticas) para outra. No exemplo presente, a adopção do herbicida implica uma taxa de retorno de 95% e depois o aumento da taxa de sementeira implica mais 25%. Como a análise deste exemplo está baseada em apenas cinco ensaios por ano, é provável que as conclusões sejam usadas para escolher os tratamentos promissores para testes posteriores, em vez de serem usadas para fazer recomendações imediatas aos agricultores. No entanto, não pode ser tomada uma decisão em relação a estes tratamentos sem saber qual é a taxa de retorno que é aceitável para os agricultores. Será que 95% é suficientemente elevado? E quanto a 25%? O capítulo a seguir explica como estimar uma taxa de retorno mínima.

Capítulo Cinco – A taxa de retorno mínima aceitável

Para fazer recomendações aos agricultores com base numa análise marginal, é necessário estimar a taxa de retorno mínima que seja aceitável para os agricultores do domínio de recomendação. Se é solicitado que os agricultores façam um investimento adicional nas suas operações agrícolas, eles terão que considerar o custo do dinheiro investido. Este é um custo que não foi considerado nos capítulos anteriores, porque devido à importância crítica da disponibilidade do capital, ele merece ser abordado em separado. **O capital de trabalho é o valor dos insumos (comprados ou da propriedade do agricultor) que são atribuídos numa actividade com a esperança de mais tarde ter um retorno. O custo do capital de trabalho (que neste manual vai ser simplesmente referido como custo do capital) é o benefício que o agricultor deixa de receber por investir o capital de trabalho, durante um certo período de tempo, na actividade.** Este pode ser um custo directo, como no caso de uma pessoa que pede dinheiro emprestado para comprar o adubo e deve pagar uma taxa de juro sobre o empréstimo, ou pode ser um custo de oportunidade, porque o agricultor sacrifica os ganhos ao retirar o dinheiro ou um insumo de sua propriedade do seu melhor uso alternativo.

Também é necessário estimar o nível de retornos adicionais, para além do custo do capital, que convencerá os agricultores que vale a pena fazer o investimento. Afinal os agricultores não vão pedir dinheiro emprestado com juro de 20% para investir numa tecnologia que tem uma taxa de retorno de apenas 20% e que lhes deixe sem nada para compensar o seu investimento. Ao estimar a taxa de retorno mínima, deve-se adicionar algo ao custo do capital para pagar aos agricultores o tempo e esforço despendido a aprender a gerir a nova tecnologia.

Existem várias maneiras de estimar uma taxa de retorno mínima aceitável (ou mais simplesmente, uma taxa de retorno mínima).

Uma primeira aproximação da taxa de retorno mínima

A experiência e evidência empírica mostraram que para a maioria das situações a taxa de retorno mínima aceitável para os agricultores encontra-se entre 50 e 100%. Se a tecnologia é nova para os agricultores (por exemplo, o controle químico das infestantes onde os agricultores realizam a capina manual) e exige que eles aprendam algumas habilidades, é razoável estimar uma taxa de retorno mínima de 100%.

Se a mudança de tecnologias oferece uma taxa de retorno acima de 100% (que é equivalente a um retorno de “2” para “1”, como frequentemente é referido pelos agricultores), parece ser seguro recomendá-la na maior parte dos casos.

Se a tecnologia apenas representa um ajuste na prática actual do agricultor (tal como a dose do adubo para os agricultores que já usam adubo), então pode ser aceitável uma taxa de retorno mínima de 50%. É pouco provável que seja aceite uma taxa inferior a 50%, a não ser que o capital seja facilmente disponibilizado e os custos de aprendizagem sejam muito baixos.

Esta amplitude de 50 a 100 é não é muito preciso mas deve sempre ser lembrado que outros dados agronómicos e económicos usados nesta análise serão também estimados ou aproximados. Esta amplitude deve servir como uma orientação útil para a taxa de retorno mínima aceitável para os agricultores. É importante observar que esta amplitude representa uma estimativa para os ciclos de culturas de quatro a cinco meses. Se o ciclo da cultura for mais longo, a taxa de retorno mínima será a mais elevada^[1]. Em zonas onde a taxa de inflação é muito elevada, esta amplitude deve ser ajustada, aumentando-a em função a taxa de inflação e também ao longo do período do ciclo da cultura. Para mais informação sobre inflação veja o capítulo 9.

O mercado informal de capital

Uma forma alternativa de estimar a taxa de retorno mínima é através de um exame do mercado informal de capital. Em muitas zonas, os agricultores não tem acesso ao crédito institucional, eles ou devem usar o seu próprio capital ou tirar vantagem do mercado informal de capital, como por exemplo com os agiotas da aldeia. As taxas de juro deste sector informal fornecem uma forma para começar a estimar a taxa de retorno mínima. As conversas informais com vários agricultores que fazem parte do domínio de recomendação deve dar aos pesquisadores uma boa ideia sobre as taxas de juro locais. Exemplos de questões relevantes são: “Se você precisa de dinheiro para comprar alguma coisa para a machamba, a quem se dirige?” e “Quanto é que esta pessoa cobra para emprestar o dinheiro?”

Se, por exemplo, acontecer que os agiotas locais cobram 10% por mês, então o custo do capital em cinco meses é de 50%. Para estimar a taxa de retorno mínima neste caso, deve-se juntar um montante adicional para representar o que os agricultores esperam que pague o seu esforço em aprender e usar a nova tecnologia.

Esta quantia extra pode se aproximada, duplicando o custo do capital (a não ser que a tecnologia represente um simples ajuste das práticas). Desta forma, neste exemplo, a taxa de retorno mínima estimada seria de 100%. Mais uma vez, deve-se dar ênfase ao facto de esta ser simplesmente uma forma de derivar uma estimativa grosseira do nível de retornos que o agricultor vai querer.

O mercado formal de capital

Também é possível estimar uma taxa de retorno mínima usando a informação do mercado formal de capital. Se os agricultores tem acesso a empréstimos através de bancos privados ou estatais, cooperativas ou outras agências que apoiam o sector agrícola, então podem ser usadas as taxas de juro cobradas por essas instituições para estimar o custo do capital. Mas este cálculo é relevante apenas se a maioria dos agricultores de facto tem acesso ao crédito institucional. Se não, eles provavelmente vão enfrentar um custo de capital diferente daquele que é oferecido através do crédito institucional relativamente barato. Em alguns casos, pode ser que os agricultores com condições similares devam ser divididos em dois grupos de acordo com o seu acesso a um ou outro tipo de crédito. Estes dois grupos de agricultores vão enfrentar diferentes taxas de retorno mínimas e podem muito bem representar dois domínios de recomendação separados.

Em outros casos, o crédito institucional pode estar disponível para os agricultores, mas apenas para certas culturas ou na forma de pacotes de crédito rigidamente definidos. Se não é provável que o crédito institucional esteja disponível para as recomendações a ser consideradas, então o custo de capital nesses programas de crédito não é relevante para a estimativa de uma taxa de retorno mínima. Este é outro exemplo de como a pesquisa nas machambas pode fornecer informação aos responsáveis pelas decisões políticas, neste caso, pela interacção com as instituições de crédito para assegurar que os seus serviços são dirigidos para os agricultores na forma mais eficiente o possível.

Se os agricultores tem acesso ao crédito institucional, o custo do capital pode ser estimado usando a taxa de juro usada ao longo da campanha agrícola. Ou seja, a taxa de juro deve cobrir o período desde o momento que os agricultores recebem o crédito (em dinheiro ou insumos) até ao momento em que vendem o produto colhido e pagam o empréstimo. Para além disso, é necessário incluir todas as despesas relacionadas com o empréstimo. Existem frequentemente as despesas de serviços, gratificações de seguros, ou mesmo as despesas pessoais do

agricultor em relação a aspectos como o transporte à cidade para obter o empréstimo, estas despesas devem ser incluídas na estimativa do custo do capital.

Uma vez calculado o custo do capital no mercado formal, pode ser obtida uma estimativa da taxa de retorno mínima, duplicando-a. Isto fornece uma ideia grosseira da taxa de retorno que os agricultores vão achar aceitável se eles tivessem que fazer o empréstimo para investir numa tecnologia nova.

Resumo

É necessário estimar a taxa de retorno mínima que seja aceitável para os agricultores de um mesmo domínio de recomendação. Na maior parte dos casos não é possível fornecer um número exacto, mas a experiência mostrou que este número raramente está abaixo de 50%, mesmo para as tecnologias que representam um simples ajuste na prática dos agricultores e que frequentemente se encontra à volta de 100%, principalmente quando a prática proposta é nova para os agricultores. Se o ciclo da cultura for maior que quatro ou cinco meses, estas taxas mínimas serão correspondentemente maiores. Quando os agricultores tem acesso ao crédito, quer através de mercados formais como informais, é possível estimar um custo do capital (ou um custo oportunidade do capital) e usá-lo para estimar a taxa de retorno mínima. Mas, mesmo nesses casos, deve ser lembrado que o número será aproximado. O capítulo a seguir explica como usar as estimativas da taxa de retorno mínima para julgar que mudanças de tecnologia serão aceitáveis para os agricultores.

Capítulo Seis – A análise marginal na formulação de recomendações

O capítulo 4 demonstrou como desenvolver uma curva de benefícios líquidos e calcular a taxa de retorno marginal entre pares adjacentes de tratamentos. O capítulo 5 discutiu os métodos para estimar a taxa de retorno mínima aceitável para os agricultores. O objectivo do capítulo 6 é descrever a *análise marginal*, que é o processo de cálculo das taxas marginais de retorno entre tratamentos, procedendo gradualmente desde o tratamento de menor custo, para o de maior custo e comparando estas taxas de retorno com a taxa de retorno mínima aceitável pelos agricultores. Deve-se dar ênfase mais uma vez ao facto de este tipo de análise ser útil quer para fazer recomendações aos agricultores, quando a evidência experimental é suficiente e para ajudar a escolher os tratamentos para posterior experimentação. A seguir são apresentados três exemplos de análise marginal.

Controle de infestantes através do ensaio de taxa de sementeira

Pode ser melhor começar por voltar ao exemplo do controle de infestantes através do ensaio de taxa de sementeira, que foi resumido na figura 4.1 (na página 26). Depois da análise de dominância, ficam apenas três tratamentos a ser considerados e neles foram calculadas as taxas de retorno marginais. Se o tratamento 1 representa a prática dos agricultores, será que eles vão adoptar o tratamento 2 ou o tratamento 4?

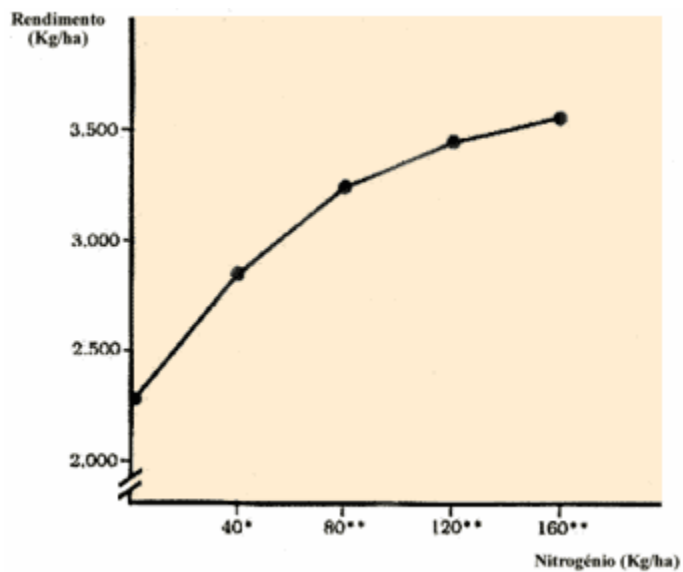
Os agricultores devem estar dispostos a mudar de um tratamento para outro se a taxa de retorno marginal desta mudança for maior que a taxa de retorno mínima. Neste caso, se a taxa de retorno mínima fosse 100%, os agricultores provavelmente não estariam dispostos a mudar a sua prática de não controlar as infestantes, representada pelo tratamento 1, para o uso de herbicida, representado pelo tratamento 2, porque a taxa de retorno marginal (95%) encontra-se abaixo do mínimo. Se a taxa de retorno mínima fosse de 50%, então os agricultores estariam dispostos a mudar para o tratamento 2. Os agricultores estariam dispostos a mudar do tratamento 2 para o 4, só quando a taxa de retorno mínima for de 25% (que é improvável). A mudança de um tratamento para o seguinte só é atractiva quando a taxa de retorno marginal entre os dois tratamentos exceder a taxa de retorno mínima aceitável. Por outro lado, se a taxa de retorno marginal se encontra abaixo do mínimo, não é aceitável a mudança de um tratamento para o outro.

Ensaio de adubação

A figura 6.1 (na página 32) mostra os resultados de um ensaio de nitrogénio no milho. Ainda na página 32, a tabela 6.1 dá os detalhes sobre o delineamento experimental e custos que variam. Os dados de rendimento são a média de 20 locais durante três anos de experimentação. Na página 33, a tabela 6.2 representa um orçamento parcial do ensaio, a figura 6.2 mostra a curva de benefícios líquidos e a tabela 6.3 apresenta a análise marginal (um dos tratamentos é dominado).

Os pesquisadores estimaram que para o domínio de recomendação onde foram plantados estes ensaios, a taxa de retorno mínima para o ciclo da cultura era 100%. Com 20 ensaios ao longo de três anos, os pesquisadores sentiram que estavam prontos para fazer uma recomendação sobre a adubação nitrogenada aos agricultores que na não estavam a usar adubo nitrogenado na sua cultura. Qual deveria ser esta recomendação? Ou, por outras palavras, se os agricultores estão a considerar investir no adubo nitrogenado e na mão-de-obra para o aplicar, qual seria o nível recomendado de investimento?

Figura 6.1. Rendimentos de um ensaio de nitrogénio



* Uma só aplicação

* Aplicação em duas partes

Tabela 6.1. Dados do ensaio sobre o nitrogénio

Tratamento	Nitrogénio (Kg/ha)	Aplicações de N (n.º)	Rendimento médio (Kg/ha) em 20 locais e 3 anos
1*	0	0	2.222
2	40	1	2.867
3	80	2	3.256
4	120	2	3.444
5	160	2	3.544

* Prática do agricultor

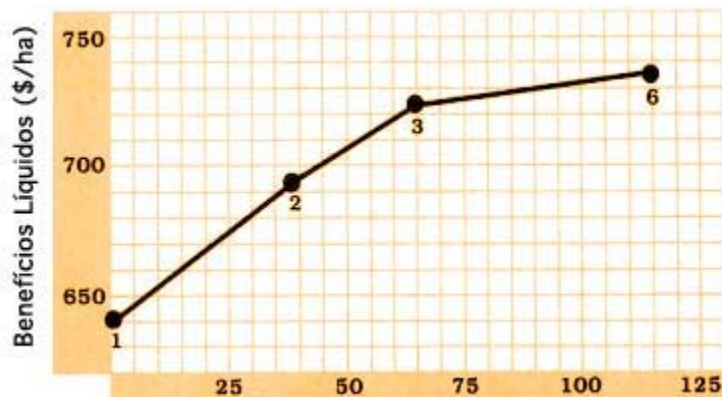
Dados

Preço de campo do N	0,625 \$/Kg
Preço de campo do milho	0,20 \$/Kg
Custo de uma aplicação de fertilizante	5,00 \$/ha
Ajuste ao rendimento	10%
Taxa de retorno mínima	100%

Tabela 6.2. Orçamento parcial do ensaio sobre o nitrogénio

Tratamento	1	2	3	4	5
	0 Kg N/ha	40 Kg N/ha	80 Kg N/ha	120 Kg N/ha	160 Kg N/ha
Rendimento médio (Kg/ha)	2.222	2.867	3.256	3.444	3.544
Rendimento ajustado (Kg/ha)	2.000	2.580	2.930	3.100	3.190
Benefícios brutos de campo (\$/ha)	400	516	586	620	638
Custo do nitrogénio (\$/ha)	0	25	50	75	100
Custo da mão-de-obra (\$/ha)	0	5	10	10	10
Total de custos que variam (\$/ha)	0	30	60	85	110
Benefícios líquidos (\$/ha)	400	486	526	535	528

Figura 6.2. Curva de benefícios líquidos, ensaio de nitrogénio



Total de custos que variam (\$/ha)

Tabela 6.3. Análise marginal, ensaio de nitrogénio

Tratamento	Custos totais que variam (\$/ha)	Benefícios líquidos (\$/ha)	Taxa de retorno marginal
1 0 Kg N/ha	0	400 \$	
2 40 Kg N/ha	30 \$	486 \$	287%
3 80 Kg N/ha	60 \$	526 \$	133%
4 120 Kg N/ha	85 \$	535 \$	36%
5 160 Kg N/ha	110 \$	528 \$ D*	X

* o tratamento 5 é dominado

Esta análise deve sempre ser feita num forma gradual, partindo do tratamento que tem os mais baixos custos que variam, para os seguintes em ordem crescente. Se a taxa de retorno marginal da mudança do primeiro para o segundo tratamento for igual ou superior à taxa de retorno mínima, então pode ser feita a comparação a seguir, entre o segundo e terceiro tratamentos (não entre o primeiro e o terceiro). Esta comparação continua (quer dizer, aumentando o nível de investimento) até que a taxa de retorno marginal se encontre abaixo da taxa de retorno mínima. Se a inclinação da curva de benefícios líquidos continua a diminuir, então a análise pode ser concluída no último tratamento que tem uma taxa de retorno aceitável comparado com o tratamento com o tratamento a seguir na ordem decrescente dos custos. Se a curva de benefícios líquidos for irregular, então deve haver uma análise posterior (ver o exemplo a seguir, na página 35).

No ensaio de nitrogénio, a taxa de retorno marginal de mudar de 0 Kg de N/ha para 40 Kg de N/ha é 287%, que está bastante acima do mínimo de 100%. A taxa de retorno marginal de passar de 40 Kg de N/ha para 80 Kg de N/ha é 135%, também acima de 100%. Mas a taxa de retorno marginal de ir de 80 Kg de N/ha para 120 Kg de N/ha é apenas 36%. Então, dos tratamentos do ensaio, a melhor recomendação para os agricultores seria a dose de 80 Kg de N/ha.

Existem alguns aspectos a observar sobre esta conclusão. Em primeiro lugar, a recomendação não é (necessariamente) baseada na taxa de retorno mais elevada. Para os agricultores que não usam nitrogénio, o investimento em 40 Kg de N/ha dá uma taxa de retorno bastante elevada, mas se os agricultores param por aí, vão perder a oportunidade de ter ganhos maiores, com uma taxa de retorno atractiva para o investimento em mais 40 Kg de nitrogénio por hectare. Os agricultores vão continuar a investir enquanto que os retornos para cada unidade extra investida (medida pela taxa de retorno marginal) forem maiores que o custo das unidades extra investidas (medidas pela taxa de retorno mínima aceitável).

O segundo aspecto a notar é que a recomendação não é (necessariamente) o tratamento com os benefícios líquidos mais elevados (120 Kg de N/ha). Se em vez de uma análise marginal gradual se tivesse feito uma análise das médias, comparando 0 Kg N/ha com 120 Kg N/ha, a taxa de retorno parece atractiva (ou seja, fazendo o cálculo daria $(535 - 400)/(85 - 0) = 159\%$) o que seria enganador. A taxa *média* de retorno de 159% esconde o facto de maior parte dos benefícios terem sido já obtidos com menores níveis de investimento. Esta taxa de retorno média junta os segmentos lucrativos e não lucrativos da curva de benefícios líquidos. A análise marginal indica taxas de retorno aceitáveis até 80 Kg de N/ha. Se os agricultores vão aplicar 120 Kg de N/ha, a análise mostra que eles obterão apenas uma taxa de retorno marginal de 36% no seu investimento dos últimos 25\$. É provável que eles queiram investir o seu dinheiro no nitrogénio até 80 Kg de N/ha e depois perguntar se não há alguma outra forma de investir os 25\$ finais (um pouco mais de controle de infestantes, cerca para os animais, etc.) que lhes daria uma taxa de retorno melhor que os 36%.

Em resumo, a recomendação não é necessariamente o tratamento com maior taxa de retorno marginal comparado com a do tratamento a seguir com o menor custo, nem do tratamento com o maior benefício líquido, nem o tratamento com o rendimento mais elevado. A identificação de uma recomendação exige uma análise marginal cuidadosa usando uma taxa de retorno apropriada.

Ensaio de lavoura

Este exemplo mostra alguns aspectos adicionais da análise marginal e da selecção das recomendações. A figura 6.3 apresenta os dados de rendimento de um ensaio de lavoura no trigo. A tabela 6.4 dá detalhes do delineamento experimental e dos custos que variam. Os dados de rendimento são uma média de seis locais durante um ano de ensaios. Na página a seguir, a tabela 6.5 mostra o orçamento parcial, a figura 6.4 apresenta a curva de benefícios líquidos e a tabela 6.6 mostra a análise marginal.

Figura 6.3. Rendimentos do ensaio de lavoura

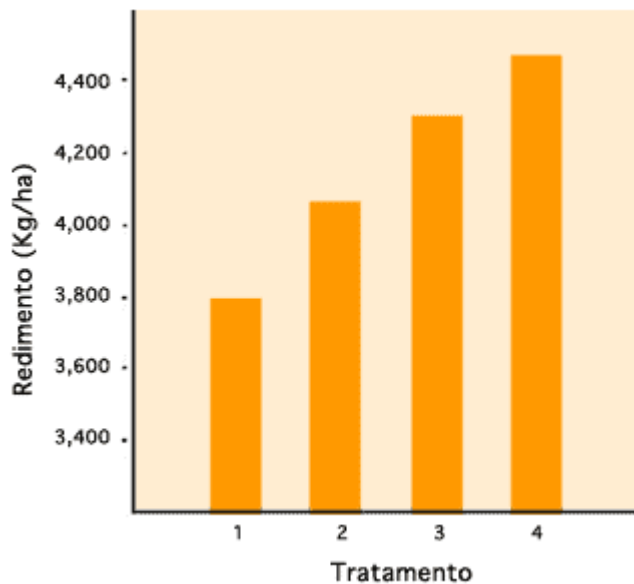


Tabela 6.4. Dados do ensaio de lavoura

Tratamento	Tipo de lavoura	Número de gradagens	Método de sementeira	Rendimento médio (Kg/ha) para 6 locais
1*	Nenhum	2	Manual	3.800
2	Nenhum	0	Plantador de lavoura nula	4.080
3	Arado de cinzel	2	Manual	4.300
4	Arado aiveca	2	Manual	4.470

* Prática do agricultor

Dados

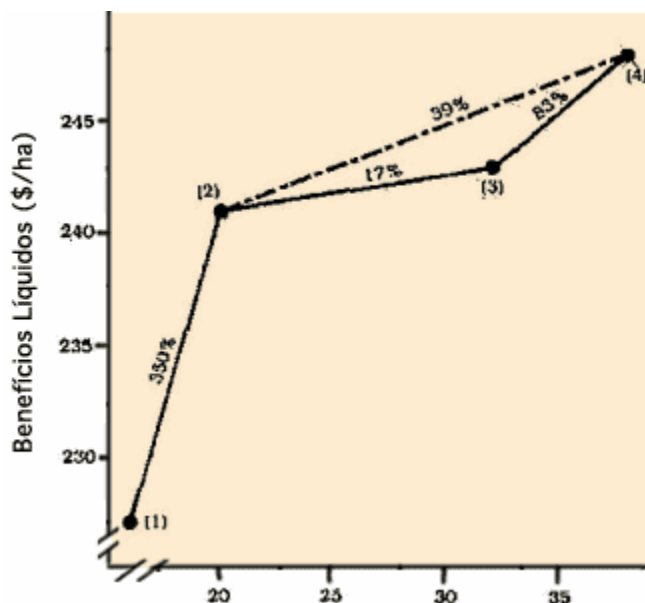
Custos de lavoura

Grade		Custo de semear manualmente	2 \$/ha
Arado de cinzel	7 \$/ha	Preço de campo do trigo	0,80 \$/Kg
Arado de aiveca	16 \$/ha	Ajuste do rendimento	20%
Plantador de lavoura nula	22 \$/ha	Taxa de retorno mínima	80%

Tabela 6.5. Orçamento parcial, ensaio de lavoura

	Tratamento			
	1	2	3	4
Rendimento médio (Kg/ha)				
Rendimento ajustado (Kg/ha)	3.800	4.080	4.300	4.470
Benefícios brutos de campo (\$/ha)	3.040	3.264	3.440	3.576
Custo da lavoura (\$/ha)	243	261	275	286
Custo da gradagem (\$/ha)	0	0	16	22
Custo da sementeira (\$/ha)	14	0	14	14
Custo da sementeira de lavoura nula (\$/ha)	2	0	2	2
Custos totais que variam (\$/ha)	16	20	32	38
Benefícios líquidos (\$/ha)	227	241	243	248

Figura 6.4. Curva de benefícios líquidos, ensaio de lavoura



Total de custos que variam

Tabela 6.6. Análise marginal, ensaio de lavoura

Tratamento	Custos totais que variam (\$/ha)	Benefícios líquidos (\$/ha)	Taxa de retorno marginal
1	16	227	
2	20	241	350%
3	32	243	17%
4	38	248	83%

Em primeiro lugar, deve-se observar que este ensaio de lavoura é diferente do ensaio de nitrogénio porque testa quatro diferentes tratamentos, em vez do aumento contínuo de um factor. É impossível usar 80 Kg de nitrogénio sem usar 40 Kg de nitrogénio, mas usar um método de lavoura não exige o uso anterior de um método mais barato. Existem quatro opções diferentes, colocadas na curva de benefícios líquidos em função do aumento dos custos. A análise marginal é simplesmente uma forma de examinar várias

alternativas para a lavoura (neste caso). São feitas as comparações, como sempre de uma maneira gradual entre uma alternativa e a alternativa seguinte, por ordem crescente dos custos, até que seja identificada uma recomendação aceitável.

Em segundo lugar, a situação é um pouco diferente do caso anterior porque apenas estão disponíveis para a análise, seis locais durante o período de um ano. Desta forma, a análise vai ser usada para ajudar a planificar os experimentos posteriores, em vez de fazer recomendações aos agricultores.

Finalmente, a forma da curva de benefícios líquidos é diferente do exemplo anterior. A taxa de retorno marginal de passar do tratamento 1 para o tratamento 2 é 350%, que é um valor bem acima do mínimo. Portanto o tratamento 2 é certamente a alternativa que vale a pena adoptar em vez da prática do agricultor. A seguir, a taxa de retorno marginal de ir do tratamento 2 para o 3 é 17%, sendo abaixo do mínimo. O tratamento 3 pode então ser eliminado, deixando de ser considerado. Mas a taxa de retorno marginal entre os tratamentos 3 e 4 é 83%, que está acima da taxa de retorno mínima de 80%. Em casos como este, onde a taxa de retorno marginal entre dois tratamentos se encontra abaixo do mínimo, mas a taxa de retorno marginal a seguir é acima do mínimo, é necessário eliminar o ou os tratamentos inaceitáveis e *recalcular* uma nova taxa de retorno marginal. Neste exemplo, é necessário calcular a taxa de retorno marginal entre o tratamento 2 e 4. O resultado é 39% ($\frac{248 - 241}{38 - 20} = 39\%$), que se

encontra abaixo da taxa mínima de retorno. Desta forma o tratamento 4 é também rejeitado. Se, no entanto, esta taxa de retorno marginal for superior a 80%, o tratamento 4 seria o melhor.

Neste caso os pesquisadores deveriam continuar o ensaio com o tratamento 2 (o plantador de lavoura nula), que parece ser uma alternativa promissora em relação à prática dos agricultores de realizar duas gradagens antes de semear. Os tratamentos 3 e 4 dão rendimentos mais elevados, mas os seus custos não permitem ter uma taxa de retorno aceitável. Os pesquisadores devem decidir se existe suficiente evidência para eliminar estes tratamentos da experimentação futura ou se vale a pena fazer mais um ano de teste.

Análise usando resíduos

As conclusões da análise marginal podem ser verificadas usando o conceito de resíduos[2]. Os resíduos (tal como é aqui definido este termo) são calculados subtraindo o retorno que os agricultores exigem (a taxa de retorno mínima multiplicada pelo total dos custos que variam) dos benefícios líquidos. A tabela 6.7 ilustra este método, usando os dados do ensaio de nitrogénio (apresentados na tabela 6.3, página 33).

Tabela 6.7. Análise de um ensaio de nitrogénio usando resíduos

Tratamento	(1) Custos totais que variam (\$/ha)	(2) Benefícios líquidos (\$/ha)	(3) Retorno necessário [100% x (1)] (\$/ha)	(4) Resíduo [(2) - (3)] (\$/ha)
1 0 Kg N/ha	0	400	0	400
2 40 Kg N/ha	30	486	30	456
3 80 Kg N/ha	60	526	60	466*
4 120 Kg N/ha	85	535	85	450

* máximo resíduo

Os tratamentos, como habitualmente, são listados por ordem crescente dos custos que variam. A coluna 1 dá os custos totais que variam e a coluna 2 dá os benefícios líquidos. A coluna 3 é a taxa de retorno mínima aceitável multiplicada pelos custos que variam e representa o retorno que os agricultores exigiriam do seu investimento para mudar a sua prática. Por exemplo, se 40 Kg de N/ha tem custos que variam de 30 \$/ha e se a taxa de retorno mínima é 100%, isto significa que os agricultores vão querer retornos de pelo menos 30 \$/ha adicionais antes de investir em 40 Kg de N/ha. Finalmente, o resíduo (coluna 4) é a diferença entre os benefícios líquidos e o retorno exigido pelos agricultores (coluna 3). É claro que este resíduo não é lucro e representa a comparação entre os resíduos em vez do seu valor absoluto, que é o que aqui importa.

Os agricultores vão estar interessados no tratamento com o maior resíduo. Neste caso, o tratamento com maior resíduo é de 80 kg de N/ha, que é a mesma conclusão que foi chegada com a análise anterior. O facto de se parar aos 40 Kg de N/ha impede aos agricultores de ganhar mais dinheiro por hectare. Passar para 120 Kg de N/ha implica uma perda, depois de se considerar o retorno exigido pelos agricultores.

Os resíduos também podem ser usados para verificar as conclusões da análise marginal do ensaio de lavoura (tabela 6.6, página 36). A tabela 6.8 mostra os resultados: o tratamento 2 é o que tem maior resíduo.

Tabela 6.8. Análise do ensaio de lavoura usando os resíduos

Tratamento	(1) Custos totais que variam (\$/ha)	(2) Benefícios líquidos (\$/ha)	(3) Retorno necessário [80% x (1)] (\$/ha)	(4) Resíduo [(2) - (3)] (\$/ha)
1	16	227	13	214
2	20	241	16	225*
3	32	243	26	217
4	38	248	30	218

* resíduo máximo

Este método de cálculo e comparação dos resíduos dará sempre a mesma conclusão que o método gráfico da análise marginal mostrado anteriormente. No entanto, o método de uso de resíduos exige um número exacto da taxa de retorno mínima, enquanto que o método gráfico permite a comparação de taxas marginais de retorno com várias suposições da taxa de retorno mínima. Então, é aconselhável usar primeiro o método gráfico e depois, se necessário, verificar as conclusões com relação a uma determinada taxa de retorno mínima através do cálculo dos resíduos.

ALGUMAS QUESTÕES SOBRE A ANÁLISE MARGINAL

1. A análise marginal é a “última palavra” para fazer uma recomendação?

A análise marginal é um passo importante na avaliação dos resultados de um ensaio na machamba antes de se fazer as recomendações. Mas a interpretação agronómica e análise estatística também fazem parte da avaliação, assim como a avaliação do agricultor. Quando os pesquisadores conduzem os seus ensaios nas machambas, eles devem solicitar constantemente a opinião e reacções dos agricultores. As alternativas podem parecer promissoras agronómica mas ter outros problemas do ponto de vista económico, que apenas o agricultor pode identificar. Na medida do possível, antes de plantar os ensaios, os tratamentos devem ser seleccionados em termos de compatibilidade com o sistema agrícola. Mas também é essencial a avaliação dos ensaios pelos agricultores e são eles que tem a última palavra.

2. Quando precisa a taxa de retorno marginal como critério?

É importante ter em mente que o cálculo da taxa marginal de retorno é baseado na estimativa dos rendimentos derivados dos ensaios agronómicos e na estimativa dos vários custos, que são frequentemente custos de oportunidade. Para além disso, a taxa de retorno marginal é comparada com a taxa mínima de retorno que é apenas uma aproximação dos objectivos do agricultor ao fazer o investimento. A descrição e bom julgamento devem sempre desempenhar um papel importante na interpretação destas taxas e na elaboração de recomendações. Se a taxa de retorno marginal se encontra a um nível razoável acima do mínimo, há grandes chances que a mudança seja aceite. Se ela se encontra próximo do mínimo então deve-se agir cautelosamente. Em nenhum caso pode ser aplicada uma regra mecânica para recomendar uma mudança cuja taxa que se encontra a poucos pontos de percentagem acima da taxa mínima. Fazer recomendações para os agricultores exige um conhecimento profundo da área de pesquisa e dos problemas enfrentados pelo agricultor, uma dedicação a uma boa pesquisa agronómica e a habilidade de aprender com a experiência prévia. A análise marginal é um instrumento poderoso neste processo, mas deve ser visto apenas como parte da estratégia de pesquisa.

3. Se for pequena a mudança nos custos que variam é possível interpretar a taxa de retorno marginal?

Certos ensaios, como aqueles que olham para diferentes variáveis ou talvez para mudanças modestas na taxa de sementeira,

envolvem custos que podem ser bastante pequenos. Se as diferenças nos rendimentos forem substanciais, a taxa de retorno marginal resultante pode ser muito grande, algumas vezes na ordem de mil por cento. Nestes casos, a taxa de retorno marginal tem pouca utilidade para comparar os tratamentos. Portanto, normalmente não vale a pena calcular as taxas de retorno marginais para ensaios de variedades, a não ser que haja diferenças significativas nos custos entre as variedades (por exemplo uma variedade local de milho e um híbrido), ou no valor de mercado das variedades (por exemplo, por causa da preferência do consumidor).

4. É realmente possível fazer recomendações, usando a análise marginal, sem considerar todos os custos de produção?

Lembre-se que o ponto de partida da pesquisa na machamba é a suposição que é muito melhor considerar melhorias relativamente pequenas nas práticas dos agricultores, em vez de propor mudanças de grande escala. A ideia é então perguntar que mudanças podem ser feitas no sistema usado e comparar a mudança nos benefícios com a mudança nos custos. Dado que se focaliza nas *diferenças* entre dois tratamentos, em vez dos seus valores absolutos, os custos que não variam entre os tratamentos não vão afectar o cálculo da taxa de retorno marginal. A tabela 6.8 mostra os dois casos, ambos usando os mesmos rendimentos e custos que variam. Para o orçamento parcial, a taxa de retorno marginal é calculada da forma usual. O orçamento completo inclui todos os custos de produção que, é claro, são constantes (300 \$/ha) para cada tratamento. Quando a taxa de retorno marginal é calculada usando os benefícios e custos totais, o resultado é o mesmo.

Tabela 6.9. Análise marginal usando o orçamento parcial e o orçamento total

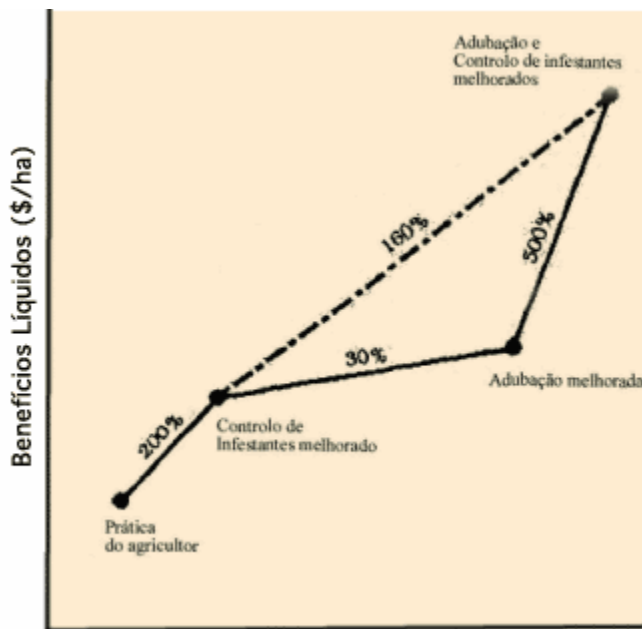
Orçamento parcial	1	2	Orçamento total	1	2
			Benefícios brutos de campo (\$/ha)	500	650
			Total de custos que variam (\$/ha)	100	200
Benefícios brutos de campo (\$/ha)	500	650	Total de custos que não variam (\$/ha)	300	300
Total de custos que variam (\$/ha)	100	200	Custos totais (\$/ha)	400	500
Benefícios líquidos (\$/ha)	400	450	Benefícios líquidos (\$/ha)	100	150
Taxa de retorno marginal = $\frac{450 - 400}{200 - 100} = 50\%$			Taxa de retorno marginal = $\frac{150 - 100}{500 - 400} = 50\%$		

5. É correcta a estratégia de sempre considerar pequenas mudanças nas práticas dos agricultores?

A experiência demonstrou que os agricultores provavelmente adoptam as práticas novas por passos do que em pacotes completos. Mas ao seguir esta estratégia deve-se entender que os agricultores eventualmente podem adoptar (e adoptam) um novo conjunto de práticas ao longo de um período de alguns anos de testes. A complexidade dos passos individuais depende da natureza das interacções agronómicas entre os elementos que estão sendo testados e sobre os recursos disponíveis para os agricultores.

É geralmente possível tirar vantagem deste padrão sequencial de adopção ao fazer as recomendações. Os passos iniciais podem ser intermediários entre a prática dos agricultores e as recomendações que serão testadas para a análise marginal. A figura 6.5 (na página a seguir) apresenta a curva de benefícios líquidos para o controle de infestantes através do ensaio de adubação. A curva mostra que a recomendação deve ser uma combinação do controle melhorado de infestantes e adubação.

Figura 6.5. Curva de benefícios líquidos, controle de infestantes através do ensaio de adubação



Total de custos que variam (\$/ha)

No entanto, é possível primeiro promover uma recomendação intermédia do controle melhorado de infestantes e só depois adicionar os fertilizantes. A curva permite aos pesquisadores identificar uma série eficiente de tecnologias para recomendação quando os agricultores aumentam os níveis de despesas. Neste caso, a análise posterior indicaria que a recomendação de primeiro adoptar o adubo, sem o controle melhorado de infestantes, não seria uma boa opção.

Mudanças mais completas, como a introdução de culturas ou padrões de culturas, também são possíveis, é claro. Mas estas mudanças exigem um planeamento e análise extremamente cuidadosos, que se encontram para além dos objectivos deste manual.

6. Qual é a diferença entre a análise marginal e a análise contínua dos dados?

Os agrónomos frequentemente estimam funções de resposta para factores como os nutrientes e os economistas usam funções contínuas similares para escolher o óptimo económico. No entanto a metodologia deste manual usa a análise marginal de grupos de alternativas que não são contínuas. Existem três razões para dar ênfase ao último método. Primeiro, a análise marginal usando pontos que não são contínuos, pode ser usada para qualquer tipo de experimentação, enquanto que a análise contínua é apenas aplicável a factores que variam continuamente, tais como doses de adubos ou taxas de sementeira. Segundo, as habilidades de computação e as infra-estruturas necessárias para estimar as funções de resposta nem sempre estão disponíveis. Finalmente, não é exigida grande precisão para as recomendações para os agricultores (por exemplo, para níveis de adubação) porque os agricultores vão ajustá-los à suas condições individuais.

No entanto, em certas condições, pode ser muito útil uma análise económica contínua. Mas se assim for feito, será necessário o mesmo cuidado ao estimar os benefícios e custos que os agricultores enfrentam, que foi enfatizado neste manual ao se abordar a elaboração do orçamento parcial e condução da análise marginal. As análises sofisticadas que são frequentemente feitas com suposições não realistas sobre os rendimentos dos agricultores, preços de campo ou taxa de retorno mínima não dão conclusões úteis.

7. A análise marginal assume que o capital é o único factor escasso para os agricultores?

Na análise marginal, todos os factores são expressos em unidades monetárias. Isto não significa necessariamente que os agricultores pensam em todos os custos e benefícios em termos monetários, ou que o dinheiro é necessariamente um factor limitante. A análise marginal pode ser usada, por exemplo, num ensaio que compara tratamentos que diferem apenas na quantidade de mão-de-obra familiar (não paga) a trabalhar numa cultura que não é vendida. Para decidir se as quantidades extra de mão-de-obra são efectivamente investidas para produzir uma unidade extra de produto agrícola, devem ser atribuídos custos e preços de oportunidade e então pode ser feita a comparação.

No entanto, em casos em que a mão-de-obra familiar é a fonte de trabalho dominante e que os tratamentos experimentais envolvem mudanças significativas no uso de mão-de-obra, deve-se ter cuidado ao atribuir valor à mão-de-obra. Se, por exemplo, uma mudança de um tratamento para outro implica uma redução na mão-de-obra familiar e um aumento nas despesas em dinheiro, um pequeno aumento nos custos totais que variam pode, de facto, representar um aumento significativo no gasto monetário efectivo (compensado em certa medida pela redução nos “custos” de mão-de-obra). Nos casos em que a mão-de-obra familiar é um factor importante na tomada de decisões do agricultor em relação às novas tecnologias, deve ser realizada uma análise cuidadosa. Isto é complicado pelo facto do custo de oportunidade da mão-de-obra ser algumas vezes difícil de estimar. Os diferentes membros do agregado familiar (homens, mulheres e crianças) provavelmente vão ter diferentes custos de oportunidade de trabalho e a altura do ano (estação alta ou baixa) também vai afectar a estimativa.

Uma possibilidade é fazer a análise de sensibilidade (capítulo 9), que envolve a elaboração de algumas análises usando diferentes estimativas de custos de oportunidade da mão-de-obra. Esta é uma lembrança que há outras técnicas analíticas alternativas, que ultrapassam o objectivo deste manual, que podem ser úteis na tomada de decisões sobre o facto de uma tecnologia ser ou não adequada.

8. O conceito de análise marginal pode ser usado para planear os ensaios?

É comum considerar uma mudança na prática dos agricultores realizando um cálculo rápido de quanto rendimento adicional seria necessário para pagar os custos extra da nova prática.

Se mais 100 kg de adubo custam 1.000 \$ e o trigo é vendido por 5 \$/Kg, então estima-se que os agricultores precisariam de 200 kg mais de trigo (1.000/5 \$) para “pagar o adubo”. No entanto, há três erros neste tipo de cálculo.

O primeiro erro está em usar os preços de mercado para o adubo e para o milho, em vez de usar os preços de campo. O segundo é não incluir os custos da mão-de-obra ou maquinaria associados com o uso do adubo. O terceiro é não incluir a taxa de retorno mínima. A fórmula a seguir corrige estes erros e fornece uma forma útil para ajudar a considerar as práticas que são propostas para a experimentação.

$$\Delta Y = \frac{\Delta TCV (1 + M)}{P}$$

Onde ΔY = mudança mínima necessária no rendimento

ΔTCV = mudança nos custos totais que variam

P = preço de campo do produto

M = taxa de retorno mínima (expressa como fracção decimal)

No exemplo agora mencionado, se o adubo adicional mais a mão-de-obra para o aplicar, vale 1.200 \$, o preço de campo do trigo é 4 \$/Kg e a taxa de retorno mínima é de 50%, então:

$$\Delta Y = \frac{1.200 \$ (1 + 0,5)}{4 \$} = 450 \text{ Kg de trigo}$$

9. A análise marginal pode ser usada quando os rendimentos são variáveis ou os preços mudam?

Os rendimentos dos ensaios agronómicos são normalmente bastante variáveis e os preços frequentemente mudam. Os métodos para acomodar este tipo de variabilidade à análise marginal são abordados nos capítulos 7, 8 e 9.

[1] Em casos em que o preço de oportunidade de campo é usado para calcular os benefícios brutos do campo, a estimativa da taxa de retorno mínima deve ser baseada no período que vai desde a plantação até ao momento em que o agregado familiar faz a principal compra do bem. Isto é em geral muito depois da colheita e então a taxa de retorno mínima nestes casos vai ser mais elevada que quando é usado o preço de campo para calcular os benefícios brutos do campo.

[2] Para a finalidade deste manual, o termo “resíduo” é usado de forma especial, para indicar a diferença entre os benefícios líquidos e o custo de investimento. O leitor deve observar que o termo tem outros significados, quer no campo económico como em outros campos.

Quarta parte – A variabilidade

Capítulo Sete – Preparação dos resultados experimentais para a análise económica: domínios de recomendação e análise estatística

A análise marginal de um determinado ensaio deve ser realizada sobre os resultados combinados de pelo menos alguns locais ao longo de um ou mais anos. Para preparar os resultados experimentais para este tipo de análise devem ser tomados certos passos. Em primeiro lugar, os pesquisadores devem rever o objectivo do ensaio para decidir se os resultados da análise são usados para fazer a recomendação ou para orientar a pesquisa posterior. Em segundo lugar, uma revisão dos resultados de diferentes locais que pertençam ao mesmo domínio de recomendação vai indicar se todos os locais pertencem ao mesmo domínio de recomendação e, portanto, se podem ser analisados juntamente. Finalmente, uma combinação de um julgamento agronómico e da análise estatística vai levar a uma decisão em relação à diferenças de rendimento no ensaio. Se os pesquisadores duvidam que existam diferenças reais nos rendimentos, então os custos totais que variam de cada tratamento podem ser comparados; o tratamento com o menor custo geralmente vai ser preferido. Se, por outro lado, os pesquisadores acreditam que as diferenças observadas representam diferenças reais entre os tratamentos, então deve ser feita uma análise marginal.

Cada variável experimental tem um objectivo e os pesquisadores devem rever os objectivos do ensaio antes de pensar na análise económica. Algumas variáveis experimentais tem uma natureza exploratória; elas são destinadas a fornecer respostas em relação à resposta (por exemplo, há uma resposta ao fósforo?) ou para elucidar determinados constrangimentos da produção que foram observados (por exemplo, a baixa no cultivo do trigo foi devida a uma deficiência nutricional ou à variedade?). Estas variáveis estão destinadas a fornecer informação que pode ser usada para especificar problemas da produção e programar soluções para os mesmos. Os tratamentos nestes ensaios exploratórios são escolhidos para detectar a possibilidade de respostas e então não precisam ser desenhados para representar soluções viáveis do ponto de vista económico para um determinado problema. Os pesquisadores, devem ter isto em mente, quando consideram a análise económica de ensaios com este tipo de variáveis exploratórias. Se os resultados experimentais dão uma evidência clara que existe um determinado problema de produção, a análise económica pode ajudar a escolher as possíveis soluções para teste. Se um nível elevado de insecticida num ensaio exploratório fornece evidência de resposta, mas se a

análise marginal depois mostrar uma taxa de retorno inaceitável, os pesquisadores vão querer examinar menores níveis de insecticida ou métodos mais baratos de controle dos insectos na experimentação subsequente.

Outros tratamentos experimentais testam possíveis soluções para problemas de produção bem definidos. As soluções vão ser seleccionadas para ser testadas, não só porque elas prometem retornos aceitáveis do ponto de vista económico, mas porque elas são compatíveis com o sistema do agricultor e não representam riscos especiais para eles. Quando existem diferenças de rendimento entre os tratamentos nestes casos, a análise marginal deve ser mais rigorosa, porque pode ser feita uma recomendação para os agricultores.

A análise marginal deve ser realizada sobre os resultados combinados de um certo número de locais, normalmente por mais de um ano. Não se podem dar aqui regras severas, mas o número de locais deve ser suficiente para dar confiança aos pesquisadores que os resultados representam razoavelmente as condições enfrentadas pelos agricultores do domínio de recomendação. Uma norma muito rudimentar pode ser a de incluir pelo menos 20 locais experimentais (em ambientes relativamente homogêneos) durante dois anos para cada domínio de recomendação. O número exacto de lugares de teste necessários vai depender da variabilidade (entre os lugares e os anos) no domínio de recomendação e na tecnologia a ser testada. Por exemplo, as recomendações de adubação normalmente requerem um número bastante grande de locais para ter uma amostragem adequada da amplitude de resposta em função do tipo de solo, rotação e assim por diante. As recomendações sobre o controle de insectos podem precisar de alguns anos de evidência para ter uma amostragem da variabilidade anual das populações de insectos, principalmente no caso de tratamentos preventivos de rotina.

Uma vez obtidas as recomendações, elas são apresentadas aos agricultores frequentemente através de demonstrações, que podem envolver uma ou mais parcelas grandes mostrando as várias alternativas próximo de uma parcela similar com a prática do agricultor. Como forma de dar seguimento à recomendação os resultados destas parcelas de demonstração deve também ser sujeitos a uma análise económica, de preferência fazendo parte da demonstração.

Tentativa de domínio de recomendação

Quer os ensaios tenham uma natureza exploratória ou estejam a testar possíveis soluções, eles devem ser plantados em locais que representem a tentativa de definição do domínio de recomendação. Lembre-se que o domínio de recomendação é um grupo de agricultores cujas circunstâncias são suficientemente similares para que os membros do grupo sejam elegíveis para o mesmo domínio de recomendação.

Um exemplo pode ajudar. Numa determinada área de pesquisa existe evidência experimental da resposta do nitrogénio no milho. Os agricultores não usam adubo e foi desenhado um ensaio para testar os vários níveis de nitrogénio num programa de adubação nitrogenada. A maioria dos agricultores planta o milho em condições de sequeiro, apesar de poucos terem acesso ao nitrogénio. Como a resposta ao nitrogénio pode diferir entre as condições de sequeiro e regadio, e porque apenas um pequeno número de agricultores rega o seu milho, apenas foram considerados os agricultores que produzem em sequeiro. Se existissem mais agricultores a produzir milho em regadio, os ensaios poderiam ser plantados também com eles, mas eles certamente pertenceriam a um domínio de recomendação separado. A maior parte dos agricultores que produzem em sequeiro fazem-no em solos arenosos e areno-argilosos. Foram escolhidos locais para representar esta amplitude de tipos de solos e foram cuidadosamente tomadas notas no livro de campo sobre o tipo de solo de cada local. A definição tentativa de domínio de recomendação inclui a amplitude de tipos de solos, mas os resultados podem distinguir domínios separados. As variáveis não experimentais, tal como a variedade, data de plantação e controle de infestantes são deixadas nas mãos dos agricultores. No domínio de recomendação está presente uma certa variação nessas práticas e então foi anotado no livro de campo as práticas realizadas em cada local. Os pesquisadores fazem o melhor que podem para representar as práticas ou condições não usuais (tal como o facto de alguns dos agricultores plantarem uma variedade especial de milho para vender como maçaroca fresca).

A tentativa de definição de domínio de recomendação para o ensaio de adubação é a seguinte: “Todos os agricultores na área que plantam milho em condições de sequeiro em solos arenosos ou areno-argilosos”. Esta definição permite alguma variabilidade nas condições e práticas e a selecção dos locais de estabelecimento dos ensaios tenta representar esta amplitude, mas evita os extremos óbvios.

Observe que o domínio de recomendação é definido por uma variável experimental particular. Uma variável experimental diferente (digamos, uma variedade resistente a uma doença) pode ser testada num domínio de definição diferente. Neste caso, a variedade pode ser testada quer em machambas irrigadas como de sequeiro, se não for esperada diferença nesta capacidade de resistência à doença.

Revisão dos resultados experimentais

Os resultados de cada experimento em cada local no domínio de recomendação tentativo devem ser revistas. As inconsistências nos resultados entre os locais podem-se dever a uma das seguintes três causas:

1. **Redefinição do domínio de recomendação.** No exemplo anterior, o tipo de solo era considerado como um possível meio para dividir o domínio de recomendação. Se as respostas são muito diferentes entre locais com solos arenosos e os com solos areno-argilosos, então pode haver dois domínios de recomendação separados (e duas análises económicas separadas). Ou pode suceder que alguma característica inesperada seja importante. Suponha que no mesmo exemplo, alguns agricultores plantam só o milho (milho a seguir ao milho) enquanto que outros plantam o milho depois de um período de pousio. Se as respostas ao nitrogénio forem diferentes nesses dois tipos de machambas, o domínio de recomendação original pode ser redefinido (eliminando o sistema de cultivo que representa a minoria dos agricultores) ou dividido (pelo sistema de cultivo, se os dois sistemas forem importantes na zona).

O ponto importante é que os pesquisadores devem ter uma definição clara e consistente do domínio de recomendação cujos ensaios vão ser submetidos à análise económica. Os domínios de recomendação são revistos e refinados durante o processo experimental. Porque o número de características possíveis para definir um domínio é maior que o número de locais a ser plantados, é importante uma selecção cuidadosa dos locais experimentais. A recolha rotineira de informação adequada para descrever cada local (por exemplo, a elevação, solo, história de cultivo, práticas de gestão) é a actividade mais importante, sem a qual é impossível a interpretação entre os diferentes locais.

2. **Gestão experimental imprópria.** Algumas vezes os resultados experimentais num local podem diferir dos outros devido a problemas de gestão experimental. Estes problemas podem incluir erros dos pesquisadores (como aplicar a dosagem errada do químico) ou factores relacionados com o agricultor (como por exemplo, quando uma vaca destrui parte do ensaio, ou quando o agricultor falha o controle de infestantes por não o ter entendido). Em tais casos o local pode ser eliminado da análise e os pesquisadores adquirem um pouco mais de experiência, no manuseio dos químicos, em colocar os ensaios onde as possibilidades de danos causados por animais são menores ou em discutir cuidadosamente com os agricultores as suas responsabilidades na gestão de um ensaio. Parte da gestão do ensaio inclui a selecção dos locais. Se os locais devem ser eliminados por ter características que estão bastante fora da amplitude normal do domínio de recomendação (tal como datas de sementeira muito atrasadas) isto também é uma indicação da necessidade de melhorar a gestão experimental.

3. **Fontes de variação inexplicáveis ou imprevisíveis.** Depois de eliminar os locais da análise por eles não representarem o domínio de recomendação e eliminar os lugares onde a gestão do ensaio é responsável por resultados que não são representativos, pode ainda haver considerável variação nos resultados para os restantes locais. Esta variação pode-se dever a factores que não são compreendidos (e que podem ser o foco de futura pesquisa agronómica e/ou discussão com os agricultores). Ou pode-se dever a factores que são compreendidos mas não são previsíveis e por isso não são elegíveis para definir um domínio de recomendação como é o caso da seca ou geada. Estes locais devem ser incluídos na análise económica, a não ser que os pesquisadores sejam capazes de identificar áreas particulares onde há maior probabilidade de o factor ocorrer. Pode ser, por exemplo, que a área de pesquisa possa ser dividida em domínios mais ou menos propensos a secas. Mas se a seca (ou geada ou ataque de insectos) não pode ser associada a determinadas áreas, então os resultados dados locais afectados devem entrar na análise. No capítulo 8 será aprofundado mais sobre como tratar estes factores de risco, mas é importante dar ênfase ao facto de se incluir na análise marginal dos locais afectados, ou mesmo abandonados, devido a estes factores.

Análise estatística

No capítulo 3 foi referido que a análise económica de um ensaio deve ser feita apenas depois de rever a avaliação agronómica e a análise estatística. Se, depois de rever a análise estatística, os investigadores não tiverem certeza que há mesmo diferenças reais entre os tratamentos, então eles precisam de olhar de novo para o ensaio. Se as diferenças médias entre os tratamentos são grandes em relação aos rendimentos obtidos pelos agricultores (por exemplo, rendimentos médios 5 a 10% superiores), mas não houver evidência suficiente de que essas diferenças são verdadeiras, então os investigadores podem querer rever o delineamento ou gestão do ensaio e talvez repeti-lo na campanha agrícola seguinte. Se as diferenças entre os tratamentos são pequenas em relação aos rendimentos dos agricultores, e os investigadores tem dúvidas que as diferenças sejam reais, então eles precisam de considerar apenas as diferenças nos custos entre os tratamentos e escolher aquele com os menores custos.

Os casos nos quais não existem diferenças significativas nos rendimentos e onde não é necessária uma análise marginal não são necessariamente triviais. Se a experimentação leva à recomendação de uma prática que baixa os custos de produção enquanto que mantém os rendimentos, os ganhos em produtividade desse agricultor são tão legítimos como os de um tratamento com maiores rendimentos (e maiores custos). Um exemplo comum é o de substituir alguma forma de lavoura reduzida pela lavoura mecânica. Isto frequente resulta em considerável poupança em termos de custos, mas os rendimentos podem não ser afectados.

Em ensaios com delineamentos factoriais, um exame das análises estatísticas e agronómicas vai ajudar a indicar o tipo mais apropriado de análise económica. Por exemplo, num ensaio com dois factores, um factor pode ser responsável pelas diferenças no rendimento apesar do outro factor não ser (e não há interacção entre eles). Nesses caso, os rendimentos para os níveis do primeiro factor devem ser a média acima de todos os níveis do outro factor. Tal caso acontece num ensaio de nitrogénio e lavoura (tabela 7.1). O método de lavoura a ser escolhido para experimentação posterior é aquele que custa menos. O orçamento parcial de tal ensaio deve então ter apenas duas colunas, correspondendo aos dois níveis de nitrogénio (50 kg/ha e 100 Kg/ha). Os rendimentos dos dois níveis de nitrogénio serão os rendimentos médios entre os ensaios de lavoura (para tirar vantagem de todos os dados disponíveis, que devem dar uma melhor estimativa das diferenças reais dos rendimentos entre os níveis de nitrogénio). A primeira linha do orçamento parcial ("rendimento médio") vai então ter 2.430 e 3.160 Kg/ha. Os custos que variam vão incluir os custos associados com a mudança no nível de nitrogénio (adubo, custos de aplicação) e não os custos associados com a lavoura. A análise marginal do orçamento parcial vai examinar a taxa de retorno marginal de mudar de um nível de nitrogénio para o outro.

Tabela 7.1. Dados de rendimento para um ensaio de nitrogénio e lavoura

Tratamento	Nitrogénio (Kg/ha)	Método de lavoura	Rendimento médio (Kg/ha)
1	50	"A"	2.560
2	50	"B"	2.300
3	100	"A"	2.120
4	100	"B"	3.200
Rendimento médio:	50 Kg N/ha		2.430 Kg/ha
	100 Kg N/ha		3.160 Kg/ha
Rendimento médio:	método de lavoura "A"		2.840 Kg/ha
	método de lavoura "B"		2.759 Kg/ha

A análise económica de um ensaio factorial preocupa-se apenas com factores que exibem respostas ou que estão envolvidos em interacções. Desta forma a interpretação dos ensaios incluindo vários factores é frequentemente simplificada porque alguns factores pode ser eliminados da análise. No exemplo de cima, por exemplo, a lavoura não foi incluída na análise. Mas, se houvesse uma interacção entre a lavoura e o nitrogénio, o orçamento parcial teria quatro colunas (com todas as combinações possíveis de lavoura e nitrogénio) e os custos que variam seriam referentes a ambos factores. Nos estágios iniciais de um ensaio na machamba há frequentemente ensaios com um elevado número de tratamentos (12 a 15 ou mais) examinando várias variáveis. A análise estatística de tais ensaios pode ser bastante complexa e a sua relação a uma análise económica pode à primeira vista não ser clara. Um ponto para lembrar é que o objectivo desses ensaios é caracterizar o mais rapidamente possível as respostas e interacções de vários factores. Uma vez cumprido isso, pode ser testado um pequeno número de soluções. Se os resultados de tal ensaio exploratório são claros de ponto de vista agronómico, (e a análise estatística pode apenas ajudar a tomada de decisão), então os ensaios do ano a seguir certamente vão ser mais simples e a análise marginal vai ajudar a escolher uma amplitude razoável de tratamentos para os mesmos ensaios. Se os resultados não são agronomicamente claros, então é necessário mais trabalho exploratório e há menos que uma análise marginal que pode contribuir para a selecção de tratamentos para ensaios futuros.

Capítulo Oito – Variabilidade nos rendimentos: a análise dos retornos mínimos

A atribuição de locais experimentais a diferentes domínios de recomendação e a revisão da gestão dos ensaios (capítulo 7) ajuda a descobrir o que provoca alguma da variabilidade dos rendimentos experimentais. Depois de fazer isso, no entanto variabilidade ainda vai alguma permanecer nos rendimentos e os agricultores e pesquisadores devem tomar isto em consideração ao tomar decisões sobre práticas alternativas. Alguma variabilidade no desempenho de determinados tratamentos vai ser inexplicável, enquanto que outra vai ser devida a factores identificáveis como a seca, geadas ou cheias. Em qualquer dos casos, os agricultores vão querer saber como esta variabilidade pode afectar o bem-estar e que resultados indesejáveis são possíveis se eles adoptam uma recomendação. Um método para analisar os dados experimentais é chamado de análise dos retornos mínimos.

Lidar com o risco na pesquisa nas machambas

Lembre-se que o objectivo do programa de pesquisa nas machambas era melhorar a produtividade dos recursos dos agricultores. Para além de melhorar a produção das culturas ou animais identificados como alvo, isto também pode incluir baixar os custos da produção ou aumentar a estabilidade da produção. O último aspecto é um factor importante para muitos agricultores, cujas práticas frequentemente reflectem as tentativas para reduzir os riscos de insucesso. Exemplos comuns dessas práticas incluem o escalonamento das datas de plantação para minimizar o risco de perder toda uma cultura por causa da seca ou investir em mão-de-obra extra para duplicar o número de plantas de milho antes da colheita em zonas sujeitas a ventos fortes.

O risco tem implicações importantes para um programa de pesquisa na machamba. Em primeiro lugar, as novas tecnologias que são propostas para teste devem ser compatíveis com as práticas dos agricultores para reduzir o risco. Antes de propor uma tecnologia que depende de uma data de plantação uniforme, por exemplo, os pesquisadores devem tomar em conta o raciocínio dos agricultores para escalonar as datas de plantação. As tecnologias que não tomam em conta as tentativas dos agricultores de reduzir o risco têm menos probabilidade de ser adoptadas.

A segunda implicação é que os riscos enfrentados pelos agricultores podem sugerir oportunidades para fazer recomendações que ajudem a estabilizar a produção da machamba. O risco de seca pode ser reduzido com técnicas de conservação de humidade e as perdas devido aos ventos fortes podem ser reduzidas com variedades de porte menor. Portanto, ao estabelecer as prioridades para um programa experimental, os pesquisadores devem incluir a possibilidade de testar alternativas que podem, não necessariamente, aumentar os benefícios médios mas em vez disso ajudam a reduzir a variabilidade de ano para ano.

A terceira implicação é que os pesquisadores vão querer ser cuidadosos ao avaliar como é que as novas recomendações vão modificar os riscos actualmente sofridos pelos agricultores no domínio de recomendação. A quantidade que os agricultores estão dispostos a sacrificar (em termos de benefícios líquidos médios) para reduzir os efeitos de um ambiente incerto é uma medida da sua aversão ao risco. O grau de aversão ao risco dos agricultores pode depender de vários factores, mas em geral pode-se dizer que a maioria dos agricultores dos países em desenvolvimento são moderadamente adversos aos riscos. Não é fácil especificar o grau de aversão ao risco, mas isto é algo que deve ser considerado quando se propõe novas recomendações.

Risco e dados dos ensaios nas machambas

A fonte de risco é frequentemente pensada como sendo susceptível a quantificação. Assim, é possível dizer que a probabilidade de que caiam 400 mm de chuva no período de crescimento é de 0,2 (ou seja, um ano em cinco). Se os pesquisadores tem a informação sobre a probabilidade de ocorrência de um determinado evento, então esses dados podem ser usados para interpretar os resultados experimentais. Se, por exemplo, é sabido que existe uma seca numa média de um em cinco anos, causando uma certa percentagem de perda da cultura, essa informação pode ser usada na análise dos resultados de um ensaio na machamba, quer esse ensaio tenha sido conduzido ou não em ano de seca. Mas este tipo de dados exactos não é normalmente encontrado e os pesquisadores precisam de uma forma mais útil de olhar para a variabilidade nos seus próprios dados experimentais. Mesmo se a fonte de variabilidade for bem especificada (por exemplo, seca de meia estação), as probabilidades podem não estar disponíveis. Frequentemente a variabilidade observada nos resultados experimentais e nas machambas dos agricultores é devida a vários factores. Portanto, a análise de retorno mínimo, não é, estritamente falando, um método de análise de risco, mas sim uma forma de avaliar a variabilidade devido a causas imprevisíveis e inexplicáveis.

O ponto de vista do agricultor

Antes de fazer a análise dos retornos mínimos para olhar para a variabilidade da mesma forma que fazem os agricultores, é útil considerar como é que os agricultores, de facto, abordam este problema.

Primeiro lembre-se que a análise marginal é baseada nos rendimentos médios de um certo número de locais. Se uma recomendação proposta dá um rendimento médio de 3.000 Kg/ha, é sabido que em certos locais o rendimento vai ser superior a 3.000 Kg/ha e em outros será inferior. Se a prática dos agricultores tem um rendimento de 2.000 Kg/ha, este rendimento também vai ter a mesma variação e se a análise marginal indicar que a recomendação proposta tem uma taxa de retorno aceitável, quando comparada com a prática do agricultor, esta taxa de retorno baseia-se nestes rendimentos médios. A análise de retornos mínimos não vai olhar para as médias, mas sim para os resultados de lugares individuais. Uma forma de estimar os riscos dos agricultores associados com a recomendação proposta é olhar para a variabilidade entre os locais e os anos. A definição cuidadosa dos domínios de recomendação tenta eliminar a variabilidade entre os locais ao mínimo possível. A variabilidade entre os anos, por outro lado, é aqui estimada com base nos resultados de apenas dois ou três anos e tende a subestimar a variabilidade de ano para ano que é enfrentada pelos agricultores. No entanto, uma análise de retornos mínimos cuidadosa é uma forma útil de examinar a variabilidade associada com as diferentes alternativas tecnológicas.

Segundo, observe que os agricultores estão mais interessados na variabilidade dos benefícios que na variabilidade nos rendimentos. Uma análise de retornos mínimos olha para a variabilidade nos benefícios líquidos.

Se os resultados de uma série de ensaios nas machambas mostra que dois tratamentos tem os mesmos benefícios líquidos, mas os resultados de um tratamento são mais variáveis que os do outro, é provável que os agricultores prefiram o tratamento mais consistente, em vez daquele que às vezes dá benefícios líquidos muito elevados mas outras vezes dá benefícios líquidos muito baixos.

Mas a variabilidade por si não é o único factor que os agricultores vão tomar em conta ao decidir entre os tratamentos. Se um tratamento sempre dá benefícios líquidos maiores que o

outro tratamento, pode não interessar que o primeiro tenha maior variabilidade que o segundo. Enquanto a análise marginal der uma taxa de retorno aceitável e se assegura aos agricultores que mesmo nos piores casos dá maiores benefícios líquidos que a alternativa, então os agricultores vão estar interessados em adoptar esse tratamento.

As decisões mais difíceis deve ser tomadas quando os benefícios líquidos médios de um tratamento forem maiores que aqueles do segundo, mas em alguns locais os benefícios líquidos são menores que os da alternativa. A análise marginal (na média dos resultados) mostra que o tratamento é aceitável, mas há casos individuais onde os benefícios são menores que aqueles do tratamento alternativo. Os agricultores devem escolher o tratamento que é melhor em média ou aquele que oferece menor chance de benefícios líquidos baixos? É aqui que é mais útil a análise de retornos mínimos.

Pré-requisitos para uma análise de retornos mínimos

Uma análise de retornos mínimos é uma forma de seleccionar os dados dos ensaios nas machambas para dar aos agricultores (e pesquisadores) informação adicional sobre a variabilidade nos retornos implícita numa recomendação proposta em comparação com a prática dos agricultores. Uma análise de retornos mínimos compara a média dos benefícios líquidos menores para cada tratamento não dominado. Para a análise ser relevante, devem ser cumpridos vários requisitos:

1. A análise marginal deve ter sido feita em todos os locais para um dado ensaio e para todos os anos. Ela deve incluir todos os locais que pertencem ao domínio de recomendação, incluindo os locais com resultados baixos ou que tenham sido abandonados. Uma análise marginal feita apenas em locais com “bons” resultados não tem muita utilidade para os agricultores. Algumas vezes é tentador remover da análise um determinado local de resultados baixos se foram realizado ensaios em dez locais do domínio de recomendação e um local tem resultados baixos por causa dos danos da geadas, a análise dos restantes nove locais pode dar aos agricultores uma ideia de que retornos eles podem esperar se não houver geadas. Esta informação pode não ser muito útil. Portanto a análise de retornos mínimos assume que todos os locais forma incluídas na análise marginal realizada anteriormente.

2. Um análise de retornos mínimos deve ser feita apenas nos tratamentos experimentais que foram considerados para recomendação, o que pode incluir não só a prática do agricultor e o tratamento que foi julgado aceitável em média pela análise marginal, mas também outros tratamentos não dominados que podem fornecer alternativas se a recomendação tentativa se provar insatisfatória.
3. A análise de retornos mínimos presume que os pesquisadores tentaram explicar as razões para a variabilidade que observaram, em vez de assumir que foi simplesmente má sorte. Quanto mais precisa for uma ideia das fontes da variabilidade observada, mais útil é a informação da análise de retornos mínimos para os agricultores.
4. A análise de retornos mínimos é muito útil quando as recomendações estão a ser consideradas. Apesar de ela não pretender ser mecanicamente precisa, tenta avaliar os efeitos da variabilidade e esta é a melhor estimativa para um grande número de resultados. A análise de retornos mínimos é mais relevante quando feita sobre os resultados de pelo menos 20 locais durante pelo menos dois anos. Os resultados devem ser de locais e anos que representem de forma satisfatória a variabilidade que os agricultores do domínio de recomendação tem probabilidade de enfrentar.

A análise de retorno mínimo

Para simplificar, os passos da análise de retornos mínimos serão ilustrados de uma comparação entre apenas dois tratamentos. A tabela 8.1 lista os dados de rendimento de 20 locais ao longo de três anos de “0 Kg de nitrogénio” (prática do agricultor) e tratamentos de “80 Kg de nitrogénio” num ensaio de adubação. O tratamento de 80 Kg N/ha, em média, maiores rendimentos que os 0 Kg N /ha, apesar de haver considerável variabilidade para ambos tratamentos. A análise marginal do rendimento médio mostrou que 80 Kg N/ha dá uma taxa de retorno aceitável (ver a tabela 6.3, página 33).

Tabela 8.1. Rendimentos por local para os tratamentos 0 Kg de N e 80 Kg de N

Local	Rendimento	
	0 Kg de N	80 Kg de N
1	2.450	3.970
2	2.840	3.930
3	2.130	1.870
4	2.170	3.720
.	.	..
20	2.570	1.780
Média de	2.222	3.256
20 locais		

O primeiro passo é calcular os benefícios líquidos em cada um dos locais para cada um dos tratamentos. Isto não gasta tanto tempo como parece. No caso do tratamento de 80 Kg de n, os cálculos necessários são mostrados a seguir:

$$\text{Benefícios líquidos} = (Y \times A \times P) - \text{TVC},$$

Onde:

- Y= Rendimento agronómico de um local
- A= 1 - ajuste no rendimento
- P= preço de campo da cultura
- TVC= custos totais que variam para o tratamento

Se $A = 0,90$; $P = 0,20$ \$/Kg e $\text{TVC} = 60$ \$/ha,

Então os benefícios líquidos para o tratamento de 80 Kg de N para cada tratamento serão: $(Y \times 0,9 \times 0,20 \$) - (60 \$)$ ou $0,18 Y - 60$.

Porque o tratamento de 0 Kg de N, não tem custos que variam, a fórmula para calcular os benefícios líquidos é ainda mais fácil $(0,18 Y)$. Os benefícios líquidos para cada local são mostrados na tabela 8.2.

Para fazer a análise do retorno mínimo, seleccione 25% (aproximadamente) dos benefícios líquidos mais baixos e compare a sua média com a dos 25% os com menores benefícios líquidos para a outra alternativa. Os cinco menores benefícios líquidos representando os 25% piores casos para cada tratamento estão marcados com sombreado, na tabela 8.2.

Tabela 8.2. Benefícios líquidos por local para os tratamentos 0 Kg de N e 80 Kg de N

Local	Benefícios líquidos	
	0 Kg de N	80 Kg de N
1	441	655
2	511	647
3	383	277
4	391	610
5	250	593
6	322	619
7	490	660
8	458	600
9	180 250	162
10	542	612
11	512	562
12	285	681
13	387	291
14	375	578
15	494	230
16	485	661
17	295	660
18	485	480
19	463	683
20		260
Média	400	526
Média do 252		244
cinco		
mais		
baixos		

Se a média dos benefícios mais baixos para a tentativa de recomendação for maior que a média dos menores benefícios líquidos da prática do agricultor, então deve ser feita a recomendação, porque mesmo nos piores casos a recomendação dá melhores resultados que a prática do agricultor.

Mas se a média da tentativa de recomendação for menor que a média da prática do agricultor, então deve-se fazer uma recomendação. A média para os cinco benefícios líquidos mais baixos no tratamento de 0 Kg N é 252 \$, enquanto que a média para o tratamento de 80 Kg N é 244 \$. O valor absoluto desses benefícios líquidos tem pouco significado mas devem ser examinada a diferença entre os dois se a diferença for pequena, então os agricultores provavelmente estarão dispostos a aceitar este risco, sabendo que a longo prazo eles terão bons resultados com esta recomendação. Neste caso, a diferença é apenas 8 \$ e é pequena em relação ao aumento médio de benefícios (126 \$). Então é provável que os agricultores queiram aceitar este risco. Mas se diferença é grande, representando uma soma equivalente a uma parte significativa do rendimento do agricultor ou uma quantidade que vai deixar os agricultores com uma dívida séria a um banco ou agiota, então seria melhor reconsiderar a recomendação. Talvez uma alternativa poderia ser encontrada (neste caso valeria a pena fazer a análise de retorno mínimo do tratamento de 40 Kg N). Se não estiver disponível uma alternativa menos arriscada, então prefere-se a prática do agricultor.

É importante dar ênfase ao facto de este tipo de análise assumir que todos os locais são representativos de um único domínio de recomendação e que não há nada de especial sobre qualquer local individual. Os baixos resultados de um tratamento podem ou não estar no mesmo local que os baixos resultados de outro tratamento. Então, na tabela 8.2 a prática dos agricultores dá melhores resultados que a recomendação no local 3, enquanto que no local 5 é verdadeiro o inverso. Mas assume-se que estes locais passaram pela análise descrita no capítulo 7. A explicação para estes resultados peculiares pode ser um factor específico, como a cheia ou um factor de causa indeterminada. Mas foi tomada a decisão de que ambos representam de forma razoável o domínio de recomendação, devem ser incluídos na análise marginal e depois incluído na análise dos retornos mínimos.

Finalmente, deve ser notado que a análise dos retornos mínimos é feita com o local actual e com os dados do local. Não foi feita nenhuma tentativa para encaixar os dados em distribuições de frequência padronizadas. A regra de considerar 25% dos casos piores de cada tratamento é apenas uma orientação. Os resultados experimentais infelizmente nem sempre formam curvas suaves e distribuições normais. A chave para a análise de retornos mínimos, assim como as outras técnicas descritas neste manual, é um exame de bom senso dos dados do ponto de vista do agricultor.

Capítulo Nove – Variabilidade dos preços: a análise de sensibilidade

Os rendimentos experimentais não são o único elemento do orçamento parcial que tem probabilidade de variar, os preços do insumos e produtos também estão sujeitos a mudanças. Os pesquisadores de alguma forma precisam de decidir que preços usar no orçamento parcial ao fazer as recomendações. Algumas vezes é difícil de prever a que nível estarão os preços um ano ou vários mais tarde ou é difícil estimar os custos de oportunidade de um determinado insumo, como a mão-de-obra, por exemplo. Nesses casos, os pesquisadores precisam de ter uma forma de estimar a amplitude de preços sob os quais pode ser recomendado um dado tratamento. Um método para fazer isto é chamado de análise de sensibilidade.

Que custos e preços devem ser usados no orçamento parcial?

Os capítulos 2 e 3 enfatizam que o orçamento parcial deve usar os custos e preços que os agricultores enfrentam no momento, em vez daqueles que são anunciados nos jornais ou que são estabelecido pelo governo. Mas, por trás desta regra ainda existem uma série de questões que podem ser colocadas sobre como seleccionar o preço apropriado. O preço do produto agrícola pode variar consideravelmente ao longo do ano, ou entre os anos. Quer os preços do produto agrícola como dos insumos podem estar sujeitos à inflação e podem ser afectados pelas políticas do governo. Que preços devem ser usados neste caso?

É comum que os preços variem dentro do ano, aumentando mesmo antes da colheita e depois diminuindo depois da colheita. Mesmo se todos os agricultores de um domínio de recomendação armazenem o seu produto depois da colheita para o vender mais tarde, é normalmente mais conveniente basear o preço de campo do produto no preço de mercado imediatamente depois da colheita.

Se os preços do produto (ou insumo) variam de ano para ano, é possível usar o preço médio praticado nos passados três a cinco anos como base para calcular o preço de campo.

Se os pesquisadores tiverem acesso aos dados de preço de dez anos ou mais, pode-se estimar uma tendência de preço. No entanto, muito frequentemente estas “tendências” são devidas à inflação. Apesar da inflação ser um problema sério para qualquer país ela não pode ser um impedimento à análise marginal.

Se os cálculos de custos que variam são baseados nos preços dos insumos que os agricultores enfrentam no início da campanha agrícola e se o preço de campo de um produto agrícola usado para calcular os benefícios brutos de campo, é baseado no preço do produto que os agricultores vão receber no final do ciclo e a taxa mínima de retorno inclui a taxa de inflação

(que deveria se for baseada na taxa de juro usada no mercado informal de capital ou no mercado formal de capital não subsidiado), então é válida a comparação da taxa de retorno marginal à taxa de retorno mínima. Por outro lado, se os preços dos insumos e dos produtos são considerados num certo período de tempo, então a taxa de inflação não tem de ser incluída na taxa de retorno mínima.

Em alguns casos, os preços são controlados pelo governo quer directamente, através de certas políticas que afectam a operação das forças de mercado. Se os preços dos insumos forem mantidos a níveis baixos através de algum tipo de subsídios (ou se os preços do produto agrícola forem mantidos em níveis elevados) deve-se tomar cuidado ao usar estes preços na análise económica dos resultados experimentais. Se a análise tem que ser usada para fazer recomendações aos agricultores nos anos futuros, deve-se fazer um julgamento sobre se o governo pode manter esses subsídios. Se parece improvável que o faça, então seria melhor usar preços mais realistas nos cálculos.

Se, por outro lado, os agricultores são negativamente afectados pela política do governo, se os preços dos produtos agrícolas estiverem controlados (e os agricultores não tem mercados alternativos) ou se os insumos forem vendidos a preços superiores aos do mercado, então há duas linhas possíveis de acções. Primeiro, a curto prazo, as recomendações devem ser baseadas nos preços que os agricultores pagam sob essas políticas. Mas segundo, se for sentido que há algo a ser ganho por fornecer informação aos responsáveis pela decisão política sobre as consequências das suas políticas correntes e as possíveis vantagens da mudança, a mesma análise pode ser feita usando estimativas de preços não distorcidos e ser apresentada aos responsáveis pelas decisões políticas. Assim a mesma série de ensaios pode ser analisada em duas diferentes formas, para duas audiências diferentes; usando os preços correntes para recomendações de curto prazo aos agricultores e usando preços alternativos para contribuir para a consideração de opções políticas.

Análise de sensibilidade

Os mercados, inflação e políticas são frequentemente tão imprevisíveis a menos que se tenha uma bola de cristal, não há forma de os pesquisadores preverem com certeza quais serão os preços nos próximos anos. As recomendações frequentemente envolvem um investimento no tempo dos agentes extensionistas, dias de campo ou programas de rádio e os pesquisadores gostariam de que a recomendação será capaz de se manter qualquer mudanças nos preços dos insumos ou culturas por pelo menos alguns anos.

A melhor forma de testar uma recomendação em relação à sua capacidade de manter as mudanças de preço é através da análise de sensibilidade. A análise de sensibilidade implica refazer a análise marginal com preços alternativos. Se, por exemplo, uma recomendação de adubação é feita usando os preços actuais do adubo, mas há indicações que esses preços podem subir, pode ser substituída na análise uma estimativa razoável dos novos preços. A tabela 9.1 ilustra uma situação desse tipo. Na análise original (caso A), foi usado um preço de campo do nitrogénio de 0,625 \$/ha. Foi feita a recomendação de 80 kg de nitrogénio, assumindo uma taxa de retorno de 100%. Se o preço de campo do nitrogénio aumenta para 0,75 \$/Kg, a mesma recomendação manter-se-ia? Refazer o orçamento parcial (caso B) com o preço mais elevado de nitrogénio mostra que a recomendação de 80 Kg de N está agora em dúvida, porque a taxa de retorno marginal de mudar de 40 kg de N para 80 kg de N é igual à taxa de retorno mínima. Quaisquer preços de nitrogénio mais elevados iriam necessitar de baixar a recomendação de adubação.

Tabela 9.1. Análise de sensibilidade no ensaio de nitrogénio

	Caso A (Preço de campo actual do N = 0,625 \$/Kg)		Caso B (Futuro preço de campo do N = 0,75 \$/Kg)			
	0 Kg N	40 Kg N	80 Kg N	0 Kg N	40 Kg N	80 Kg N
Rendimento ajustado (\$/ha)	2.000	2.580	2.930	2.000	2.580	2.930
Benefícios brutos de campo (\$/ha)	400	516	586	400	516	586
Custo do adubo (\$/ha)	0	25	50	0	30	60
Custo da mão-de-obra (\$/ha)	0	5	10	0	5	10
Custo da mão-de-obra (\$/ha)	0	30	60	0	35	70
Custos totais que variam (\$/ha)	400	486	526	400	481	516
Benefícios líquidos (\$/ha)						

Taxas de retorno marginais

0 Kg N a 40 kg N = 287% 0 Kg N a 40 kg N = 231%
 40 kg N a 80 Kg N = 133% 40 kg N a 80 Kg N = 100%

Se a taxa de retorno mínima não muda e o preço da mão-de-obra e preço de campo do milho permanece constante, até que ponto pode subir o preço de campo do nitrogénio antes mesmo que os 40 kg de N deixa de ser uma recomendação viável? Tais questões podem ser respondidas

pela fórmula na tabela 9.2 (esta é a mesma fórmula usada no capítulo 6, para ajudar a escolher os tratamentos economicamente viáveis para a experimentação). A mudança nos custos totais que variam vai depender do preço do N (n) e os custos de mão-de-obra de aplicar 40 kg de N/ha (5 \$). O cálculo mostra que o preço de campo do nitrogénio pode aumentar para 1,33 \$/Kg antes que a aplicação de 40 kg de N deixe de ser lucrativa para os agricultores.

Tabela 9.2. Cálculo do preço de campo máximo aceitável do nitrogénio

ΔY	= mudança no rendimento ajustado	
ΔTCV	= mudança nos custos totais que variam	
M	= taxa de retorno mínima (expressa como fracção decimal)	
P	= preço de campo do produto	$\Delta Y = \frac{\Delta TCV (1 + M)}{P}$
		Ou
		$\Delta TCV = \frac{P \times \Delta Y}{1 + M}$

Exemplo

Aumento do rendimento ajustado entre 0 e 40 Kg N = 580 Kg/ha

Custo da mão-de-obra para aplicar o adubo = 5 \$/ha

Taxa de retorno mínima = 100%

Preço de campo do milho = 0,20 \$/ha

Para calcular o preço de campo máximo aceitável do nitrogénio (n) para que a aplicação de 40 kg de nitrogénio seja económica: $40n + 5 = \frac{0,2 \times 580}{2}$ $n = 1,33 \text{ \$/Kg}$

A análise de sensibilidade pode também ser usada para examinar as suposições sobre os custos de oportunidade. Algumas vezes é realizado um orçamento parcial que usa um custo de oportunidade da mão-de-obra que é apenas uma estimativa grosseira. Se os tratamentos envolvem mudanças significativas na mão-de-obra, uma estimativa inadequada do custo de oportunidade pode levar a conclusões erradas. Outros custos de oportunidade da mão-de-obra podem ser substituídos no orçamento parcial para dar uma ideia da amplitude sobre a qual uma dada recomendação seria aceitável para os agricultores. Supondo que a evidência experimental mostra que uma certa herbicida dá o mesmo rendimento médio que a capina manual dos agricultores, uma comparação dos custos que variam é então a única análise económica necessária para fazer a recomendação. A tabela 9.3 mostra esses cálculos. No caso A, os pesquisadores assumiram um custo de oportunidade da mão-de-obra de 1 \$/dia. Os custos totais que variam com o uso do herbicida são menores que os da capina manual e então deve ser recomendado o uso de herbicida. Mas se o custo de oportunidade da mão-de-obra é apenas 0,50 \$/dia, então é preferida a alternativa de capina manual. Os cálculos mostram que enquanto que o custo da mão-de-obra estiver acima de 0,56 \$/dia, é recomendado o uso do herbicida. Este exemplo ilustra a necessidade de estudar cuidadosamente a disponibilidade e utilização da mão-de-obra antes de fazer recomendações para alguma actividade como o controle de infestantes.

Tabela 9.3. Análise de sensibilidade para o ensaio de controle de infestantes

Custos que variam	Caso A (Custo de oportunidade da mão-de-obra = 1,00 \$/dia)		Caso B (Custo de oportunidade da mão-de-obra = 0,50 \$/dia)	
	Capina manual	herbicida	Capina manual	herbicida
Herbicida (\$/ha)	0	8	0	8
Pulverizador (\$/ha)	0	1	0	1
Custo da mão-de-obra (\$/ha)	20	4	10	2
Total dos custos que variam (\$/ha)	20	13	10	11

A discussão da análise de sensibilidade serve para lembrar que as recomendações aos agricultores podem mudar com as mudanças nos preços. Os dados agronómicos em relação às respostas a um factor são válidas enquanto não há mudanças no ambiente biológico e nas práticas agrícolas. A interpretação económica desses dados vai depender das mudanças nos preços. Existe então a necessidade de rever continuamente as recomendações aos agricultores, com base nos ensaios agronómicos passados, à luz das circunstâncias económicas presentes (e futuras).

Quinta parte – Resumo

Capítulo Dez – Comunicação (relatório) dos resultados da análise económica

Este manual apresentou uma série de procedimentos para realizar uma análise económica de ensaios agronómicos realizados nas machambas. O uso cuidadoso destes procedimentos vai ajudar a seleccionar os tratamentos para a experimentação posterior e para fazer as recomendações para os agricultores. Quando os pesquisadores comunicam os resultados de ensaios nas machambas, deve ser incluído um resumo dos resultados da análise económica. Os pontos a seguir são uma lista de verificação para organizar um relatório da análise económica.

1. Rever os objectivos do ensaio

Antes de começar qualquer análise deve-se rever os objectivos do ensaio, incluindo uma revisão do diagnóstico prévio e da evidência experimental que foi usada para planear o ensaio e uma revisão da tentativa de definição do domínio de recomendação. Também deve ser revisto o objectivo de cada variável do ensaio. Será que ela representa uma alternativa possível à prática do agricultor, ou foi destinada a fornecer evidência inicial sobre a importância, interações ou casualidade de determinados constrangimentos da produção? Por outras palavras, os tratamentos representam possíveis recomendações para os agricultores ou eles estão sendo usados para ajudar a desenhar outros ensaios que vão levar a essas recomendações?

2. Rever o delineamento experimental e gestão do ensaio

Tem que se rever o delineamento e a gestão do ensaio; a análise marginal apresentada neste manual é útil apenas quando é aplicada aos ensaios nas machambas com características particulares. As variáveis não experimentais devem estar a níveis que sejam representativos da prática dos agricultores do domínio de recomendação e um tratamento deve representar a prática do agricultor em relação à ou às variáveis experimentais.

3. Calcular os custos totais que variam

Identificar os insumos variáveis para cada tratamento no ensaio. Ter a certeza que estão incluídos todos os insumos que variam entre os tratamentos, prestando particular atenção às mudanças na mão-de-obra. Calcular os custos que variam por hectare para cada tratamento. Para insumos comprados, basear os custos em preços de campo realistas que deverão ser enfrentados pelos agricultores do domínio de recomendação. Para os insumos não comprados, desenvolver custos de oportunidade realistas. Somar os custos totais que variam para cada tratamento. Deveria ter sido feito um cálculo preliminar destes custos quando o ensaio foi plantado.

4. Calcular os rendimentos médios

Rever os resultados do ensaio em cada local. Estes podem ser os resultados de um único ano, ou de vários anos. Decidir se todos os locais representam um único domínio de recomendação. Decidir se algum local deve ser eliminado devido a erros da gestão experimental. Comunicar o raciocínio que está por de trás destas decisões. Usar a análise estatística para ajudar a decidir se existem algumas diferenças na resposta entre tratamentos. Na análise devem ser incluídos os locais com resultados que foram afectados por factores inesperados ou imprevisíveis.

5. Decidir se deve ser apresentado um orçamento parcial

- a. Se não houver diferenças nos rendimentos entre os tratamentos, aquele que tiver menores custos totais que variam deve ser escolhido para experimentação posterior ou, se houver suficiente evidência, para recomendação.
- b. Se houver diferenças nos rendimentos entre os tratamentos, então deve ser realizado um orçamento parcial.

6. Calcular os rendimentos ajustados

A primeira linha do orçamento parcial deve mostrar os rendimentos médios de cada tratamento para todos os locais do domínio de recomendação. A segunda linha mostra os rendimentos ajustados com base nas diferenças entre os ensaios e machambas dos agricultores em relação à gestão do ensaio, tamanho das parcelas ou momento ou método de colheita.

7. Calcular os benefícios brutos de campo

Calcular o preço de campo da cultura,. Lembre-se que um ensaio pode envolver mais que uma cultura e/ou pode envolver sub-produtos da cultura, como ração, que são importantes para os agricultores. O preço de campo de um produto é o preço que os agricultores recebem, menos todos os custos de colheita e comercialização que são proporcionais ao rendimento. Os benefícios brutos de campo para cada tratamento são os rendimentos ajustados vezes o preço de campo.

8. Calcular os benefícios líquidos

Listar os custos que variam e o total para cada tratamento. Calcular os benefícios líquidos para tratamento. O orçamento parcial deve conter apenas os dados de rendimento, custo e benefício. As suposições sobre os preços de campo, ajustes ao rendimento, etc., devem ser apresentadas por baixo do orçamento parcial como rodapés. Os detalhes sobre os tratamentos experimentais devem ser claramente apresentados noutra lugar do relatório, na discussão do ensaio.

9. Fazer a análise de dominância

Organizar os tratamentos por ordem crescente dos custos totais que variam, com os benefícios líquidos correspondentes. Eliminar os tratamentos dominados.

10. Estimar uma taxa de retorno mínima aceitável

Estimar uma taxa de retorno mínima para o ciclo da cultura. Na maioria dos casos, a taxa de retorno mínima vai-se encontrar provavelmente entre 50 e 100% para o ciclo da cultura.

11. Fazer a análise marginal

Uma análise marginal apresenta os tratamentos não dominados numa curva de benefícios líquidos e calcula as taxas de retorno marginais entre pares de tratamentos adjacentes. Compare as taxas de retorno marginais para seleccionar os tratamentos aceitáveis. Apresente os resultados da análise marginal no relatório.

12. Tirar as conclusões através da análise marginal

- a. Se os resultados do ensaio estiverem a ser usados para planear a experimentação posterior, então os resultados da análise económica devem ser discutidos no relatório à luz da escolha dos tratamentos apropriados para os ensaios da campanha agrícola seguinte.
- b. Se a análise económica estiver a ser feita para fazer uma recomendação, então o relatório deve conter uma discussão sobre a evidência que foi usada para fazer a recomendação.

13. Antes de fazer a recomendação fazer a análise do retorno mínimo

Se estiverem disponíveis os dados de um número suficiente de locais e anos, fazer uma análise de retornos mínimos sobre todos os resultados experimentais para examinar as implicações da variabilidade nos resultados para o bem-estar do agricultor.

14. Antes de fazer a recomendação, fazer uma análise de sensibilidade

Se é esperada uma variabilidade nos preços, realizar a análise de sensibilidade relevante e incluir os resultados no relatório.

Índice

As páginas onde se encontra as definições dos termos são **ênfatizadas**.

Adopção de recomendações
Ajuste de rendimento (agronómico)
Análise contínua
Análise de dominância
Análise de retornos mínimos
Análise de sensibilidade
Análise estatística
Análise marginal
Avaliação agronómica
Avaliação dos agricultores
Benefícios brutos de campo
Benefícios líquidos
Capital de trabalho
Curva de benefícios líquidos
Custo de campo
Custo de oportunidade
Custo do capital
Custos que variam
Custos totais que variam
Domínio de recomendação
Ensaio nas machambas
Gestão experimental (Gestão do ensaio)
Inflação,
Mão-de-obra
Orçamento parcial
Pacote de práticas
Pesquisa nas machambas
Preço de campo (de um insumo)
Preço de campo (do produto)
Preço de oportunidade de campo (de um insumo)
Preço de oportunidade de campo (do produto),(rodapé)
Recomendações
Resíduos
Responsáveis pela formulação de políticas
Rendimento agronómico médio
Risco
Taxa de retorno marginal
Taxa de retorno marginal mínimo
Variáveis experimentais
Variáveis não experimentais