



**INSTITUTO DE INVESTIGAÇÃO AGRÁRIA DE  
MOÇAMBIQUE**

**Direcção de Formação, Documentação e Transferência de  
Tecnologias**

**Série de Relatórios de Pesquisa**

**O Impacto Económico de Variedades de Mandioca  
Tolerantes à Doença da Podridão Radicular sobre a  
Segurança Alimentar no Litoral de Moçambique**

por

**S. McSween**

**T. Walker**

**V. Salegua**

**R. Pitoro**

**Relatório de Pesquisa No. 1P**

**Agosto de 2006**

**República de Moçambique**

# **DIRECÇÃO DE FORMAÇÃO, DOCUMENTAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS**

## **Relatórios de Pesquisa**

A Direcção de Formação, Documentação e Transferência de Tecnologias, em colaboração com a Universidade Estadual de Michigan (MSU), está a produzir dois tipos de publicações sobre os resultados de pesquisa agrária e transferência de tecnologias em Moçambique. As publicações da série de Resumos de Pesquisas são relativamente breves (3-4 páginas) e muito focalizadas, visando fornecer os resultados preliminares da pesquisa de uma forma rápida. As publicações da série de Relatórios de Pesquisa visam prover análises mais detalhadas e profundas. A preparação e divulgação dos resumos e relatórios de pesquisa são úteis na elaboração e execução de programas e políticas em Moçambique. São também um passo importante para a análise e planificação de actividades nas direcções do Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM).

Todos os comentários e sugestões referentes a estas publicações são bem-vindos e serão considerados como contribuição para pesquisa adicional. Deste modo, os leitores destas publicações são incentivados a dar uma contribuição significativa submetendo os seus comentários e informando os autores quanto a se estas publicações são úteis para o seu próprio trabalho.

Paula Pimental  
Directora

Direcção de Formação, Documentação e Transferência de Tecnologias  
Instituto de Investigação Agrária de Moçambique

## **AGRADECIMENTOS**

A Direcção de Formação, Documentação e Transferência de Tecnologias, em colaboração com a Universidade Estadual de Michigan (MSU), está a produzir dois tipos de publicações sobre os resultados de pesquisa agrária e transferência de tecnologias em Moçambique. Agradecemos ao Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM) e à USAID em Moçambique pelo seu apoio financeiro às séries de Resumos e Relatórios de Pesquisa. Agradecemos também à Agência de Crescimento Económico, Programa de Agricultura e Comércio da USAID/Washington pelo seu apoio à Universidade Estadual de Michigan.

As publicações não reflectem necessariamente a posição oficial do Governo de Moçambique nem da USAID.

Feliciano Mazuze  
Chefe do Departamento  
Centro de Estudos Socio-Económicos (CESE)  
Direcção de Formação, Documentação e Transferência de Tecnologias

## AGRADECIMENTOS DOS AUTORES

Agradecemos a Rory Hillocks, Anabela Zacharias, Duncan Boughton, Carl Eicher, e Cynthia Donovan pelo interesse que demonstraram e pelos comentários que fizeram em relação a este trabalho. Agradecemos a Princess Ferguson e Ellen Payongayong por sua assistência editorial. A USAID em Moçambique financiou esta pesquisa e o projecto da *Save the Children* no qual se baseia. Também agradecemos aos doadores tais como DFID e instituições de pesquisa tais como NRI, que deram o seu contributo ao projecto como parceiros. Finalmente, desejamos agradecer o apoio geral do Ministério de Agricultura de Moçambique.

Tom Walker  
Coordenador Cessante do Programa do País  
Departamento de Economia Agrária  
Universidade Estadual de Michigan

## **EQUIPE DE PESQUISA DO IIAM/MSU**

Feliciano Mazuze, Chefe do Departamento, Centro de Estudos Socio-Económicos (CESE)

Raul Pitoro, Analista do CESE/MSU

Alda Tomo, Analista do CESE

Celestino Salência, Analista do CESE

Isabel Siteo Cachomba, Analista do CESE

Rosalina Mahanzule, Analista do CESE

Maria da Luz Miguel, Analista do CESE, baseada no Centro da Zona Centro

Ana Lúcia Gungulo, Analista do CESE, baseada no Centro da Zona Centro

Venâncio Salegua, Analista do CESE, baseado no Centro da Zona Nordeste

Adelino Afonso Manuel, Analista do CESE, baseado no Centro da Zona Nordeste

Maria José Teixeira, Coordenadora Administrativa

Amélia Soares, Assistente Administrativa

Thomas Walker, Coordenador Cessante da MSU em Moçambique

Gilead Mlay, Novo Coordenador da MSU em Moçambique

Ellen Payongayong, Analista da MSU e Coordenadora de Formação em Estatística

Duncan Boughton, Co-Coordenador do Projecto MSU

Cynthia Donovan, Analista da MSU

David L. Tschirley, Analista da MSU

Michael T. Weber, Analista da MSU

# O Impacto Económico de Variedades de Mandioca Tolerantes à Doença da Podridão Radicular sobre a Segurança Alimentar no Litoral de Moçambique

## SUMÁRIO EXECUTIVO

O milho e a mandioca são as principais culturas alimentares em Moçambique. A seca é a principal fonte de instabilidade na produção de milho. A mandioca é amplamente aclamada como sendo uma cultura resistente à seca, mas a doença provoca perdas enormes porém amiúde despercebidas na produção comestível. Nas regiões de planície do litoral de Moçambique Centro e Norte, a Doença da Podridão Radicular da Mandioca (CBSD) é a fonte mais importante de tensão biótica. Comparado com a seca, é improvável que a CBSD faça manchetes porque o seu dano é crónico e não parece flutuar nitidamente a cada ano, a produção estragada não entra no mercado, e as consequências da infecção sobre a produção não são transparentes. No entanto, a doença da podridão radicular anualmente custa às famílias pobres que vivem da mandioca em Moçambique milhões de dólares em produção estragada e consumo perdido.

A podridão radicular é um problema que pode ser resolvido por pesquisa e extensão agrária eficaz. Na realidade, uma solução parcial para a podridão radicular pode ser achada na região na forma de muitas variedades doces que sucumbem à doença mas não manifestam sintomas da raiz. O objecto do presente relatório é o impacto económico das chamadas variedades tolerantes. Neste trabalho, avaliamos o impacto de um empreendimento que durou cinco anos que visava multiplicar e distribuir a variedade tolerante denominada por Nikwaha, levado a cabo pela *Save the Children*, uma ONG financiada pela USAID, e por seus parceiros em seis distritos do litoral da Província de Nampula. Entre os países da região afectados pela podridão radicular, apenas Moçambique é que tem um programa concentrado desta natureza visando combater a CBSD através de cultivares tolerantes.

A análise do impacto económico de Nikwaha está baseada em duas fontes de dados: os inquéritos aos agregados familiares rurais de 2002 e 2003 e pesquisas da *Save the Children* feitas junto das machambas e dos agregados familiares nas comunidades participantes. Embora os dados do inquérito nacional não dêem uma evidência definitiva, estes atestam que existe o potencial de a segurança alimentar ser afectada adversamente pela podridão radicular. Os dados do inquérito nacional também indicam uma grande falta de opções eficazes para se ajustar aos riscos da CBSD que afectou (surpreendentemente) 57% das raízes pesquisadas ao longo de quatro anos nos estudos feitos pela *Save the Children* nas machambas. A procura de Nikwaha é forte porque tolera o dano à raiz e ganha pontos favoráveis nas características de consumo. Com base nos dados exaustivos dos estudos feitos nas machambas e em suposições conservadoras, a superioridade económica de Nikwaha é calculada em 25% por planta, o que equivale a aproximadamente \$70 por hectare numa densidade média de plantação de 3.000 plantas.

Estima-se que o projecto Nikwaha levado a cabo pela *Save the Children* e seus parceiros gere uma taxa de retorno de 75% sobre o investimento e um impacto económico total entre 29 e 65 milhões de USD em valor líquido actual. Até ao fim de 2006, espera-se que aproximadamente 100.000 famílias rurais tenham beneficiado do projecto que começou em 2002. O impacto económico deste projecto é muito alto até mesmo em comparação com outros projectos bem sucedidos de pesquisa e extensão agrária para os quais a taxa de retorno modal está entre 40% e 60%. O projecto identificou rapidamente uma solução para um dos

maiores problemas. Essa taxa alta de retorno é um exemplo típico de pesquisas que adoptam tecnologias com pouca adaptação e testagem. Esse serendipismo em achar uma solução, bem como o foco em colocar o material às mãos dos agricultores desempenhou um papel preponderante em fazer com que o projecto tivesse êxito.

Estes rendimentos altos previstos apontam para o potencial de se replicar dois a três projectos de extensão com intensidade semelhante e domínio de recomendação em Moçambique. Outros países afectados pela podridão radicular na África Austral e Oriental deveriam considerar o investimento em projectos semelhantes de propagação copiando a experiência da *Save the Children*.

Uma análise de sensibilidade revela que a taxa projectada de adopção é o parâmetro que condiciona os resultados da nossa análise dos custos e benefícios. As respostas do estudo sugerem que a aceitação inicial de Nikwaha é forte, mas precisa-se de mais pesquisa para determinar a cobertura de Nikwaha. Em particular, a extensão de adopção é projectada em cerca de 15% em 2006. Determinar a precisão deste prognóstico vai nos dizer muito sobre o tamanho do impacto económico. O conhecimento sobre a taxa de retorno deste investimento relativamente barato é mais certo. Até mesmo um desempenho baixo de adopção de 15% até 2015 gera uma taxa de retorno sobre o investimento de cerca de 50%.

Além de pesquisa sobre a difusão de variedades tolerantes tais como Nikwaha, várias outras linhas de investigação merecem prioridade. O compromisso contínuo para com o melhoramento e testagem de variedades resistentes/tolerantes precisa ser mantido e fortalecido. Quebrar a aparente ligação entre a doçura e a tolerância poderia ser visto como uma prioridade de melhoramento estratégico uma vez que a variedade tolerante/resistente com um tom amargo é altamente desejável.

As perspectivas de se ter uma pesquisa bem sucedida são brilhantes. Pesquisas recentes resultaram num maior conhecimento sobre a CBSD em várias fronteiras. A primeira pesquisa sobre a CBSD nas décadas quarenta e cinquenta na Tanzânia foi tecnicamente bem sucedida e resultou num impacto apreciável que nunca foi documentado. Faz sentido que seja feito um financiamento sustentado para a pesquisa sobre a CBSD. Espera-se que a recompensa para a pesquisa em matéria de melhoramento e patologia seja extremamente alta.

A história da podridão radicular da mandioca no litoral de Nampula também ilustra o potencial que os esforços de socorro mal informados têm de comprometer a futura segurança alimentar e o desenvolvimento económico. Informações sobre susceptibilidade a doenças deveriam figurar de forma proeminente na escolha de cultivares no âmbito dos esforços de socorro de forma a que as respostas à calamidade actual não resultem numa calamidade futura.

O nosso estudo também tem o valor ilustrativo como uma das primeiras avaliações do impacto de tecnologias agrícolas feitas em Moçambique com o regresso da paz em 1992. Nós esforçamo-nos seriamente para discutir a abordagem do estudo de caso à avaliação do impacto, particularmente os conceitos genéricos e suposições subjacentes à análise.

# ÍNDICE

AGRADECIMENTOS .....	iii
SUMÁRIO EXECUTIVO .....	vii
LISTA DAS TABELAS .....	ix
LISTA DAS FIGURAS .....	ix
LISTA DE ABREVIATURAS .....	x
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. A Mandioca e a Podridão Radicular em Moçambique .....	2
1.2. Evidência das Consequências Adversas da Podridão Radicular Obtida a Partir dos Dados de Pesquisa .....	4
1.3. Opções Tecnológicas e o Projecto de Propagação da <i>Save the Children</i> .....	9
2. BENEFÍCIOS .....	11
2.1. Pesquisas Sobre a Severidade dos Sintomas da Raiz.....	11
2.2. Peso da Raiz por Planta e Incidência de Dano à Raiz .....	11
2.3. Benefícios por Planta .....	15
2.3.1. Preço da Mandioca.....	18
2.3.2. Transformação dos Dados de Pontuação no Pior Dano à Raiz por Planta .....	19
2.3.3. Adaptação para Mudança de Cultivares nas Variedades Locais .....	21
2.3.4. Anos de Inclusão.....	21
2.3.5. Valor Esperado de Nikwaha por Planta .....	22
2.4. Benefícios Líquidos por Hectare .....	22
3. ADOPÇÃO .....	24
3.1. Resultados da Rápida Avaliação da Aceitação Inicial de Nikwaha .....	23
3.2. Projecção da Adopção de Nikwaha .....	24
4. CUSTOS DO PROJECTO.....	24
5. ANÁLISE DE CUSTOS E BENEFÍCIOS .....	28
6. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES .....	33
REFERÊNCIAS.....	36

## LISTA DAS TABELAS

TABELA	PÁGINA
1. Alimento Básico Mais Importante para Famílias Rurais em Moçambique em 2003 .....	2
2. Importância Relativa da Compra de Mandioca em Nampula Rural por Período, Ano, e Região .....	5
3. Importância Relativa da Compra de Milho em Nampula Rural por Período, Ano e Região .....	6
4. Preços Médios da Mandioca Seca em Nampula Rural por Ano e Região.....	6
5. Produção Média de Mandioca, Milho e Mexoeira por Agregados Familiares em Nampula Rural por Região em 2003 .....	8
6. Receitas Médias de Agregados Familiares em Actividades Fora da Machamba em Nampula Rural por Região em 2002 .....	8
7. Importância Relativa, Peso da Raiz e Percentagem de Dano das Plantas Pesquisadas nas Machambas dos Camponeses por Susceptibilidade da Variedade e Ano.....	12
8. Resultados da Regressão do Peso da Raiz e Percentagem de Dano por Ano e Tipo de Variedade .....	14
9. Transacções e Preços de Mandioca por Região e Produto .....	18
10. Importância Relativa do Dano por Classificação.....	21
11. Valor Médio Esperado da Variedade pelo Cenário “Sem” Nikwaha (meticais/planta).....	21
12. Estimativas do Fluxo de Benefícios Líquidos do Projecto Nikwaha Executado pela <i>Save the Children</i> e seus Parceiros .....	29
13. Resultados da Análise de Sensibilidade por Cenário .....	31

## LISTA DAS FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Classificação da Severidade dos Sintomas da Raiz .....	4
2. Localização dos Distritos do Projecto e Principais Postos de Multiplicação.....	10
3. Distribuição do Peso da Raiz da Mandioca (kg/planta) por Variedade Principal de 2002 a 2005 em Seis Distritos do Litoral da Província de Nampula.....	13
4. Distribuição da Percentagem de Dano às Raízes Pesquisadas por Variedade Principal de 2002 a 2005 em Seis Distritos do Litoral da Província de Nampula.....	14
5. Relação Entre o Peso da Raiz e a Percentagem de Dano.....	15
6. Distribuição da Densidade Vegetal da Mandioca nas Machambas Pesquisadas.....	23

## LISTA DE ABREVIATURAS

CBSD	Doença da Podridão Radicular da Mandioca (Listrado Castanho da Mandioca)
DFID	Departamento do Reino Unido para o Desenvolvimento Internacional
IAF	Inquérito aos Agregados Familiares
IIAM	Instituto de Investigação Agrária de Moçambique
IITA	Instituto Internacional de Agricultura Tropical
INIA	Instituto Nacional de Investigação Agronómica
MPF	Ministério do Plano e Finanças
ONG	Organização Não Governamental
NRI	Instituto de Recursos Nacionais do Reino Unido
SARRNET	Rede da África Austral de Pesquisa de Culturas de Raízes
TIA	Trabalho de Inquérito Agrícola
USAID	Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional

## 1. INTRODUÇÃO

Nos finais da década noventa, a incidência da doença da podridão radicular da mandioca atingiu proporções endémicas ao longo da costa nortenha de Moçambique (Hillocks et al. 2002). As consequências directas da podridão radicular para a segurança alimentar são inequívocas: uma necrose severa, castanha amarelada, do tecido, que torna as áreas infectadas incomestíveis, especialmente no caso de raízes moderada a severamente deterioradas. Em termos simples, a podridão radicular resulta em os agricultores colherem uma safra que só podem comer parcialmente.

A ameaça da podridão radicular à segurança alimentar não diminuiu (Zacarias, Cuambe e Maleia 2004). Desde 2002, o estudo contínuo das plantas nas machambas dos agricultores sugere que a taxa de infecção entre as variedades geralmente produzidas é de aproximadamente 85%. A maior parte das plantas das variedades existentes dos agricultores manifesta sintomas de necrose de pelo menos uma raiz em aldeias severamente afectadas (McSween 2004).

Embora a informação científica sobre a podridão radicular ainda seja escassa (Legg e Hillocks 2003), as variedades tolerantes são uma forma prática de se reduzir bastante o problema da podridão radicular. Com excepção de Moçambique, o ressurgimento da podridão radicular na região da África Oriental e Austral não resultou numa campanha generalizada para identificar e disseminar variedades tolerantes (Katinila, Hamza e Raya 2003). Em Moçambique, uma variedade tolerante à podridão radicular denominada por Nikwaha foi rapidamente identificada, multiplicada e disseminada entre os agricultores de seis distritos do litoral da Província de Nampula onde a doença da podridão radicular da mandioca tinha se tornado numa grave ameaça à segurança alimentar de agregados familiares. Neste relatório, documentamos o impacto económico da introdução desta variedade tolerante.

Pode parecer que calcular o impacto económico de uma variedade nova é um exercício simples, mas a avaliação de impacto nunca é tão linear quanto possa parecer à primeira vista. Contar uma história persuasiva requer informação detalhada sobre o contexto: as circunstâncias específicas, características, impacto do problema e a solução. Fazer um esforço no sentido de “acertar” o contexto é central para este estudo de caso. Esta avaliação também tem um contexto. Representa uma das primeiras “avaliações” formais do impacto económico de um projecto bem sucedido combinando a pesquisa e a transferência de tecnologias em Moçambique desde que as hostilidades cessaram em 1992. Também exploramos um conjunto de dados mais ricos para tirar conclusões do que aqueles que normalmente estão disponíveis em estudos semelhantes sobre o retorno sobre o investimento em pesquisa e extensão agrária (Alston, Norton e Pardey 1995).

Este relatório começa com uma breve descrição da importância da mandioca em Moçambique, a incidência e consequências da podridão radicular e o âmbito do programa da ONG *Save o Children/EUA* para propagar um material de plantação tolerante à podridão radicular da mandioca, que é largamente responsável pela disseminação de Nikwaha. Os benefícios são discutidos extensivamente; uma estimativa razoável e conservadora dos benefícios de Nikwaha por planta é o parâmetro fundamental na análise. Faz-se a revisão da aceitação inicial de Nikwaha e a projecção da sua difusão com o passar do tempo. A intervenção é encarada como um projecto e é avaliada num cenário de análise de custos e benefícios. Nas conclusões, examinamos as limitações do nosso cálculo do impacto económico, identificamos áreas para pesquisa adicional, avaliamos as perspectivas para mais

investimento na extensão agrária e tiramos lições da experiência da *Save the Children* com o Nikwaha.

### 1.1. A Mandioca e a Podridão Radicular em Moçambique

O milho e a mandioca são as principais culturas alimentares em Moçambique rural (Tabela 1). Estas culturas também dominam o valor da produção agrícola, cada uma com uma contribuição de 25%. Em geral, a mandioca é o alimento básico ao longo do litoral e é principalmente consumida em quatro das dez províncias de Moçambique: Nampula, Zambézia, Cabo Delgado e Inhambane. Das mais de 1.2 milhões de famílias na população rural que afirmam que a mandioca é sua principal cultura alimentar na Tabela 1, a maior parte (aproximadamente 43%) vive em Nampula. A mandioca é consumida em toda a província, mas o seu papel como principal cultura alimentar destaca-se mais nos oito distritos do litoral de Nampula.

Tabela 1. Alimento Básico Mais Importante para Famílias Rurais em Moçambique em 2003

Alimento Básico	Porcentagem das Observações Totais <sup>a</sup>
Milho	49
Mandioca	40
Arroz	8
Mexoeira	3
Mapira	<1
Batata-doce	<1

Fonte: Calculado a partir do Trabalho de Inquérito Agrícola (TIA 2003)

<sup>a</sup> Estimativas ponderadas com base em 4.935 observações

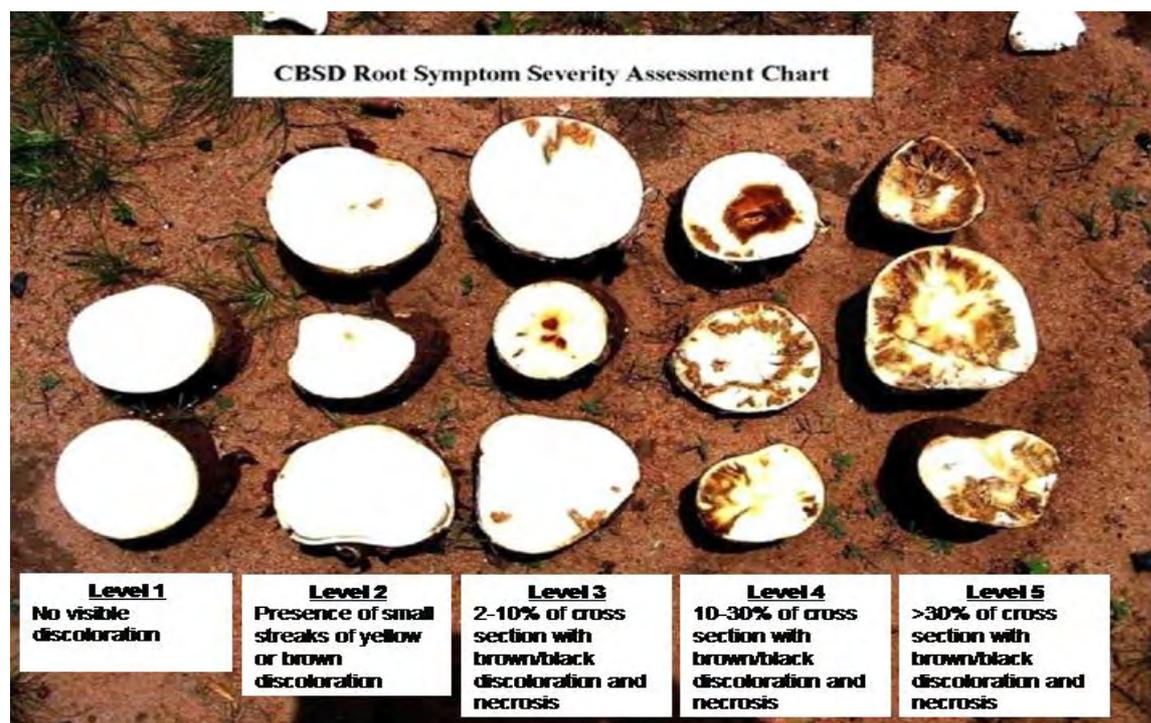
A doença da podridão radicular da mandioca (CBSD) foi relatada pela primeira vez em 1936 na Tanzânia (Thresh 2003). A doença foi observada em vários países da África Oriental e Austral na década cinquenta. Depois de 40 anos de fraca actividade científica e interesse económico na área de podridão radicular, a CBSD foi “redescoberta” na Tanzânia, Quênia, e Malawi na década noventa. A doença ganhou proeminência como sendo uma ameaça para a segurança alimentar no litoral de Nampula nos finais da década noventa.

O vírus da podridão radicular da mandioca foi identificado como sendo a causa do problema crescente de apodrecimento severo da raiz seca no litoral de Moçambique em 1999 (Hillocks et al. 2002). Desde 1939, a mosca branca foi a principal suspeita pela transmissão do vírus e, recentemente, a evidência científica definitiva pôs-se por ordem para mostrar que a mosca branca é o vector (Maruthi et al. 2005). Em contraste, uma forte correlação inversa da incidência de CBSD com a altitude é bem documentada (Hillocks 2004). Dentro de Moçambique e Tanzânia, a prevalência da doença é mais alta na Costa (0-200 metros acima do nível do mar). Porém, pesquisas mais recentes em 2004 sugerem que os distritos vizinhos intermediários que compartilham os limites com os distritos do litoral têm taxas de infestação (superiores a 40%) que não são significativamente diferentes das dos distritos do litoral das províncias de Nampula e Zambézia (Zacarias, Cuambe e Maleia 2004). Nos distritos montanhosos do interior, a incidência calculada das raízes necróticas cai para aproximadamente 15%.

O motivo da aparente deflagração da doença na década noventa ainda é desconhecido. Nos distritos de Nacala e Nacala-a-Velha onde os sintomas da doença foram relatados pela primeira vez em 1998, os camponeses quase que por unanimidade relatam que os primeiros sinais do apodrecimento da raiz apareceram depois do Ciclone Nádía. O ciclone de 1994 tinha devastado a produção agrícola. Como resposta à emergência, um novo material de plantação de mandioca foi distribuído aos camponeses. Uma variedade chamada “Calamidade”, por ter sido disponibilizada em resposta à uma calamidade, foi amplamente distribuída e tornou-se particularmente apreciada pelos camponeses por causa das suas safras elevadas. Até aos finais da década noventa, a única variedade que muitos camponeses cultivavam era a Calamidade. Embora todas as variedades locais comuns na costa sejam susceptíveis à doença, o nível de manifestação dos sintomas da raiz varia de cultivar para cultivar (McSween 2004). Infelizmente, a Calamidade rapidamente mostrou ser uma calamidade em si, visto que é uma das variedades mais altamente susceptíveis à podridão radicular.

As consequências imediatas da podridão radicular para a segurança alimentar são inequívocas: uma necrose severa, castanha amarelada, do tecido, que torna as áreas infectadas incomedíveis, especialmente no caso de raízes que têm 3, 4, ou 5 pontos de dano (Figura 1). A escala de pontuação 1-5 na Figura 1 baseia-se numa classificação usada pelo Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) e focaliza-se na raiz mais estragada de cada planta. Durante os últimos quatro anos, a pontuação média para a Calamidade foi de 3,5 pontos com 96% das 4.000 plantas estudadas nas machambas dos camponeses a mostrarem dano à raiz com pontuações maiores ou iguais a 2,0 pontos. Quatro das variedades dos camponeses menos susceptíveis /tolerantes fizeram uma média de aproximadamente 2,6 pontos. Em 2004 e 2005, a variedade tolerante Nikwaha teve uma pontuação média de aproximadamente 1,3 ponto. (As pesquisas que foram feitas para avaliar a severidade da necrose são discutidas mais adiante no relatório.)

**Figura 1. Classificação da Severidade dos Sintomas da Raiz**



Fonte: Ilustração da *Save the Children* da classificação de IITA da severidade dos sintomas da raiz usando amostras de mandioca na machamba.

A podridão radicular não é o único redutor mais importante das safras de mandioca em Moçambique. O bicho farinhento e o vírus de mosaico também podem ceifar grandes safras na produção (INIA 2003). Mas a podridão radicular é claramente a fonte principal de tensão biótica no litoral de Nampula, a área central de produção e consumo de mandioca em Moçambique (Thresh 2001).

## **1.2. Evidência das Consequências Adversas da Podridão Radicular Obtida a Partir dos Dados de Pesquisa**

Dada a sua importância presumida, as consequências da podridão radicular deveriam ser visíveis nos dados das pesquisas nacionais, mas não é uma tarefa fácil usar dados secundários para confirmar a importância do seu impacto. A doença permanece escondida em grande parte uma vez que a maior parte da mandioca é produzida para o consumo interno (apenas cerca de 5% da produção de mandioca é comercializada). Também é complicado fazer a recolha de dados precisos sobre a produção e uso de mandioca porque a colheita de mandioca é feita em várias ocasiões durante o ano, e estimativas de produção seguras requerem considerável formação e supervisão de entrevistadores. Além do mais, a podridão radicular afecta a qualidade da raiz em primeiro plano e só afecta a safra em segundo plano.

Apesar destas dificuldades em medir o impacto económico da doença, os trabalhos de inquérito agrícola mais recentes de 2002 e 2003 (chamados TIA 02 e TIA 03) fornecem evidência de que os agregados familiares do litoral de Nampula enfrentam maior insegurança alimentar do que os das terras altas onde a podridão radicular não é uma das maiores preocupações. Esta evidência resulta de uma comparação entre os agregados familiares cobertos pelos TIA's em três distritos do litoral e oito distritos das terras altas /do interior estudados na Província de Nampula.

Durante 2002 e 2003, a pesquisa indicou que os agregados familiares do litoral eram significativamente mais propensos a comprar a mandioca durante a época de fome do que os agregados familiares das terras altas que vivem da mandioca, e, tinham comprado a mandioca durante os 30 dias que precederam à entrevista (Tabela 2). Uma constatação um tanto surpreendente é que os agregados familiares do litoral também eram mais propensos a comprar o milho (Tabela 3). A importância disto é que muitos agregados familiares do litoral são consumidores líquidos da mandioca e milho e, assim sendo, para eles o custo de oportunidade é o preço de retalho no mercado local, e não o preço mais baixo praticado pelo produtor na colheita. Esta constatação tem implicações para a avaliação dos benefícios na próxima secção.

As estimativas nas Tabelas 2 e 3 são consistentes com um fluxo da mandioca e milho do interior para a costa. Esperamos ver preços mais altos na costa. Em 2003, esta previsão acertou em grande uma vez que os preços eram 45% mais elevados na costa. No passado recente, o interior enviou mandioca seca à costa em resposta a este diferencial dos preços.

Algo interessante é que os preços no TIA 2002 estavam no mesmo nível para ambas as regiões que vivem da mandioca (Tabela 4). A diferença no comportamento dos preços entre os dois anos sugere um défice na produção na costa em 2002-03 comparado com 2001-02.

**Tabela 2. Importância Relativa da Compra de Mandioca em Nampula Rural por Período, Ano, e Região**

<b>Período</b>	<b>Ano</b>	<b>Região <sup>a</sup></b>	<b>Proporção a Comprar</b>	<b>Intervalo de Confiança de 95%</b>	<b>Valor t</b>
Época de fome	2002	Litoral	0,49	0,41-0,57	2,71
		Interior	0,37	0,33-0,42	
Época de fome	2003	Litoral	0,55	0,47-0,64	4,36
		Interior	0,35	0,31-0,40	
Últimos 30 dias	2002	Litoral	0,26	0,19-0,33	5,50
		Interior	0,09	0,06-0,12	
Últimos 30 dias	2003	Litoral	0,29	0,21-0,36	4,98
		Interior	0,12	0,09-0,15	

Fonte: Estimado a partir do TIA 2002 e TIA 2003

<sup>a</sup> Baseado em 604 observações no TIA 2002 e 569 observações no TIA 2003

**Tabela 3. Importância Relativa da Compra de Milho em Nampula Rural por Período, Ano e Região**

Período	Ano	Região <sup>a</sup>	Proporção a Comprar	Intervalo de Confiança de 95%	Valor t
Época de fome	2002	Litoral	0,59	0,51-0,67	3,96
		Interior	0,41	0,36-0,45	
Época de fome	2003	Litoral	0,61	0,53-0,69	4,68
		Interior	0,39	0,34-0,44	
Últimos 30 dias	2002	Litoral	0,43	0,34-0,50	6,73
		Interior	0,16	0,13-0,20	
Últimos 30 dias	2003	Litoral	0,31	0,23-0,38	4,80
		Interior	0,13	0,10-0,17	

Fonte: Estimado a partir do TIA 2002 e TIA 2003

<sup>a</sup> Baseado em 604 observações no TIA 2002 e 569 observações no TIA 2003

**Tabela 4. Preços Médios da Mandioca Seca em Nampula Rural por Ano e Região**

Ano	Região	Preço Médio ('000 meticais/kg)	Intervalo de Confiança de 95%	Valor t
2002	Litoral	0,96	0,65-1,26	0,17
	Interior	0,93	0,82-1,04	
2003	Litoral	2,25	1,76-2,75	2,28
	Interior	1,69	1,51-1,87	

Fonte: Estimado a partir de questionários a comunidades do TIA 2002 e TIA 2003; Baseado em entrevistas a grupos com 55 comunidades em 2002 e 64 em 2003

Relatar que os agregados familiares do litoral enfrentam preços mais altos para comprarem a sua principal cultura alimentar e que são mais propensos a entrar no mercado para comprar os seus produtos de primeira necessidade é consistente com, mas não é prova conclusiva do facto de que a infestação aumentada da podridão radicular resultou em insegurança alimentar. Antes do novo golpe mortal da doença, as áreas do litoral poderiam já ter estado a enfrentar maior insegurança alimentar do que as das terras altas. No entanto, os dados do trabalho de inquérito agrícola chamam atenção ao potencial de a doença gerar consequências adversas na segurança alimentar de agregados familiares.

O provável impacto adverso da doença da podridão radicular da mandioca na segurança alimentar de agregados familiares também é apoiado pelo facto de que nos solos arenosos com baixa fertilidade do litoral da Província de Nampula, o âmbito da substituição de culturas é limitado, o que deixa os camponeses com poucas alternativas de produção. Embora não tenha sido feita nenhuma pesquisa formal sobre as estratégias adoptadas pelas famílias para fazer face à doença, os camponeses dizem que estão a plantar mais mexoeira ou outras culturas para compensar o dano causado pela podridão radicular à mandioca; contudo, o milho, a mexoeira e a mapira adaptam-se muito bem nas terras altas. Na realidade, os dados do TIA sugerem que os níveis de produção de milho e mexoeira também são mais baixos no litoral do que no interior (Tabela 5).

A produção de arroz é maior no litoral do que nas terras altas mas o arroz de sequeiro na planície é muito localizado e notavelmente incerto. Os dados do TIA sugerem que apenas uma em quatro famílias é que produz o arroz no litoral de Nampula. A vantagem comparativa das planícies reside nas culturas de árvores e culturas anuais de raízes e tubérculos, e não em cereais que aparentemente substituem a mandioca.

A baixa substituição de culturas e a incidência relativamente alta de compras de culturas alimentares no mercado apoia a hipótese de que as famílias que vivem da mandioca têm feito face à doença empregando mais mão-de-obra em actividades geradoras de rendimentos fora da machamba tais como a pesca, comércio e outras formas de auto-emprego local. O rendimento fora da machamba reage altamente ao nível de escolaridade, particularmente se a pessoa completa o “nível básico” de cinco anos de escola primária (Walker e tal. 2004), e para famílias com melhor nível de escolaridade, aumentar o auto-emprego fora da machamba poderia ser um modo eficaz de se ajustar ao risco crescente da podridão radicular. Para os que têm um baixo nível de escolaridade ou os que têm menos habilidades, aumentar o rendimento fora da machamba poderia ser um exercício oneroso com uma baixa probabilidade de sucesso.

Os dados do TIA apoiam a hipótese de que os agregados familiares do litoral têm um rendimento fora da machamba mais elevado do que as suas contrapartes no interior; porém, a diferença em rendimentos fora da machamba não é significativa em termos estatísticos. (Tabela 6). Em geral, as receitas fora da machamba são muito mais importantes para agregados familiares nas províncias do Sul de Moçambique, tais como Gaza do que nas províncias do norte como Nampula.

**Tabela 5. Produção Média de Mandioca, Milho e Mexoeira por Agregados Familiares em Nampula Rural por Região em 2003**

<b>Cultura</b>	<b>Região</b>	<b>Produção (kg)</b>	<b>Valor t</b>
Mandioca	Litoral	2,112	-2,07
	Interior	2,694	
Milho	Litoral	120	-2,30
	Interior	187	
Mexoeira	Litoral	28	-2,17
	Interior	49	

Fonte: Estimado a partir do TIA 2003

**Tabela 6. Receitas Médias de Agregados Familiares em Actividades Fora da Machamba em Nampula Rural por Região em 2002**

<b>Região</b>	<b>Receitas em Actividades Fora da Machamba em US\$</b>	<b>Valor t</b>
Litoral	125	1,10
Interior	92	

Fonte: Estimado a partir do TIA 2002

A outra maneira em que os camponeses poderiam compensar as perdas causadas pela doença é aumentando a densidade de plantação da mandioca. Porém, a podridão radicular é transmitida no material de plantação de uma geração para a próxima. Consequentemente, a plantação da mandioca numa área maior é uma solução ineficaz mesmo havendo terra e mão-de-obra abundantes.

Mais tipicamente, os camponeses fazem face à doença fazendo a colheita mais cedo (à idade de quase seis meses), antes de a doença começar a afectar a qualidade da raiz de forma visível. Embora seja possível fazer a colheita de raízes livres de doença dessa maneira, o potencial da safra é sacrificado por causa da preponderância de raízes imaturas e menores.

A colheita precoce em Maio – Julho também cria problemas para a propagação durante a época seca. As estacas têm de ser armazenadas por dois a três meses muito mais cedo antes do começo das chuvas em Novembro do que a altura em que a colheita principal tradicionalmente é feita em Agosto e Setembro (Hillocks e McSween 2003). Além disso, a prática de deixar a mandioca na machamba para o proverbial “dia de chuva” quase que deixou de existir porque as plantas mais velhas quase sempre sucumbem de CBSD.

### 1.3. Opções Tecnológicas e o Projecto de Propagação da *Save the Children*

Há disponíveis duas opções tecnológicas para gerir a podridão radicular: o material de plantação limpo e variedades tolerantes. Um programa tecnicamente sadio poderia incorporar elementos de estacas de variedades dos camponeses e novos cultivares tolerantes. A implementação de um programa de propagação de semente “limpa” seria a resposta ótima sob o ponto de vista tecnológico. Os camponeses positivamente seleccionariam o material limpo e seguiriam procedimentos de selecção rigorosa para diminuir a incidência da doença. Elementos de um programa desta natureza foram recentemente experimentados na Tanzânia (Hillocks 2004). O sucesso de um programa de propagação de semente limpa provavelmente resultaria num grande benefício por planta porque as perdas económicas na forma de qualidade da raiz e safra poderiam ser recuperadas por completo. Mas programas de semente limpa para culturas de propagação vegetativa não são tipicamente bem sucedidos nos países em desenvolvimento, especialmente os que são pobres como Moçambique. O sucesso normalmente depende de se ter um sector comercial bem definido vocacionado no fornecimento de sementes a operar num ambiente económico institucionalmente desenvolvido. Além disso, a pressão da podridão radicular nestes distritos severamente afectados é tão alta que é improvável que um programa de semente limpa por si só venha a ter êxito.

Uma variedade introduzida que resiste à infecção ou que tolera a infecção tem uma melhor probabilidade de ser bem sucedida como base de uma estratégia de gestão da CBSD no litoral de Nampula. O melhoramento da resistência baseado em híbridos inter-específicos e sintomas de CBSD nos caules e raízes foi levado a cabo na Tanzânia na década quarenta e nos primórdios da década cinquenta (Jennings 2003). Esse programa gerou uma variedade que até hoje é popular na Tanzânia. A necessidade de um programa de melhoramento vegetal que comporte cruzamentos inter-específicos sugere que a resistência não era prontamente visível ou disponível no germoplasma local. Felizmente, a recente triagem já descobriu um ou mais cultivares regionais que têm demonstrado ser tolerantes à CBSD desde a eclosão da doença na década noventa. Embora a resistência seja preferível à tolerância, a tolerância pode ainda assim prover uma base para uma intervenção de emergência semelhante ao projecto que é discutido na próxima secção.

A realidade da infestação excessiva da podridão radicular no litoral de Nampula foi reconhecida em relatórios em 1998. A primeira tentativa de pesquisa de potenciais cultivares tolerantes foi conduzida pelo Instituto Nacional de Investigação Agronómica (INIA) no litoral de Nampula em 1999 (Mangana 2003). Uma variedade chamada Nikwaha do interior de Nampula parecia promissora e parecia demonstrar uma tolerância à podridão radicular na machamba. Desde meados da década noventa, a USAID tem financiado a ONG *Save the Children* para levar a cabo uma extensão agrária, sanitária e nutricional em Moçambique rural. O ciclo de financiamento seguinte foi programado para 2002 a 2006 e visava seis dos oito distritos do litoral de Nampula. A podridão radicular destacou-se como sendo um problema a ser resolvido na extensão agrária.

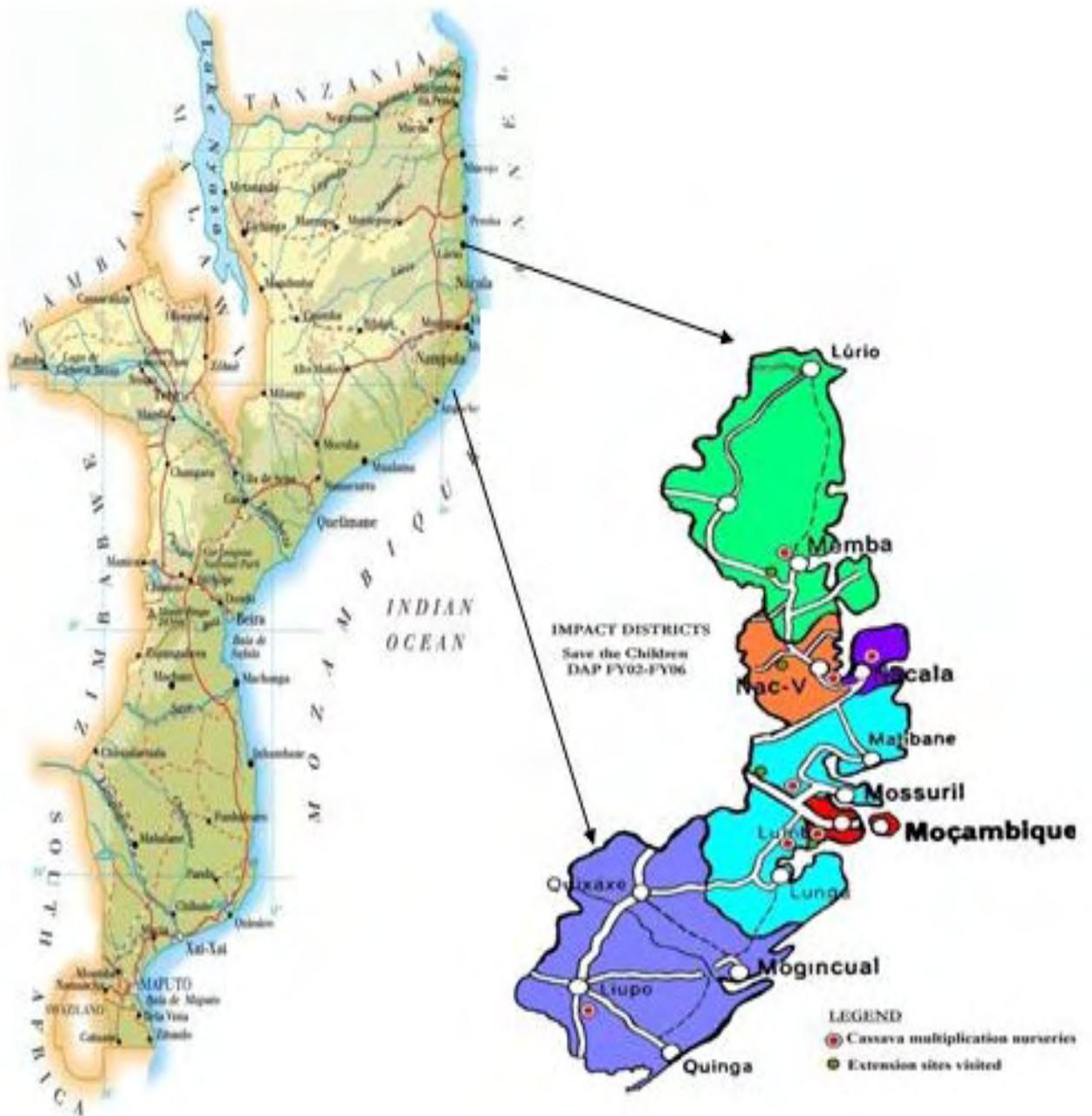
O responsável da *Save the Children* para a área da agricultura enfrentava uma decisão arriscada: multiplicar e disseminar Nikwaha ou esperar até que uma variedade mais adequada fosse identificada pela investigação agrária. Nikwaha era uma escolha arriscada, porque é uma variedade doce. Os camponeses do litoral de Nampula produzem variedades amargas que, em geral, dão safras maiores do que as variedades doces. Nikwaha havia se adaptado bem nas terras altas de Nampula, mas nunca tinha sido cultivada no litoral de Nampula.

Esperar por uma variedade melhor também acarretava riscos. A mandioca é mais fácil de se propagar do que outras culturas de raízes e tubérculos, tais como a batata, mas a mandioca também é caracterizada por um baixo rácio de multiplicação de 10:1. Uma demora demasiado longa poderia resultar na perda de uma oportunidade para a multiplicação efectiva no projecto.

Com a compreensão que temos hoje podemos afirmar que a decisão a favor da disseminação de Nikwaha foi boa. Variedades amargas tolerantes ainda têm de ser identificadas embora algumas variedades dos camponeses pareçam menos susceptíveis que outras. Foram estabelecidos centros de multiplicação primária num local em cada distrito (Figura 2). A distribuição de estacas começou em Dezembro de 2002. Até Dezembro de 2005, o material de multiplicação deveria ter sido suficiente para 250.000 famílias semearem 2.500 plantas cada. Outra variedade doce, Nachinyaya, que tem dado resultados bons na propagação de machamba em machamba na Tanzânia (Mtunda et al. 2003), também foi multiplicada e está a ser avaliada pelos camponeses. Os resultados iniciais indicam que esta variedade pode dar maiores safras e amadurecer mais cedo que Nikwaha nos solos arenosos do litoral de Nampula.

A *Save the Children* recebeu ajuda de vários parceiros no seu esforço de colocar Nikwaha ao dispor dos camponeses no litoral de Nampula. SARRNET (Rede da África Austral de Pesquisa de Culturas de Raízes coordenada pelo IITA e financiada pela USAID através do Proagri) foi útil na multiplicação atempada de Nikwaha. Sem esta quantidade impressionante de material inicial, a *Save the Children* não poderia ter feito tanto progresso na multiplicação como o fez. A contribuição do INIA foi mencionada acima. Assistência técnica foi dada ao programa da *Save the Children* pelo Instituto de Recursos Nacionais (NRI) do Reino Unido com apoio financeiro do Programa de Protecção Vegetal do DFID. A Direcção Provincial de Agricultura também ajudou na distribuição de Nikwaha, particularmente nas áreas que estão fora do mandato do projecto.

Figura 2. Localização dos Distritos do Projecto e Principais Postos de Multiplicação



Fonte: Adaptado de África, Centro e Sul, Michelin, PNEU, Paris 1996

## 2. BENEFÍCIOS

Os resultados de quase todas as avaliações do impacto económico que focalizam a adopção e impacto de uma tecnologia específica dependem de dois aspectos: benefícios por unidade e níveis de adopção (Walker e Crissman 1996). O foco desta secção é fazer a estimativa dos benefícios por unidade.

### 2.1. Pesquisas Sobre a Severidade dos Sintomas da Raiz

Fazer a estimativa do valor por planta com e sem o projecto é o primeiro passo no cálculo dos benefícios. Os dados obtidos das pesquisas sobre a severidade dos sintomas da raiz constituem a base para a nossa comparação com e sem o projecto. Estas pesquisas foram conduzidas pela *Save the Children* em Agosto de cada ano nas comunidades do projecto nos seis distritos durante quatro anos de 2002 a 2005 (McSween 2004). Foram pesquisadas aproximadamente 250 machambas anualmente. Em cada machamba, foram seleccionadas e colhidas 20 plantas numa linha. As raízes das plantas estudadas foram cortadas transversalmente em secções pequenas para estimar a incidência da necrose. Cada raiz foi examinada e registou-se a incidência dos sintomas junto com o peso da raiz da planta. Conforme acima descrito, foi atribuída uma pontuação de CBSD para cada planta com base na raiz que manifestasse os sintomas mais severos de necrose.

Para os nossos propósitos, as duas informações mais importantes das pesquisas são o peso estimado da raiz por planta em kg e a determinação de se a raiz estava danificada ou não. Cada ano, mais de 50 variedades apareceram nas pesquisas em todas as aldeias, mas 14 variedades comuns representavam aproximadamente 85% das plantas estudadas por ano. Estas variedades revelaram alguma variação na sua susceptibilidade ou tolerância à doença da podridão radicular. McSween (2004) classificou de “melhor aposta” as variedades locais que satisfizessem dois critérios: (1) pelo menos metade das suas plantas com pontuações médias dos sintomas de CBSD equivalentes ou inferiores a dois pontos de 2002 a 2004, e (2) não ter uma pontuação média igual ou superior a três pontos em qualquer ano. Quatro variedades locais, M'pacua, Nassuruma, Nivalapua, e Namacarolina, qualificaram-se para ser reconhecidas como sendo melhores apostas. As variedades comuns mais susceptíveis ou menos tolerantes incluíam Cocoro, Buana, Nacuali, Calamidade, N'lapa, Tomo, Carita, Taliana, Guerra, Namuiche e Mphovatacua.

Com o passar do tempo, esperamos ver os camponeses a substituírem as variedades mais susceptíveis com as variedades que são as melhores apostas. É importante reconhecer que existem gradações nas variedades tolerantes entre as variedades locais e que o nosso cenário *sem* o projecto é uma meta contínua condicionada pelo ritmo da substituição de uma variedade local por outra pelos camponeses. Em 2004, Nikwaha começou a aparecer nas pesquisas que também são a base para calcular o desempenho da variedade introduzida. Por essa razão, temos dados de pesquisa sobre o comportamento agronómico das principais variedades locais durante quatro anos e sobre Nikwaha durante dois anos nas machambas dos camponeses.

## **2.2. Peso da Raiz por Planta e Incidência de Dano à Raiz**

Nas tabelas e figuras que se seguem, descrevemos os dados médios das variedades comuns por ano. Catorze variedades por quatro anos dão uma média de 56 observações para análise. Contrariamente às expectativas, o movimento rumo às variedades que são as melhores apostas não parece ser tão rápido (Tabela 7). Ao longo do período, a frequência das variedades locais mais tolerantes girou em volta de cerca de 20%. Porém, a crescente presença de algumas das variedades que são melhores apostas foi notada em locais específicos durante a pesquisa de 2005. Por exemplo, a popularidade de Namacarolina está a subir em Nacala-a-Velha. No entanto, os níveis de dano nas variedades mais tolerantes ainda são altos, realmente, demasiado altos para serem controlados sem o material resistente/tolerante introduzido.

Com base na Tabela 7, 2002 parece ter sido um ano particularmente mau com safras baixas por planta. Em contraste, 2005 parece ter oferecido algum repouso com safras um pouco mais altas e níveis de dano mais baixos. As variedades que são as melhores apostas parecem produzir mais e manifestam menos dano à raiz do que os outros cultivares comuns.

A média do rendimento por planta tendeu a agrupar-se em valores entre 1,3kg e 1,8 kg (Figura 3). A percentagem de dano à raiz por variedade por ano foi distribuída uniformemente, o que sugere variação generalizada de uma machamba para outra e de uma planta para outra. (Figura 4). O nível de dano à raiz nas machambas é mais alto do que na maioria, se não em toda a literatura publicada (Legg e Hillocks 2003). O peso da raiz de muitas plantas caiu abaixo de 2,0 kg, e era comum o dano que atingia uma média acima de 60% das raízes.

As diferenças aditivas com o passar do tempo e pelo tipo da variedade são testadas mais formalmente com uma abordagem de regressão na Tabela 8. Cada observação é ponderada por sua frequência na pesquisa. Estes resultados revelam que as variedades que são as melhores apostas não conferem uma vantagem significativa na safra, mas sim resultam em uma redução de 17% do dano à raiz. Os resultados também confirmam que 2002 foi o ano com safras mais baixas, aproximadamente 0,6 kg a menos por planta do que no ano base de 2004.

**Tabela 7. Importância Relativa, Peso da Raiz e Percentagem de Dano das Plantas Pesquisadas nas Machambas dos Camponeses por Susceptibilidade da Variedade e Ano**

Ano	Importância Relativa	
	Menos Tolerante	Mais Tolerante
	% das Plantas Pesquisadas	
2002	79	21
2003	82	18
2004	83	17
2005	79	21
Média	81	19

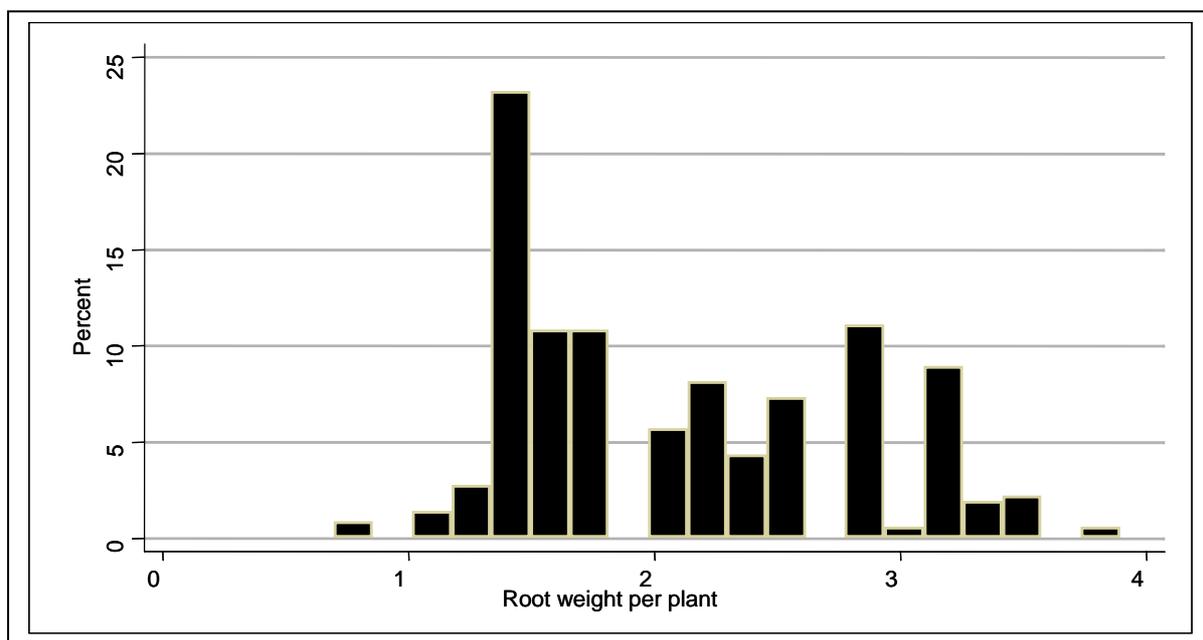
	Safrá	
	Menos Tolerantes	Mais Tolerantes
	kg/Planta	
2002	1,55	2,06
2003	2,00	1,92
2004	2,26	2,18
2005	2,52	2,86
Média	2,08	2,26

	Nível de Dano	
	Menos Tolerantes	Mais Tolerantes
	% de Dano por Raiz	
2002	66	52
2003	59	38
2004	67	42
2005	49	38
Média	60	43

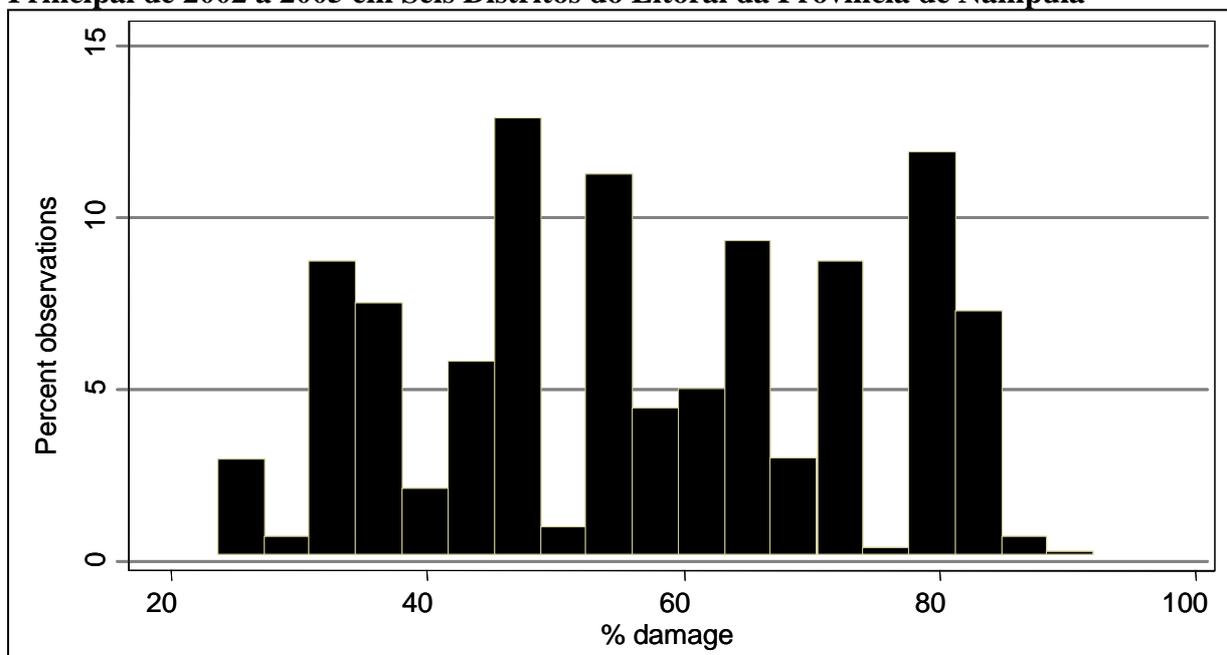
Fonte: Pesquisas sobre a Severidade dos Sintomas da Raiz pela *Save the Children*; baseado em 56 observações médias das variedades comuns

**Figura 3. Distribuição do Peso da Raiz da Mandioca (kg/planta) por Variedade Principal de 2002 a 2005 em Seis Distritos do Litoral da Província de Nampula**



Fonte: Pesquisas sobre a Severidade dos Sintomas da Raiz pela *Save the Children*.

**Figura 4. Distribuição da Percentagem de Dano às Raízes Pesquisadas por Variedade Principal de 2002 a 2005 em Seis Distritos do Litoral da Província de Nampula**



Fonte: Pesquisas sobre a Severidade dos Sintomas da Raiz pela *Save the Children*.

**Tabela 8. Resultados da Regressão do Peso da Raiz e Percentagem de Dano por Ano e Tipo de Variedade**

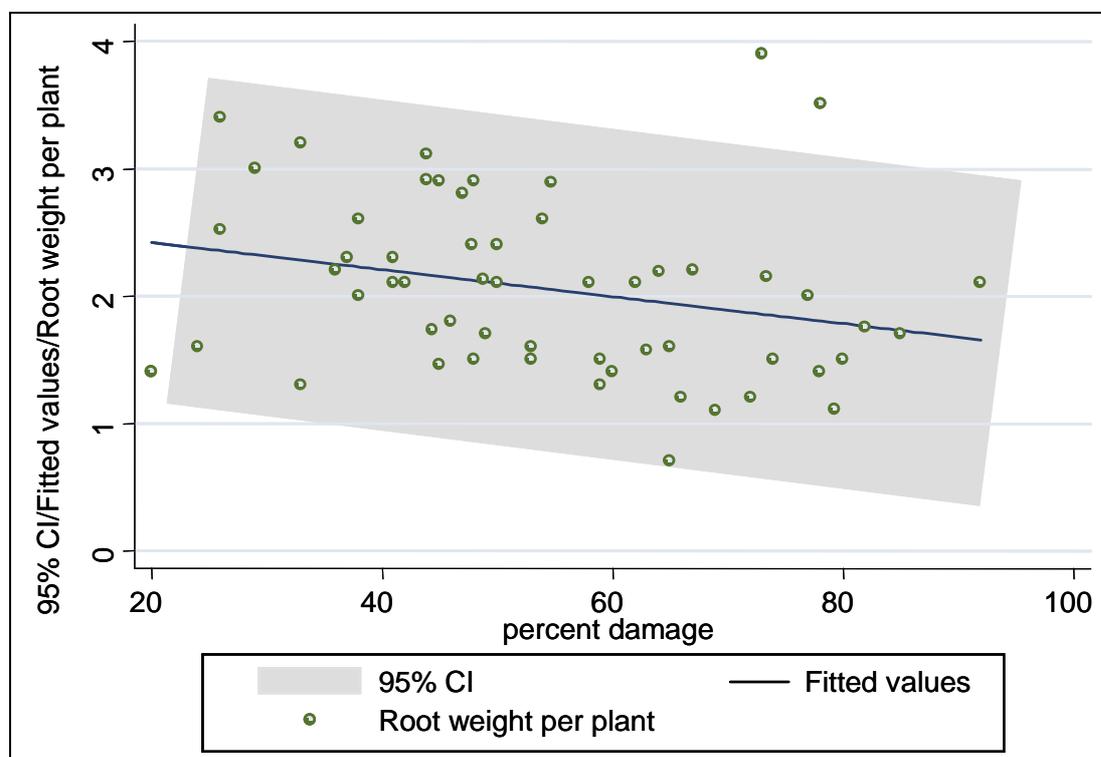
Variável Independente <sup>a</sup>	Peso da Raiz (kg/Planta)		Percentagem de Dano (%)	
	Coefficientes Estimados	Valor t	Coefficientes Estimados	Valor t
2002	-0,60	-2,17	0,67	0,09
2003	-0,26	0,88	-7,96	-0,97
2005	0,34	0,81	-16,27	-1,76
Tipo da Variedade	0,19	0,79	-17,44	-4,23
Constante	2,21	9,17	66,29	10,47
$R^2$	0,26		0,35	

Fonte: Estimado a partir de Pesquisas sobre a Severidade dos Sintomas da Raiz.

<sup>a</sup> Referente a 2004.

O efeito da podridão radicular nas safras de mandioca tem dado resultados mistos no Quênia e Tanzânia (Bock 1994; Hillocks et al. 2001). Os dados da machamba dão um apoio fraco aos resultados das experiências de Hillocks de que a CBSD pode causar reduções nas safras de variedades altamente susceptíveis. O nível de dano está negativamente associado com o peso da raiz na Figura 5. Se refizermos a Tabela 8 e incluirmos a percentagem de dano como uma variável independente na primeira equação do peso da raiz, o coeficiente estimado é estatisticamente significativo e negativo, o que implica uma perda de cerca de meio por cento na safra para cada aumento por 1% no dano a um nível de rendimento médio de 2,1 kg/planta e uma percentagem média de dano de 57%.

**Figura 5. Relação Entre o Peso da Raiz e a Percentagem de Dano**



Fonte: Pesquisas sobre a Severidade dos Sintomas da Raiz pela *Save the Children*.

### 2.3. Benefícios por Planta

Fazer a estimativa da mudança nos benefícios líquidos por planta é a base para nossa avaliação de impacto. O benefício esperado por planta  $E(b_p)$  é a diferença entre o valor médio esperado de Nikwaha por planta menos o valor esperado ponderado de variedades substituídas. Esta relação é descrita em (1) abaixo onde  $v_n$  é valor esperado por planta de Nikwaha e  $v_f$  é o valor esperado por planta de todas as variedades do camponês.

$$(1) E(b_p) = E(v_n) - E(v_f)$$

Do ponto de vista de orçamentação parcial, interpretamos os valores esperados em (1) como sendo os benefícios líquidos, i.e., os custos de produção de Nikwaha na machamba e as variedades susceptíveis não variam. A premissa de que as tecnologias de produção são idênticas parece razoável porque os camponeses produzem a mandioca numa mistura extensiva e sortida de culturas sem o uso de fertilizantes ou pesticidas. As variedades amargas locais requerem processamento para o consumo, mas esta vantagem de Nikwaha não é quantificada.

Também não avaliamos o que os camponeses pagam pelo material de plantação de Nikwaha que é distribuído e subsidiado pelo projecto. Atribuimos custos à multiplicação e distribuição de material para o projecto na próxima secção, mas, uma vez que as estacas estiverem nas mãos dos camponeses, presumimos que não há nenhuma diferença nos custos de propagação ou que as despesas do material de propagação podem ser recuperadas pelos mesmos camponeses no mercado privado. As vendas de material de plantação de Nikwaha têm sido reportadas em alguns mercados, mas na maioria dos casos, a distribuição de camponês para camponês é caracterizada por transacções não monetárias.

O valor esperado de Nikwaha baseia-se em dados recolhidos junto das machambas dos camponeses em 2004 e 2005 quando a variedade começou a aparecer nos canteiros estudados. O valor esperado em (2) é a média simples de todas as observações da planta para esse cultivar nos últimos dois anos.

$$(2) E(v_n) = 0.5\bar{v}_{n,2004} + 0.5\bar{v}_{n,2005}$$

Na equação (3), descrevemos a principal informação necessária para quantificar o cenário sem o projecto: o valor esperado das variedades dos camponeses. Esse valor esperado é igual ao valor médio ponderado de todas as variedades principais durante os quatro anos quando as amostras foram colhidas.

$$(3) E(v_f) = \sum_{i=1}^{14} \sum_{j=1}^4 w_{ij} \bar{v}_{ij}$$

onde  $w_{ij}$  = à proporção da amostra da variedade do camponês  $i$  no ano  $j$

$\bar{v}_{ij}$  = ao valor médio da variedade  $i$  no ano  $j$

Em princípio, com cinco estados de dano na pontuação do patologista da severidade de CBSD na Figura 1, o valor médio de uma variedade deveria ser definido por

$$(4) \bar{v}_{ij} = \sum_{k=1}^5 p_k \bar{r}_{ij} \bar{d}_{ijk}$$

onde  $p_k$  = ao preço da mandioca no estado de dano k em meticais;

$\bar{r}_{ij}$  = ao peso da raiz da variedade i no ano j em kg por planta, e

$\bar{d}_{ijk}$  = à proporção das raízes no estado de dano k.

Na prática, temos informação completa sobre o peso médio da raiz em kg por planta e a frequência de raízes não danificadas. Por isso, precisamos fazer algumas suposições razoáveis sobre os preços através do nível de dano e em relação à frequência dos quatro estados de dano.

### 2.3.1. Preço da Mandioca

Conforme vimos na secção anterior, a mandioca estragada raramente é comercializada no mercado. Também as compras da mandioca fresca não são frequentes. A mandioca seca geralmente é comercializada em mercados localizados por causa do custo elevado de transporte deste artigo vultoso. O nosso argumento é que os consumidores líquidos de mandioca que compram mais do que vendem superam o número dos produtores líquidos ao longo do litoral de Nampula. Não há dúvidas de que o aumento da importância relativa dos consumidores líquidos é um dos efeitos da doença que reduziu o fornecimento da mandioca comestível. Por conseguinte, um preço razoável deveria estar entre a média do preço da mandioca fresca na machamba e o preço a retalho, que é a forma principal das vendas e compras da variedade doce Nikwaha.

Um inquérito nacional sobre as despesas do consumidor foi levado a cabo em 2002-03 e este dá informação sobre os preços de compra de vários produtos em Nampula rural (MPF 2004). Por exemplo, o preço médio da farinha de mandioca era aproximadamente 3.700,00MT/kg em Nampula rural, a mandioca seca era comprada a 2.100,00MT/kg, enquanto que a mandioca fresca era vendida a 2.250,00MT/kg. Estes dados referem-se a 45-75 transacções por produto (Tabela 9).

Os dados do preço do produtor na Tabela 4 para 2003 estão amplamente de acordo com os dados do inquérito nacional sobre as despesas do consumidor na Tabela 9. O preço estimado do produtor para a mandioca seca em 2003 era de aproximadamente 2.500,00MT no litoral, que parecia estar em uma situação de escassez relativamente a 2002 quando presumivelmente prevaleceu uma oferta mais abundante e os preços eram consideravelmente baixos. Os preços mais altos em 2003 também são consistentes com os resultados de regressão na Tabela 8 que mostram uma queda significativa na safra por planta em 2002 relativamente aos outros anos. Por conseguinte, os preços em 2003 eram presumivelmente mais altos que em outros anos.

**Tabela 9. Transacções e Preços de Mandioca por Região e Produto**

Região	Mandioca Fresca		Farinha de Mandioca		Mandioca Seca	
	Transacções (no.)	Preço Médio (.000,00MT /kg)	Transacções (no.)	Preço Médio (.000,00MT /kg)	Transacções (no.)	Preço Médio (.000,00MT/kg)
Niassa e Cabo Delgado-rural	161	1.39	203	4.18	49	3.43
Niassa e Cabo Delgado-urbano	126	2.40	44	5.72	6	2.27
Nampula-rural	60	2.25	98	3.70	72	2.10
Nampula-urbano	53	2.24	37	4.81	127	3.94
Sofala e Zambézia-rural	134	1.79	163	5.22	16	5.40
Sofala e Zambézia-urbano	47	2.64	33	6.95	2	3.94
Manica e Tete-rural	71	1.43	2	4.72	5	1.60
Manica e Tete-urbano	131	1.48	-	-	3	1.48
Gaza e Inhambane-rural	344	2.41	18	6.56	30	5.02
Gaza e Inhambane-urbano	145	2.73	16	4.57	10	2.24
Maputo província-rural	68	3.89	-	-	2	2.43
Maputo província-urbano	66	4.94	-	-	3	5.14
Cidade de Maputo	86	8.22	5	26.55	-	-

Fonte: Dados do Inquérito aos Agregados Familiares, Ministério das Finanças 2004

Nas zonas rurais da província vizinha de Cabo Delgado, os preços de compra em 2003 podem reflectir melhor a recente normalidade do que nas zonas rurais da província de Nampula que foram caracterizadas pela escassez em 2003. Nas zonas rurais da província de Cabo Delgado, documentamos a relação esperada em termos de processamento: os produtos altamente processados são mais caros. Também notamos mais transacções de mandioca fresca que é presumivelmente doce e goza de maior popularidade em Cabo Delgado do que em Nampula.

Os consumidores rurais compraram a mandioca fresca a 1.390,00MT/kg. A mandioca seca era vendida a 3.430,00MT/kg e a farinha de mandioca era o produto mais caro a 4.200,00MT/kg.

Embora a mandioca fresca nas aldeias abrangidas pelo projecto no litoral de Nampula tenha sido vendida por até 5.000,00MT/kg, sentimos que um preço de 1.300,00MT/kg reflecte o valor de escassez de mandioca para os propósitos desta análise. Nos preços e taxas de câmbio de 2002, uma estimativa de 1.300,00MT/kg é equivalente a aproximadamente \$55 por tonelada métrica de mandioca fresca.

Em (4) acima, os preços variam segundo a severidade de dano conforme mostrada na Figura 1. O nosso preço presumido de 1.300,00MT refere-se à mandioca não estragada com 1,00 ponto na escala de pontuação. Para as quatro categorias de dano 2,0-5,0 pontos, presumimos que 90% da categoria de dano 2,0 pontos é comestível, 50% de cada raiz com 3,0 pontos podem ser consumidos, apenas 10% do peso da raiz na categoria 4,0 pontos está disponível para o consumo, e que as raízes com 5,0 pontos não têm nenhum valor económico. Estas suposições equivalem a atribuir preços de 1.300,00MT, 1.170,00MT, 650,00MT e 130,00MT às raízes com 1,0 ponto, 2,0 pontos, 3,0 pontos e 4,0 pontos, respectivamente.

### 2.3.2. *Transformação dos Dados de Pontuação no Pior Dano à Raiz por Planta*

A classificação de danos na Figura 1 pode ser eficaz para um patologista/especialista de melhoramento vegetal que procura variedades resistentes/tolerantes, mas deixa muito a desejar na avaliação da perda da colheita. Temos informação sobre a incidência de dano por raiz e a distribuição da classificação de pontuação *por planta*. Mas precisamos de informação sobre a frequência de dano *por raiz*. Em outras palavras, temos estimativas da raiz na primeira categoria (não estragada), mas temos somente estimativas de planta para quatro categorias (estragadas).

Usar estimativas por planta com base na raiz mais afectada em cada categoria vai atribuir um valor exagerado ao dano. Um exemplo hipotético ilustra este ponto. Suponhamos, na amostra, que colhemos uma planta que produz 2,1kg com sete raízes de peso igual. Ao cortar as raízes, constatamos que quatro estão estragadas e a raiz com o maior dano marca 5,0 pontos. O nível de dano das outras três raízes estragadas não foi registado. Num extremo, poderíamos presumir que as outras três raízes estragadas pertenciam à categoria 5,0 pontos, o que resultaria num valor por planta de 1.170,00MT. Por outro lado, também poderíamos presumir que as outras três raízes estragadas marcavam 2,0 pontos, o que resultaria num valor por planta de 2.223,00MT. Portanto, o valor real da planta oscila entre 1.170,00MT e 2.223,00MT no nosso exemplo hipotético. Usar os pontos por planta resulta no limite mais baixo de 1.170,00MT. Em vez de tomar a média simples dos limites mais altos e mais baixos, é eficiente usar tanta informação quanta for possível das categorias de dano. Assim sendo, ajustamos as frequências por planta para abaixo da categoria mais severamente estragada com 3,0 pontos, 4,0 pontos e 5,0 pontos para aumentar a frequência da categoria 2,0 pontos menos severamente estragada para transformar os dados da distribuição por planta baseados na pior raiz numa distribuição de dano à raiz.

As nossas suposições de transformação estão descritas nas equações (5) a (8) abaixo para cada categoria de dano. Esta transformação é arbitrária, mas parece ajustar-se à experiência do estudo das raízes feito de 2002 a 2005. A transformação pode ser explicada por partirmos da equação (8) para a equação (5). O pior ponto de dano (5,0) é dividido em duas partes

iguais, uma metade fica na mesma categoria e a outra é dividida equitativamente (0,17) e atribuída às três categorias prévias. Aplicar a mesma regra de metades dá os resultados modificados de 3,0 pontos e 4,0 pontos nas equações (6) e (7). As estimativas por planta para o dano da primeira categoria (2,0) são retidas e unidas por meio de contribuições das três categorias mais severas para aumentar a incidência de dano à raiz substancialmente nesta categoria relativamente à sua frequência na classificação da pior raiz por planta.

$$(5) d_{ij2} = \bar{l}_{j2} + 0.17\bar{l}_{j5} + 0.25\bar{l}_{j4} + 0.50\bar{l}_{j3}$$

$$(6) d_{ij3} = 0.5\bar{l}_{j3} + 0.17\bar{l}_{j5} + 0.25\bar{l}_{j4}$$

$$(7) d_{ij4} = 0.5\bar{l}_{j4} + 0.17\bar{l}_{j5}$$

$$(8) d_{ij5} = 0.5\bar{l}_{j5}$$

onde  $\bar{l}_{jk}$  = à frequência média da classificação de pontuação da pior raiz por planta por variedade  $j$  e pontuação de dano  $k$ .

Uma comparação dos dados da frequência média em todas as variedades comuns através de classificações por planta não transformada e classificações por raiz transformada é apresentada na Tabela 10. A multiplicação dos preços de cada categoria dá um valor de perda atribuída à CBSD de 23% baseado na fila por raiz transformada na Tabela 10 comparado com um valor limpo de 1.300,00MT.

A estimativa de perda de 23% só está baseada no valor de substituição da produção estragada e não inclui as perdas nas safras *per se*. Como ponto de referência, Gondwe et al. (2003) constataram que 65% de uma amostra de 418 plantas pertenciam à categoria de 1,0 ponto no Malawi, isto é, um dano significativamente menor que nas aldeias cobertas pelo projecto. Também observaram “que menos raízes foram produzidas pelas plantas afectadas.... e que algumas plantas afectadas tinham raízes menores que as plantas sem sintomas da CBSD” [p.32]. Baseado em comparações entre plantas afectadas e as não afectadas e entrevistas a camponeses, a sua estimativa de perda média das safras totais variava entre 20% a 24%. Embora as amostras do projecto indicassem um dano adicional de cerca de 50%, do que a amostra de Malawi, as estimativas das perdas são quase do mesmo tamanho. Por essa razão, as nossas estimativas de perda de valor parecem ser conservadoras e mais provavelmente suavizam substancialmente a magnitude das verdadeiras perdas causadas pela CBSD.

Contudo, as nossas estimativas não suavizam o valor de Nikwaha de forma sistemática, que é comparada com variedades locais susceptíveis nas machambas dos camponeses. Mas estas estimativas suavizariam a vantagem da safra de um programa eficaz de propagação de semente limpa (se tal programa pudesse ser implementado) ou uma variedade resistente que dá boas safras como as variedades amargas locais. Em outras palavras, Nikwaha “recupera” parte da perda mas não é uma solução total do problema da CBSD.

**Tabela 10. Importância Relativa do Dano por Classificação**

Classificação	Pontuação do Dano (% Frequência )				
	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Por planta não transformada	43,0	16,4	17,4	12,3	10,9
Por raiz transformada	43,0	30,0	13,5	8,0	5,4

Fonte: Pesquisas sobre a Severidade dos Sintomas da Raiz pela *Save the Children*; baseado 56 observações médias da variedade comum por observações do ano

### 2.3.3. Adaptação para Mudança de Cultivares nas Variedades Locais

Com o passar do tempo, os camponeses deveriam mudar para variedades locais mais tolerantes como resposta à CBSD. Conforme discutimos no começo desta secção, vemos alguns exemplos específicos desta mudança, mas ainda temos de ver diferenças significativas nos resultados das pesquisas dos sintomas da raiz onde a incidência das variedades locais mais tolerantes tem sido relativamente constante num valor percentual de 20% de 2002 a 2005. Não obstante, presumimos um cenário mais dinâmico a médio prazo, isto é, a importância relativa das variedades mais tolerantes dobrará num nível que representa 40% do total. O cenário dinâmico provê uma estimativa mais conservadora de impacto do que a projecção da situação actual, i.e., o cenário estático.

### 2.3.4. Anos de Inclusão

Os resultados na Tabela 8 sugerem que o primeiro ano registou níveis baixos de produção, o que é anormal, e a sua inclusão poderia resultar em estimativas que exagerariam o impacto económico de Nikwaha. Se tivéssemos os dados sobre Nikwaha durante os primeiros dois anos, a inclusão dos quatro anos seria assim justificada. Mas só temos os dados sobre Nikwaha durante a sua aceitação inicial em 2004 e 2005. Também sabemos que 2005 parece ter sido um ano de uma severidade da CBSD um pouco mais baixa em termos de dano à raiz. Ignorar os primeiros dois anos, com efeito, restringindo a análise à comparação rigorosa com ou sem Nikwaha, poderia suavizar os benefícios de forma significativa. Para resolver a questão da variabilidade de um ano para o outro, decidimos prover duas estimativas com o passar do tempo: uma inclui todos os quatro anos, e a outra está baseada nos últimos três anos. Portanto, o valor do nosso cenário esperado varia de um nível baixo de 2.168,00MT por planta com uma mudança estática de variedades incluindo o ano de 2002 para um nível alto de 2.420,00MT com uma mudança dinâmica de variedades omitindo o ano de 2002 (Tabela 11).

**Tabela 11. Valor Médio Esperado da Variedade pelo Cenário “Sem” Nikwaha (meticais/planta)**

Anos	Mudança de Variedades	
	Estática	Dinâmica
2002 incluído	2.168	2.259
2002 omitido	2.348	2.420

### 2.3.5. Valor Esperado de Nikwaha por Planta

Até 2005, Nikwaha era a terceira variedade mais estudada com frequência nas comunidades do projecto. Em 2005, a média de colheita de Nikwaha em 443 plantas era de 2,9 kg e era significativamente mais alta que as variedades “tradicionais”. Em 2004, o rendimento médio de Nikwaha era de 1,6 kg, o que era significativamente mais baixo que as 14 variedades comuns. Em ambos os anos, o dano à raiz era apenas de 5% a 6% para Nikwaha que era mais tolerante à CBSD por uma margem larga. O valor médio esperado de Nikwaha para 2004 e 2005 era de 2.855,00MT por planta. O benefício líquido por planta varia de aproximadamente 435,00MT a 685,00MT por planta, isto é, 1,8-2,9 centavos por planta em dólares americanos. Dependendo do cenário sem Nikwaha usado na Tabela 11, este ganho é equivalente a um aumento da produção da variedade num valor por planta que oscila entre 18% e 32%.

## 2.4. Benefícios Líquidos por Hectare

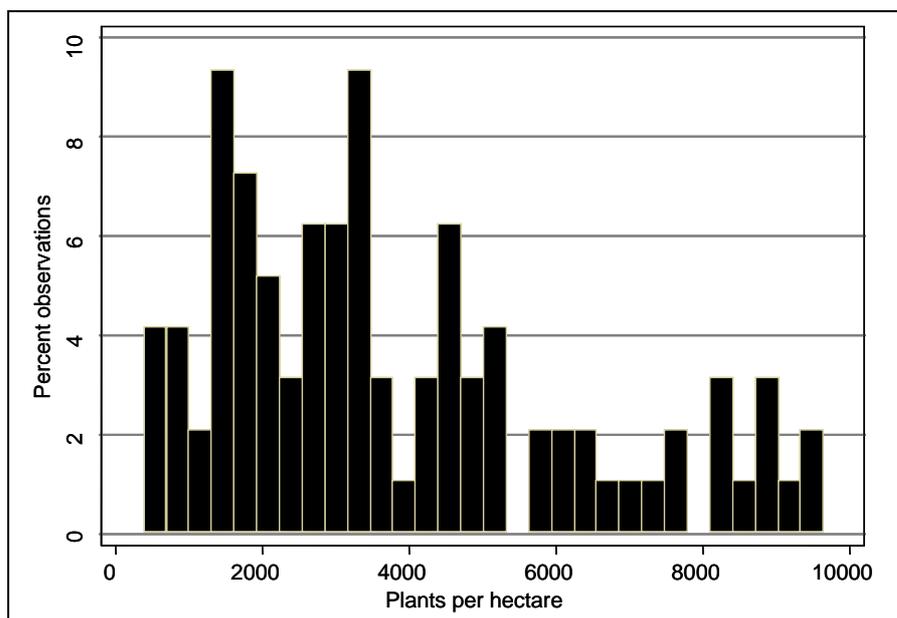
Os benefícios na machamba são iguais ao benefício líquido por hectare multiplicado pela área adoptada. Portanto, é preciso traduzirmos os nossos benefícios por planta em benefícios por unidade de área que é a base para calcular a adopção. Algebricamente, o nosso foco muda de  $b_p$  na equação (1) para  $b_h$  na equação (9) onde  $p$  é igual à população vegetal por hectare.

$$(9) E(b_h) = E(b_p)p$$

A mandioca é geralmente cultivada com várias outras culturas; são poucas as machambas que têm uma única cultura e na maioria das machambas não se pratica a sementeira em linha. O estudo das densidades de plantação nas comunidades cobertas pelo projecto sugere uma variação generalizada de uma machamba para a outra. (Figura 6).

Em princípio, uma machamba que tenha uma única cultura a ser cultivada teria um espaçamento quadrado de um metro entre as filas e as plantas numa fila. Só aproximadamente 10% das machambas se aproximam a uma densidade de monocultura de 10.000 plantas na Figura 6. O espaçamento médio com os dados da Figura 6 é calculado em aproximadamente 3.000 plantas por hectare, e esta densidade é a que usamos para definir um hectare típico de mandioca. Aos preços e taxas de câmbio que prevaleciam em 2002, uma densidade presumida de 3.000 plantas por hectare dá um benefício por planta de cerca de \$70 para a média dos quatro cenários de Nikwaha na Tabela 11.

**Figura 6. Distribuição da Densidade Vegetal da Mandioca nas Machambas Pesquisadas**



Fonte: Pesquisas sobre a Severidade dos Sintomas da Raiz pela *Save the Children*

### 3. ADOPÇÃO

As estimativas de adoção influenciam fortemente o resultado desta análise. Nenhuma adoção é o mesmo que dizer nenhum impacto. As avaliações da aceitação inicial das tecnologias agrícolas são necessárias para uma avaliação persuasiva de impacto.

Desde Dezembro de 2002, a *Save the Children*, com forte ajuda da SARRNET, tem distribuído anualmente estacas de Nikwaha aos camponeses através de viveiros de multiplicação ao nível da comunidade. Em Julho de 2005, a *Save the Children* fez uma avaliação para determinar o que havia acontecido com o material que inicialmente tinha sido distribuído a 120 aldeias onde foram estabelecidos viveiros comunitários em Dezembro de 2002 (McSween 2005). Foram entrevistadas trezentas famílias, mais ou menos divididas equitativamente entre as que participaram do programa de viveiros comunitários e as que não, em dez aldeias.

#### 3.1. Resultados da Rápida Avaliação da Aceitação Inicial de Nikwaha

A rápida avaliação confirmou uma forte demanda de Nikwaha. Das 162 famílias que haviam participado do programa, cerca de três quartos disseram que tinham plantado Nikwaha nas suas machambas. Cerca de dois terços dos que tinham plantado Nikwaha tinham oferecido ou vendido estacas a outras pessoas. Das 138 famílias que não haviam participado do programa, cerca de dois quintos disseram que haviam plantado Nikwaha e metade delas tinham distribuído estacas de Nikwaha a outros. Em média, cada camponês que tinha distribuído estacas o fizera a três outros camponeses. Com base nestes números, McSween (2005) estimou que a distribuição inicial de Nikwaha a aproximadamente 6.000 beneficiários do projecto em 2002 havia se expandido a mais de 30.000 camponeses até ao fim de 2004.

Os camponeses relataram que o material de plantação de Nikwaha havia se disseminado em todo o lugar nas suas comunidades e, em muitos casos, havia se expandido a outras comunidades através de redes tradicionais como presentes para familiares, amigos e vizinhos e, na minoria dos casos, através de vendas. Os camponeses elogiaram Nikwaha como tendo as folhas mais gostosas do que qualquer outra variedade que cultivavam. Também disseram que as raízes de Nikwaha eram gostosas e fáceis de cozer.

Outra mensagem da avaliação da aceitação inicial tinha um enfoque no papel contínuo das variedades amargas susceptíveis (McSween 2005). Embora os camponeses estivessem contentes por terem uma variedade doce que pudessem colher e comê-la fresca, reconfirmaram a necessidade das variedades amargas. A mandioca doce é colhida e cozida fresca e normalmente é consumida nas manhãs ou durante o dia como lanche. A mandioca amarga é secada, processada em farinha, e cozida como uma espécie de papa dura para proporcionar a base de amido para as refeições principais do dia. A mandioca doce é colhida com maior frequência, mas em menores quantidades por safra do que a mandioca amarga.

#### 3.2. Projecção da Adopção de Nikwaha

A avaliação da aceitação inicial fornece duas informações chave que são importantes para projectar a adoção de Nikwaha: (1) a aceitação inicial de Nikwaha é forte; não são aparentes as grandes fraquezas que poderiam resultar em não adoção significativa, e (2) é improvável que Nikwaha e outras variedades doces mas tolerantes venham a substituir por completo as

variedades amargas mas susceptíveis. Estas constatações são consistentes com uma adopção projectada que é rápida (para uma colheita de propagação vegetativa) em termos da velocidade de difusão e que é substancialmente menos que um nível de tecto de 100%.

A análise de custos e benefícios é estruturada na base da área adoptada e benefício líquido por área adoptada. Relata-se que a área total de mandioca nos seis distritos do projecto é de 75.000 hectares nas publicações da Direcção Provincial de Agricultura. Esta área é equivalente à mandioca ser plantada como cultura exclusiva num espaço de 1 metro por 1 metro. A nossa população vegetal de 3.000 plantas/ha dá uma área equivalente a cerca de 235.000 hectares de mandioca num misto associado de culturas debaixo das condições das machambas dos camponeses como o tamanho do domínio de recomendação. Presumimos um nível de tecto de adopção de 50% quando a difusão de Nikwaha finalmente atingir o pico.

Também sabemos quanto material foi distribuído pelo projecto em 2002, 2003, 2004 e 2005. A aceitação inicial efectivamente começou em 2003. Embora seja tecnicamente possível multiplicar a mandioca a uma taxa de 10:1 e embora as estacas não tenham nenhum uso alternativo senão como material de plantação, preferimos usar uma taxa mais modesta de disseminação equivalente a um rácio de multiplicação de 5:1. Este rácio de multiplicação conservador dá uma estimativa de uma área de 200 hectares em 2003 equivalente a 0,08% da área total. Usando o mesmo procedimento obtemos uma estimativa de 0,56% para 2004 e 3,13% para 2005.

Distribuiu-se material suficiente através do projecto para apoiar estas estimativas baixas de adopção inicial. Outras fontes dariam estimativas significativamente mais altas. Por exemplo, Nikwaha foi o terceiro cultivar mais popular na pesquisa sobre a severidade dos sintomas da raiz em 2005 representando 13% das plantas pesquisadas. Naturalmente, é provável que a incidência de Nikwaha nas comunidades beneficiárias do projecto seja mais alta do que nos restantes distritos. Os cálculos feitos à base da avaliação rápida da adopção também dão números mais altos que os obtidos das estimativas da multiplicação a um rácio de 5:1. A distribuição de Dezembro de 2002 por si só foi considerada como tendo contribuído com 4,6% da área total de cultivo de mandioca em 2005.

Também precisamos especificar a duração do projecto a fim de podermos projectar um perfil de adopção. Diferente dos cereais, os cultivares de propagação vegetativa têm uma vida longa na machamba até mesmo em países desenvolvidos. Por exemplo, a idade média da variedade da batata dos Estados Unidos é superior a 40 anos. Esta observação defende a necessidade de um projecto ter uma duração mais longa, que presumimos ser de 30 anos a partir do tempo em que pela primeira vez os custos são incorridos.

Munidos de informação sobre adopção inicial e de suposições em relação ao tecto de adopção e vida do projecto, agora podemos projectar a adopção ajustando uma curva logística às nossas estimativas de aceitação inicial em harmonia com as nossas suposições. Que o processo de difusão amiúde resulta numa curva logística de adopção é um dos factos estilizados na literatura de adopção (Griliches 1957; Rogers 1995). A fórmula para uma logística é dada em (10).

$$(10) \hat{a}_t = \frac{k}{1 + e^{-(a+bt)}}$$

onde  $\hat{a}_t$  = ao nível projectado de adopção no ano t

$k$  = ao nível do tecto de adopção

$a$  = ao arranque inicial da adopção

$b$  = à velocidade da difusão

As estimativas que dão um ajuste razoável aos nossos dados incluem uma velocidade de difusão ( $b$ ) de 0,5 e um valor de arranque ( $a$ ) de -3,0. Com um nível de tecto de 50% e um projecto com uma duração de 30 anos, a adopção de Nikwaha é projectada como aquela que vai contribuir com 15% da área de cultivo de mandioca nos seis distritos alvo em 2006 e 20% em 2007. A adopção atinge 49% até 2015.

#### 4. CUSTOS DO PROJECTO

O projecto Nikwaha não é um exercício oneroso, e até mesmo erros graves de avaliação dos custos não irão indevidamente afectar os nossos resultados. Além disso, o projecto é auto-suficiente; por conseguinte, os dados dos custos são transparentes e seguros. Sim, temos que fazer muitas suposições sobre como os diferentes actores institucionais que contribuíram para o projecto alocaram o seu tempo.

Os custos foram tabulados em 11 categorias para despesas directas incorridas pela *Save the Children*. As despesas do pessoal incluem os salários dos extensionistas, da mão de obra permanente e guardas para os viveiros, e do pessoal de supervisão e administração. As despesas do pessoal foram calculadas proporcionalmente de acordo com tempo gasto na multiplicação e distribuição de variedades tolerantes versus outras actividades no Projecto mais amplo da *Save the Children*. Os custos dos veículos constituíram-se na despesa principal em equipamentos. Os custos operacionais incluíram a gasolina e mão-de-obra temporária para capinar a terra, plantar, sachar, colher e a gestão dos testes das variedades em colaboração. As despesas iniciais no material de plantação para os viveiros também figuram nos custos operacionais. As despesas dos parceiros, nomeadamente a SARNET e o IIAM, no apoio ao projecto foram calculadas e incluídas.

Também incluímos o custo do trabalho financiado pelo DFID realizado por NRI durante as fases 1 e 2 do programa. Todas as despesas deste trabalho em Moçambique foram imputadas ao projecto.

O investimento no projecto começou em 1999 e espera-se que termine em 2006. A aquisição de viaturas para apoiar a multiplicação e disseminação constituiu-se no artigo que acarretava maiores custos. Os custos atingiram um auge em 2002 em um pouco menos de \$400.000,00.

Por mais trivial que pareça, o problema principal na atribuição de custos num projecto relacionado com uma pesquisa é a escolha da data correcta do início. Visto que estamos a avaliar a identificação, multiplicação e distribuição de Nikwaha como um projecto de pesquisa e extensão, deveríamos começar a tabular os custos quando as variedades foram submetidas à triagem pela primeira vez para determinar sua tolerância /resistência à podridão radicular. A triagem das variedades foi relatada pela primeira vez em plantas de ensaio em 1999 (Gondwe et al. 2003) e essa é a data que nós usamos para começar o projecto.

## 5. ANÁLISE DE CUSTOS E BENEFÍCIOS

A base para uma análise dos custos e benefícios do projecto “Nikwaha” foi lançada nas secções precedentes. As nossas estimativas são resumidas num fluxo de benefícios líquidos para o projecto que é definido em (11).

$$(11) N_t = b_h \hat{a}_t h - C_t$$

onde  $N_t$  é igual aos benefícios líquidos do projecto no ano  $t$  com  $t$  a variar de 1 a 30.  $b_h$  são os benefícios líquidos por hectare e são descritos nas equações (1) a (8) e na equação (10).  $\hat{a}_t$  é a área projectada de adopção expressa como uma proporção da área total ( $h$ ) de cultivo de mandioca definida acima presumindo uma população vegetal de 3.000 plantas por hectare.  $C_t$  indica o custo total do projecto no ano  $t$ .

Tanto os benefícios como os custos são expressos em preços constantes de 2005. Antes de 2005, inflacionamos todos os benefícios líquidos, que são principalmente custos, até ao primeiro ano da análise em 1999. Baseamos este procedimento de deflação num índice dos preços de alimentos para a área urbana da província de Nampula publicados pelo Instituto Nacional de Estatísticas. De 2005 em diante, presumimos que a taxa inflacionária para os benefícios e custos é a mesma, o que é uma suposição comum sobre as tendências dos preços futuros na análise de custos e benefícios.

O fluxo de benefícios líquidos estimados é apresentada na Tabela 12 para o nosso cenário de partida. Este fluxo de benefícios líquidos aplica-se ao cenário base onde  $b_h = \$70/\text{ha}$ ,  $k = 50\%$ , e  $t = 30$  anos. Como é característico de histórias de sucesso, se representarmos o fluxo de benefícios líquidos com o passar do tempo num gráfico, os benefícios líquidos negativos nos anos iniciais são raramente visíveis sendo engolidos por benefícios líquidos positivos de 2006 em diante.

Queremos comparar os resultados do projecto Nikwaha com outras histórias de sucesso semelhantes de pesquisa e extensão agrícola, bem como determinar quão robustos são os resultados em relação às mudanças nas suposições adjacentes à análise. Duas medidas fazem sentido económico na descrição dos resultados da análise de custos e benefícios (Boardman et al. 2001). Estes critérios são a taxa interna de retorno e o valor líquido actual. Ambos podem ser explicados pela fórmula (12) que diz que o valor líquido actual é igual à soma de benefícios líquidos descontados. Descontar é uma forma de padronizar os resultados em todos os projectos de durações diferentes e de reconhecer que o tempo tem um custo de oportunidade que é reflectido por  $s$ , a taxa de desconto social para projectos do sector público ou aqueles que são apoiados por fundos de doadores.

$$(12) PV(N) = \sum_{t=1}^{t=30} \frac{N_t}{(1+s)^t}$$

Como o nome dá a entender, o valor líquido actual diz quanto o projecto vale hoje sobre um investimento a uma taxa fixa de juros. A taxa interna de retorno é a taxa de juros que reduz o valor líquido actual a zero. O valor líquido actual traz consigo a informação sobre o tamanho

do impacto económico. A taxa interna de retorno reflecte a rentabilidade do capital investido no projecto.

Conforme seria de se esperar, o projecto Nikwaha tem um bom desempenho em ambos os critérios (Tabela 12). A taxa interna de retorno estimada é ligeiramente superior a 75% e o valor líquido actual chega perto de 30 milhões de dólares no nosso cenário de partida a uma taxa de desconto social de 10%, que é alta até mesmo para países em desenvolvimento. Uma taxa de desconto social de 5% resulta num valor do projecto de 60 milhões de dólares para a sociedade.

**Tabela 12. Estimativas do Fluxo de Benefícios Líquidos do Projecto Nikwaha Executado pela *Save the Children* e seus Parceiros**

Ano	Taxa de Adopção (%)	Benefícios Totais (\$US)	Custo Total (\$US)	Benefícios Líquidos (\$US)	Deflador	Benefícios Líquidos Deflacionados (\$US)
1999			22.440	-22.440	1,71	-38.372
2000			23.266	-23.266	1,76	-40.948
2001			22.199	-22.199	1,58	-35.074
2002			381.210	-381.210	1,28	-487.948
2003	0,08	13.190	127.381	-114.190	1,19	-135.886
2004	0,56	91.457	115.457	-23.999	1,11	-26.639
2005	3,13	515.326	110.413	404.913	1,00	404.913
2006	15,50	2.549.959	102.160	2.447.799	1,00	2.447.799
2007	21,89	3.601.098		3.601.098	1,00	3.601.098
2008	28,72	4.724.789		4.724.789	1,00	4.724.789
2009	35,03	5.762.164		5.762.164	1,00	5.762.164
2010	40,11	6.597.962		6.597.962	1,00	6.597.962
2011	43,77	7.200.548		7.200.548	1,00	7.200.548
2012	46,21	7.601.066		7.601.066	1,00	7.601.066
2013	47,74	7.853.086		7.853.086	1,00	7.853.086
2014	48,67	8.006.239		8.006.239	1,00	8.006.239
2015	49,22	8.097.350		8.097.350	1,00	8.097.350
2016	49,55	8.150.865		8.150.865	1,00	8.150.865
2017	49,74	8.182.064		8.182.064	1,00	8.182.064
2018	49,85	8.200.173		8.200.173	1,00	8.200.173
2019	49,91	8.210.658		8.210.658	1,00	8.210.658
2020	49,95	8.216.719		8.216.719	1,00	8.216.719
2021	49,97	8.220.220		8.220.220	1,00	8.220.220
2022	49,98	8.222.241		8.222.241	1,00	8.222.241
2023	49,9	8.223.408		8.223.408	1,00	8.223.408
2024	49,9	8.224.081		8.224.081	1,00	8.224.081
2025	50,00	8.224.470		8.224.470	1,00	8.224.470
2026	50,00	8.224.694		8.224.694	1,00	8.224.694
2027	50,00	8.224.823		8.224.823	1,00	8.224.823
2028	50,00	8.224.898		8.224.898	1,00	8.224.898

**Resultado**

Taxa Interna de Retorno = 77%

Valor Líquido Actual ≈ \$29 milhões (a uma taxa de desconto de 10%)

Valor Líquido Actual ≈ \$65 milhões (a uma taxa de desconto de 5%)

A taxa de retorno sobre o investimento do projecto Nikwaha é alta até mesmo em comparação com outros projectos de pesquisa e extensão agrícola bem sucedidos para os quais a taxa de retorno modal situa-se entre 40% e 60% (Alston et al. 2000). O projecto

identificou rapidamente uma solução para um dos maiores problemas. Essa taxa alta de retorno é um exemplo típico de pesquisas que adoptam tecnologias com pouca adaptação e testagem. Esse serendipismo em achar uma solução, bem como o foco em colocar o material às mãos dos agricultores desempenhou um papel preponderante em fazer com que o projecto tivesse êxito.

Uma análise de sensibilidade das suposições subjacentes ao cenário base sugere que a rentabilidade de investir em Nikwaha é robusta (Tabela 13). (Presumimos uma alta taxa de desconto de 10% que aumenta a sensibilidade a mudanças nas suposições.) Os cenários 2 e 3 testam a sensibilidade dos resultados para com as suposições sobre os nossos benefícios por hectare estimados que são extrapolados a partir dos dados por planta na Tabela 11. Presumir um benefício líquido mais baixo no Cenário 2 não muda tanto os resultados. A taxa interna de retorno calculada cai em cerca de 10% e o valor líquido actual diminui em quase 25%. Da mesma maneira, presumir um benefício líquido mais alto no Cenário 3 não aumenta substancialmente a rentabilidade social em relação à linha de partida.

Em contraste com suposições plausíveis quanto aos benefícios líquidos, uma redução da taxa de tecto de adopção para 15% tem um efeito grande sobre os resultados do projecto, particularmente o valor líquido actual que sofre uma queda para 8.5 milhões de dólares (Cenário 4). Com base em boa informação, projectamos a cobertura de Nikwaha para ser cerca de 15% da área do projecto no domínio da recomendação até 2006. Naturalmente, é crucial ter informação para testar esta suposição e sobre a futura adopção a fim de podermos determinar a rentabilidade definitiva do projecto.

Os resultados económicos não são sensíveis a um encurtamento da vida do projecto para 20 anos no Cenário 5. Os resultados nos próximos cinco a dez anos são cruciais para determinarmos o destino económico do projecto. O que acontecer depois disso não afectará o impacto material. Nikwaha pode vir a ser substituída por completo por outra variedade tolerante/resistente depois de 10 a 20 anos, e o projecto ainda assim seria altamente lucrativo.

Dos primeiros cinco cenários na Tabela 13, o número 4, com um tecto de adopção de 30%, é um dos mais interessantes. Este cenário aproxima-se à substituição total da variedade super-susceptível Calamidade por Nikwaha. A substituição total da Calamidade seria uma verdadeira proeza, equivalente a 15-20 milhões de dólares em benefícios adicionais.

O último cenário (número 6) ilustra a capacidade de uma história de sucesso de cobrir os custos de uma iniciativa mais ampla ou várias iniciativas dessa natureza. Nikwaha é apenas um sub-componente, admita-se, muito importante, da extensão agrícola e um componente da extensão do projecto global de produção rural, saúde e nutrição da *Save the Children* nos seis distritos do litoral de Nampula. Será que o sub-componente Nikwaha pode suportar os custos totais da iniciativa mais ampla? A resposta a essa pergunta é um retumbante “sim”, contanto que as nossas expectativas sejam eventualmente confirmadas. As consequências económicas de transferir Nikwaha corresponderam aos custos da iniciativa total e ainda assim deixaram uma quantia líquida de 26 milhões de dólares como um ganho real na segurança alimentar para os residentes do litoral de Nampula. Os retornos elevados deste sub-componente do projecto mais amplo da *Save the Children* também deveriam ser suficientes para absorver os custos de várias outras iniciativas da ONG na pasta de rendimentos rurais da USAID.

**Tabela 13. Resultados da Análise de Sensibilidade por Cenário**

<b>Cenário</b>	<b>Descrição</b>	<b>IRR (%)</b>	<b>NPV (\$ milhões)<sup>b</sup></b>
1. Base	\$70/ha Tecto de adopção de 50% Vida do projecto de 30 anos	77	29.1
2. Baixo Benefício Líquido	\$54/ha (dinâmico, 2002 incluído) <sup>a</sup>	70	22.3
3. Alto Benefício Líquido	\$87/ha (estático, 2002 omitido) <sup>a</sup>	83	36.4
4. Adopção Baixa	Tecto de adopção de 30% Tecto de adopção de 15%	65 50	17.3 8.5
5. Vida Curta do Projecto	Vida do projecto de 20 anos	77	21.6
6. Custo Elevado Ilustrativo para Determinar a Cobertura do Programa	Adicionar \$1.0 milhão /ano nos custos do projecto de 2002-2006	41	25.9

<sup>a</sup> Sem o cenário descrito na Tabela 11

<sup>b</sup> Descontado em 10%

## 6. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Desde finais da década noventa, a informação obtida em pesquisas das machambas mostra que a podridão radicular da mandioca é a doença vegetal mais importante que ameaça a segurança alimentar em Moçambique. Com base em quatro anos de dados de campo e no que nós acreditamos ser suposições conservadoras, mostramos que a multiplicação e disseminação de uma variedade tolerante pode ser uma forma viável em termos de custos de se combater esta doença. Espera-se que o valor de se fazer chegar Nikwaha às famílias rurais pobres em seis distritos do litoral de Nampula resulte em benefícios anuais líquidos de mais de 8 milhões de dólares com uma taxa de 75% de retorno sobre o investimento. Os ingredientes para o sucesso incluíram a rápida identificação de uma variedade tolerante que também parecia boa em outras características, tais como preferências de consumo, um foco nos métodos de baixo custo para multiplicar e distribuir material o mais amplamente possível, um programa rigoroso de monitorização da incidência da doença e a adopção do material, e uma duração de cinco anos de projecto que permitiu tempo suficiente para fazer com que o trabalho fosse realizado.

Dois aspectos do projecto Nikwaha executado por *Save the Children* e seus parceiros merecem um comentário. O primeiro é em relação à necessidade do projecto. Apesar da severidade da doença, a propagação de camponês para camponês por si só não é eficaz na multiplicação do material até mesmo quando talvez haja variedades tolerantes disponíveis em outras regiões da mesma província ou em províncias vizinhas. Uma intervenção focalizada durante vários anos é necessária para dar um arranque e sustentar a presença de variedades tolerantes no sistema informal de sementes. O baixo rácio de multiplicação da mandioca explica em parte a necessidade de atenção especial.

Em segundo lugar, o projecto Nikwaha tem um enfoque total na segurança alimentar, e esta ênfase é outra característica que requer mais descrição sob o ponto de vista de uma avaliação. Uma das maiores preocupações nos projectos de tecnologias agrícolas é o facto de que as pesquisas agrícolas expandem o fornecimento tão rápido que isso resulta na queda de preços, o que por sua vez, diminui as perspectivas de sucesso. Este cenário de mercado não é relevante porque a maioria das famílias que vivem da mandioca são consumidores líquidos, e o principal efeito de Nikwaha é substituir a mandioca (incomestível) que teria sido consumida se não tivesse sido estragada pela doença. É improvável que o projecto Nikwaha seja reduzido por resultados de mercado gerados pelas sementes de seu sucesso. Na realidade, o projecto Nikwaha representa uma daquelas oportunidades raras mas importantes onde o sucesso não depende de saber muito sobre a procura do mercado.

Também é importante salientar que a infestação da podridão radicular severa reduz substancialmente o potencial do processamento rentável da mandioca em usos alternativos em expansão. Sem um programa eficaz de controlo da podridão radicular que aumente o fornecimento e reduza o custo de matéria-prima, as famílias que vivem da mandioca em Moçambique não serão capazes de participar na revolução silenciosa de processamento da mandioca que está a ganhar um impulso em vários países da África subsaariana (Nweke, Spencer, e Lynam 2002).

A principal limitação da nossa análise é a taxa projectada de adopção. Mais pesquisa é necessária para determinar a extensão da difusão de Nikwaha. Em particular, a extensão de adopção é projectada para ser aproximadamente 15% em 2006. Determinar a exactidão desta previsão vai nos dizer muito sobre o tamanho do impacto económico. O conhecimento sobre a taxa de retorno deste investimento relativamente barato é mais certo. Até mesmo um baixo

desempenho de adopção de 10% até 2015 gera uma taxa de retorno sobre o investimento maior que 40%.

Os nossos resultados sugerem que se deve dar consideração séria à necessidade de se experimentar o modelo do projecto da *Save the Children* em outras partes do país. Talvez duas a três repetições multi-districtais do mesmo tamanho de projecto e intensidade poderiam ser o desejável no centro e norte de Moçambique. Uma avaliação rápida de plantas com sintomas da raiz efectuada recentemente em 30 distritos das Províncias de Cabo Delgado, Nampula e Zambézia constatou que dois terços dos distritos – os situados no litoral ou na vizinhança – revelavam uma incidência de podridão radicular em 40% (Zacarias, Cuambe e Maleia 2004). Embora estes níveis de sintomas da raiz não sejam tão elevados como os encontrados nas aldeias cobertas pelo projecto, os mesmos indicam que o projecto actual não esgota o âmbito de transferência de variedades tolerantes. Antes de se lançar um projecto copiando a experiência da *Save the Children*, várias questões precisam ser examinadas em qualquer área proposta para a multiplicação multi-districtal. Será que as variedades tolerantes são novas para a área? Será que elas vão ser consumidas prontamente? Será que a CBSD é a maior fonte biótica de perda de safras de mandioca? A CBSD está a aumentar em importância? Respostas afirmativas a estas perguntas específicas para vários distritos contíguos apontam para a necessidade de o projecto ser replicado.

Os comentários anteriores sobre o projecto ser replicado não se aplicam somente a Moçambique. Outros países afectados pela podridão radicular na África Austral e Oriental também deveriam considerar seriamente o investimento em projectos semelhantes de propagação copiando a experiência da *Save the Children*.

As variedades tolerantes doces fazem uma contribuição importante na solução do problema de CBSD. Mas elas só são uma resposta parcial do problema. Fica patente que a pesquisa é desejável. Para todos fins e efeitos, nenhuma pesquisa foi levada a cabo durante 40 anos entre 1955 e 1995. Sendo um problema regional, a CBSD escapou grandemente a atenção da comunidade internacional de pesquisa. Os efeitos da seca no milho são de uma magnitude muito mais visível que a CBSD na mandioca. A CBSD não está na tela do radar dos decisores políticos porque os seus efeitos sobre os mercados não são percebidos. Para a investigação agrária, a CBSD é um problema significativamente mais tratável do que a seca, que é a maior causa de esforços de socorro em Moçambique.

A pesquisa recente tem um bom registo da contribuição do conhecimento para combater a CBSD. Por exemplo, a pesquisa conduzida por NRI com o financiamento de DFID fez um levantamento da distribuição e incidência da doença na Tanzânia, Malawi e Moçambique, e foi valiosa em chamar atenção para a gravidade da CBSD como uma ameaça à segurança alimentar na costa Oriental e Austral de África. Esse trabalho também mostrou que uma forma de tolerância existia em algumas raças da terra local e que o vírus da podridão radicular da mandioca é transmitido pela mosca branca. Mais recentemente, a pesquisa inverteu a sabedoria convencional de que a CBSD é principalmente uma doença de planície: a eclosão da CBSD nas terras altas de Uganda estava associada com a chegada de duas variedades resistentes ao mosaico mas altamente susceptíveis à CBSD.

A primeira pesquisa sobre a CBSD nas décadas quarenta e cinquenta também foi tecnicamente bem sucedida. O sucesso da pesquisa colonial em Amani na Tanzânia sugere que o melhoramento vegetal mais estratégico tem um papel a desempenhar na solução do problema da CBSD. A mandioca é de importância económica significativa em Moçambique para justificar uma abordagem de melhoramento mais estratégico, particularmente desde

quando o IITA estabeleceu na Tanzânia uma forte equipa de pesquisa regional para o melhoramento da mandioca. Um investimento recente em instalações de culturas de tecido potencialmente aumenta a habilidade de Moçambique explorar materiais de elite que vêm do programa regional do IITA.

A experiência de Nikwaha sugere que a tolerância /resistência com um sabor amargo seria altamente desejável. Um dos maiores desafios que se coloca seria o de quebrar a aparente ligação entre a doçura e a tolerância. O fracasso em achar cultivares amargos tolerantes ampliaria a necessidade de se buscar resistência a mosaico nos materiais doces. A pesquisa sobre os efeitos da CBSD sobre as safras em Moçambique é outra prioridade. A interação entre a fertilidade da terra e a manifestação de sintomas severos também merece atenção para identificar soluções sustentáveis para este problema cada vez mais importante com maior rapidez.

A relutância em usar materiais amargos por parte de especialistas de melhoramento vegetal é principalmente devido ao risco de cianeto que o consumo directo dessas variedades representa. Os cientistas desconfiam que, em tempos de fome, talvez haja maior probabilidade de os camponeses colherem e consumirem estas variedades directamente sem secá-las e posteriormente processá-las, o que é comparável a um risco de saúde humana. Porém, a introdução de variedades doces nestes sistemas alimentares significa que este risco é diminuído porque a produção que os camponeses obtêm das variedades doces deveria reduzir a probabilidade de consumo directo de variedades amargas que satisfazem um papel importante nos sistemas alimentares de mandioca e que são menos propensas ao roubo e dano por parte de animais, particularmente os macacos, em machambas distantes.

A história da podridão radicular no litoral de Nampula ilustra o potencial que esforços de socorro mal desenhados têm de comprometer a futura segurança alimentar e desenvolvimento económico. A Calamidade é muito susceptível à podridão radicular e sua distribuição generalizada logo depois do ciclone que ocorreu nos meados da década noventa criou condições para o retorno da epidemia de podridão radicular. No pós-catástrofe, a susceptibilidade à doença raramente se destaca como um critério nos esforços de socorro que focalizam nas quantidades de material de semente distribuídas e no número de famílias beneficiadas. Nas culturas de propagação por semente tais como cereais, os erros relacionados com a adaptação de cultivares e susceptibilidade à doença na escolha da variedade podem ser corrigidos com relativa rapidez porque as taxas de multiplicação são altas. Em espécies de propagação vegetativa tais como raízes e tubérculos, as taxas de multiplicação são baixas e assim também o volume da variedade. A variedade “errada” pode ficar nas machambas dos camponeses por muito tempo.

Com a compreensão que temos hoje, pode ter sido demais esperar que “Calamidade” pudesse ser identificada como “super-susceptível” há dez anos porque naquele tempo a podridão radicular não era reconhecida como um problema. Mas agora não é demais esperar que os cientistas de culturas estejam mais intimamente envolvidos na tomada de decisões sobre a selecção de variedades para multiplicação em esforços de socorro, e que a informação sobre pesquisa agrícola em diagnóstico de doenças contribua para a tomada de decisões tanto no alívio como no desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS:

- Alston, J.M., C. Chank-Kang, M.C. Marra, P.G. Pardey, and T.J. Wyatt. 2000. *A Meta-Analysis of Rates of Return to Agricultural R&D: Ex Pede Herculem?* Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute.
- Alston, J.M., G.W. Norton, and P.G. Pardey. 1995. *Science under Scarcity: Principles and Practice for Agricultural Research Evaluation and Priority Setting*. Ithaca, New York: Cornell University Press.
- Boardman, A.E., D.H. Greenberg, A.R. Vining, and D.L. Weimer. 2001. *Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice*. 2<sup>nd</sup> Edition. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Bock, K.R. 1994. Studies on Cassava Brown Streak Virus Disease in Kenya. *Tropical Science* 34: 134-145.
- Gondwe, F.M.T., N.M. Mahungu, R.J. Hillocks, M.D. Raya, C.C. Moyo, M.M. Soko, F.P. Chipungu, and I.R.M. Benesi. 2003. Economic Losses Experienced by Small-scale Farmers in Malawi Due to Cassava Brown Streak Virus Disease. In *Cassava Brown Streak Virus Disease: Past, Present, and Future*, ed. J.P. Legg and R.J. Hillocks. Aylesford, U.K.: Natural Resources International Limited. Proceedings of an International Workshop, 27-30 October 2002, Mombasa, Kenya.
- Griliches, Z. 1957. Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change. *Econometrica* 25: 501-522.
- Hillocks, R.J. 2003. Cassava Brown Streak Virus Disease: Summary of Present Knowledge on Distribution, Spread, Effect on Yield and Methods of Control. In *Cassava Brown Streak Virus Disease: Past, Present, and Future*, ed. J.P. Legg and R.J. Hillocks. Aylesford, U.K.: Natural Resources International Limited. Proceedings of an International Workshop, 27-30 October 2002, Mombasa, Kenya.
- Hillocks, R.J. 2004. *Management of Cassava Virus Diseases in Southern Tanzania*. Final Technical Report. DFID RNRKS CPP Project No. R6765. Chatam, U.K.: NRI-University of Greenwich.
- Hillocks, R.J., and S. McSween. 2003. The Impact of Cassava Brown Streak Disease on Food Security: A Village Survey in Three Districts of Northern Mozambique. Chatam, U.K.: NRI-University of Greenwich. Unprocessed manuscript.
- Hillocks, R.J., M.D. Raya, K.J. Mtunda, and H. Kiozia. 2001. Effects of Cassava Brown Streak Virus Disease on Yield and Quality of Cassava in Tanzania. *Journal of Phytopathology* 149: 389-394.
- Hillocks, R.J., J.M. Thresh, J. Tomas, M. Botao, R. Macia, and R. Zavier. 2002. Cassava Brown Streak Disease in Northern Mozambique. *International Journal of Pest Management* 48: 179-182.

- INIA (National Institute for Agronomic Research), in collaboration with IITA/SARRNET (Southern Africa Root Crops Research Network). 2003. *Cassava and Sweet Potato Production, Processing, and Marketing in Mozambique*. Maputo, Mozambique: INIA.
- Jennings, D.L. 2003. Historical Perspective on Breeding for Resistance to Cassava Brown Streak Virus Disease. In *Cassava Brown Streak Virus Disease: Past, Present, and Future*, ed. J.P. Legg and R.J. Hillocks. Aylesford, U.K.: Natural Resources International Limited. Proceedings of an International Workshop, 27-30 October 2002, Mombasa, Kenya.
- Katinila, N.A., H. Hamza, and M.D. Raya. 2003. Social Impact of Cassava Brown Streak Virus Disease on Rural Livelihoods in Southern Tanzania. In *Cassava Brown Streak Virus Disease: Past, Present, and Future*, ed. J.P. Legg and R.J. Hillocks. Aylesford, U.K.: Natural Resources International Limited. Proceedings of an International Workshop, 27-30 October 2002, Mombasa, Kenya.
- Legg, J.P. and R.J. Hillocks, R.J., eds. 2003. *Cassava Brown Streak Virus Disease: Past, Present, and Future*. Aylesford, U.K.: Natural Resources International Limited. Proceedings of an International Workshop, 27-30 October 2002, Mombasa, Kenya.
- Mangana, S. 2003. Cassava Brown Streak Virus Disease Research in Northern Mozambique. In *Cassava Brown Streak Virus Disease: Past, Present, and Future*, ed. J.P. Legg and R.J. Hillocks. Aylesford, U.K.: Natural Resources International Limited. Proceedings of an International Workshop, 27-30 October 2002, Mombasa, Kenya.
- Maruthi, M.N., R.J. Hillocks, K. Mtunda, M.D. Raya, M. Muhanna, and H. Kiozia. 2005. Transmission of Cassava Brown Streak Virus by *Bemisia tabaci* (Gennadius): Progress and Problems. *Journal of Phytopathology* 152: 307-312.
- McSween, S. 2004. An Examination of Cassava Brown Streak Disease (CBSD) Root Symptom Severity Survey Data to Identify “Best Bet” Varieties among Those Commonly Grown by Farmers in Six Coastal Districts of Nampula Province. Mozambique. Nampula, Mozambique: Save the Children. Unprocessed manuscript.
- McSween, S. 2005. An Assessment of the Dissemination of Nikwaha Planting Material for Community-level Secondary Multiplication Nurseries Established by Save the Children and SARRNET in December 2002. Nampula, Mozambique: Save the Children. Unprocessed manuscript.
- Ministry of Planning and Finance (MPF). 2004. *Poverty and Well-being in Mozambique: The Second National Evaluation*. Maputo, Mozambique: Ministry of Planning and Finance.
- Mtunda, K.J., M. Muhanna, M.D. Raya, and E.E. Kanju. 2003. Current Status of Cassava Brown Streak Virus Disease in Tanzania. In *Cassava Brown Streak Virus Disease: Past, Present, and Future*, ed. J.P. Legg and R.J. Hillocks. Aylesford, U.K.: Natural Resources International Limited. Proceedings of an International Workshop, 27-30 October 2002, Mombasa, Kenya.
- Nweke, F.I., D.S.C. Spencer, and J.K. Lynam, eds. 2002. *The Cassava Transformation*. East Lansing, Michigan: Michigan State University Press.

- Rogers, E.M. 1995. *Diffusion of Innovations*. 4<sup>th</sup> edition. New York: The Free Press.
- Thresh, J.M. 2001. Report on Visits to Mozambique, 25 March–9 April, 2001; 27 July– 11 August, 2001. Aylesford, U.K.: Natural Resources Institute. Unprocessed.
- Thresh, J.M. 2003. Brief History of Cassava Brown Streak Virus Disease. In *Cassava Brown Streak Virus Disease: Past, Present, and Future*, ed. J.P. Legg and R.J. Hillocks. Aylesford, U.K.: Natural Resources International Limited. Proceedings of an International Workshop, 27-30 October 2002, Mombasa, Kenya.
- Walker, T.S., and C.C. Crissman. 1996. *Case Studies of the Economic Impact of CIP-related Technology*. Lima, Peru: The International Potato Center.
- Walker, T., D. Tschirley, J. Low, M. Pequenino Tanque, D. Boughton, E. Payongayong, and M. Weber. 2004. *Determinants of Rural Income in Mozambique in 2001-02*. Report No. 57. Maputo, Mozambique: Department of Policy Analysis, Economic Directorate, Ministry of Agriculture.
- Zacarias, A.M., C.E. Cuambe, M.P. Maleia. 2004. *Avaliação de Perdas Causadas pela Podridão Radicular da Mandioca (Listrado castanho da mandioca) nas Províncias de Cabo Delgado, Nampula, e Zambézia*. Relatório, Programa Nacional de Raízes e Tubérculos. Maputo, Moçambique: Instituto Nacional de Investigação Agronómica.