



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido - CPATSA
Petrolina, PE

PEQUENOS AGRICULTORES V
MÉTODOS DE EXECUÇÃO DE SISTEMAS
INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA (SIP)

Everaldo Rocha Porto
Angel Gabriel Vivallo Pinare
César Osvaldo Williams Fuentes
Aderaldo de Souza Silva
Luiz Henrique de Oliveira Lopes

Pequenos agricultores V:
1990 LV - 1990.00549



ident.
7832

Petrolina, PE
1990



EMBRAPA-CPATSA, Documentos, 66

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à
EMBRAPA-CPATSA
BR 428, Km 152
Caixa Postal 23
Fone: (081) 9614411
Telex: (81) 0016
56300 Petrolina, PE

Tiragem: 1.000 exemplares

Valor Acquisição	
Data Acquisição	
N.º N. Fiscal Estima	
Fornecedor	
N.º Ordem Compra	
Origem	
N.º de Tombo	549/90

Comitê de Publicações:

Eduardo Assis Menezes - Presidente
Aldroville Ferreira Lima
Eliane Nogueira Choudhury
Jorge Ribaski
José Barbosa dos Anjos
José Givaldo Góes Soares

307.72
P853/p
1990

549/90

PORTO, E.R.; VIVALLO PINARE, A.G.; WILLIAMS FUENTES, C.O.; SILVA, A. de S.; LOPES, L. H. de O. **Pequenos agricultores V:** métodos de execução de sistemas integrados de produção agropecuária (SIP). Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1990. 72 p., il. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 66).

1. Sistema de produção - Avaliação econômica. 2. Desenvolvimento rural - Região Semi-Árida. 3. Agricultura - Baixa renda - Aspecto sócio econômico - Pesquisa - Método. I. Vivallo Pinare, A.G., colab. II. Williams Fuentes, C. O., Colab. III. Silva, A. de S., colab. IV. Lopes, L. H. de O. colap. V. Título. VI. Série.

CDD 307.72

SUMÁRIO

	Pág.
APRESENTAÇÃO	3
RESUMO	7
ABSTRACT	7
INTRODUÇÃO	8
PARTE I	
1. METODOLOGIA	9
1.1. Etapas de Implantação do SIP	10
A. Análise das propriedades caracterizadas pelo PNP 027	12
B. Determinação de potencialidades, limitações e necessidades da fazenda	17
C. Identificação dos objetivos e necessidades dos pequenos agricultores e formulação do plano da propriedade	17
D. Análise das tecnologias disponíveis na região para desenvolver os objetivos do agricultor	20
E. Proposição de hipótese de desenvolvimento técnico-econômico da exploração contendo o sistema integrado de produção agropecuária	21
F. Formulação de projetos	24
G. A execução do projeto de intervenção técnica	26
1.2. Avaliação Econômica e Social do Sistema Integrado de Produção Agropecuária	26
1.3. Avaliação Técnica do Sistema Integrado de Produção Agropecuária	30
1.4. Participação dos Agricultores, Extensionistas e Pesquisadores	32
PARTE II	
1. TECNOLOGIAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROPRIEDADES AGRÍCOLAS DO TRÓPICO SEMI-ÁRIDO	35
1.1. Manejo de Solo e Água	35
1.1.1. Cisterna Rural	36
1.1.2. Barreiro	39
1.1.3. Barragem Subterrânea	47
1.1.4. Agricultura de Vazante	49
1.1.5. Captação de Água de Chuva "in situ"	54
1.1.6. Sistema de Irrigação por Potes de Barro	57
1.1.7. Sistema de Irrigação por Mangueiras	58
1.2. Manejo de Pastagem	62
1.2.1. Capim-buffel	62
1.2.2. Banco de Proteína	63
1.3. Mecanização Agrícola	64
1.4. Conservação de Produtos	66
1.4.1. Armazenamento e Conservação de Grãos	66
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	67

APRESENTAÇÃO

O Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), vem desenvolvendo esforços no sentido de testar, a nível de propriedades agrícolas, a eficiência técnica e econômica de tecnologias desenvolvidas e/ou adaptadas em laboratórios e campos experimentais. Para que este trabalho seja feito de modo eficiente, é imprescindível que se disponha de informações confiáveis sobre os vários componentes dos sistemas de produção.

Este trabalho procura dar um enfoque novo, em termos metodológicos, no que diz respeito às formas de avaliar o desempenho de sistemas integrados de produção (SIPs) implantados em propriedades agrícolas de pequeno e médio portes.

Representa, por outro lado, um esforço extraordinário no sentido de levar ao conhecimento de instituições de pesquisa e desenvolvimento, instrumentos de avaliação destas tecnologias.

PEQUENOS AGRICULTORES V - Métodos de Execução de Sistemas Integrados de Produção (SIP) resulta de um trabalho comum entre o CPATSA/EMBRAPA e SUDENE/PAPP - Programa de Apoio ao Pequeno Produtor Rural, segmento Geração e Difusão Controlada de Tecnologia.

LUIZ FERNANDO CORREIA DE ARAUJO
Diretor do Programa de Apoio
ao Pequeno Produtor Rural

LUIZ MAURÍCIO CAVALCANTE SALVIANO
Chefe do Centro de Pesquisa Agropecuária
do Trópico Semi-Árido

MÉTODOS DE EXECUÇÃO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA (SIP)

Everaldo Rocha Porto¹
Angel Gabriel Vivallo Pinare²
César Osvaldo Williams Fuentes³
Aderaldo de Souza Silva⁴
Luiz Henrique de Oliveira Lopes⁵

RESUMO - Os sistemas integrados de produção agropecuária em propriedades agrícolas (SIPs) são um produto da pesquisa em sistemas rurais do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Os SIPs são planejados e executados pelo Programa Nacional de Pesquisa de Sistema de Produção para o Trópico Semi-Árido (PNP 033). A metodologia de pesquisa compreende a avaliação dos recursos naturais e sócio-econômicos ao nível de regiões e de propriedades agrícolas para determinar os fatores limitantes, as necessidades e potencialidades da produção e produtividade dos pequenos agricultores e definir os sistemas de intervenção tecnológica. Por isto a metodologia normatiza a participação dos agricultores, pesquisadores e extensionistas na definição da estratégia técnica global e de cada tecnologia. O documento tem por objetivo apresentar os métodos de implantação de sistemas de produção em propriedades agrícolas, caracterizando os componentes teóricos e práticos de cada etapa da operação e as técnicas utilizadas. Faz parte da série "Pequenos Agricultores", destinada a apresentar métodos ilustrados de pesquisa/desenvolvimento executados pelo CPATSA no trópico semi-árido, com a finalidade de apoiar o trabalho dos organismos de pesquisa, extensão e planejamento rural.

Termos para Indexação: Sistema de Produção, avaliação, sistemas integrados de Produção, avaliação econômica e social, desenvolvimento rural, avaliação técnica, manejo de água e solo, conservação de sementes, pastagens, banco de proteínas, mecanização e projetos.

EXECUTION METHODS FOR INTEGRATED SYSTEMS OF AGRICULTURAL PRODUCTION (ISAP)

ABSTRACT - The integrated systems of agricultural production in agricultural properties (ISAP's) are a product of the research conducted on rural systems of the Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA-EMBRAPA). The ISAP's are projected and executed at the Brazilian semi-arid by the National Program of Production Systems (PNP 033). The research methodology includes an evaluation, at region and property levels, of the natural and socio-economical resources. The evaluation allows to identify the limiting factors, the needs and potentialities of the production, the productivity of the small farmers and allows to define the systems of technology intervention. To define the technical strategy for the global system and for each technology, the methodology standardizes the participation of farmers, researchers and rural extensionists. The objective of the present work is to present the methods to implement production systems in agricultural properties, characterizing the theoretical and practical components of each operation step and the used technics.

¹Eng. Agr., Ph.D., Pesquisador em Manejo de Água e Solo, EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), Caixa Postal 23, 56300 Petrolina, PE.

²Especialista em Economia Agrícola, IICA/EMBRAPA-CPATSA.

³Especialista em Desenvolvimento Rural, IICA/SEPLANTEC, Avenida Santiago de Campostila s/n, Edifício Monte Rey, 2º andar, 40000 Salvador, BA.

⁴Eng. Agr., M.Sc., Pesquisador em Manejo de Água e Solo, EMBRAPA-CPATSA.

⁵Eng. Agr., M.Sc., Pesquisador em Sistema de Produção, EMBRAPA-CPATSA.

The document belongs to the serie "Small Farmers", which objective is to present illustrated methods of development - research, conducted by CPATSA in the semi-arid tropic, to support the research, extension and rural planning institutions.

Index Terms: Production System, Evaluation, Integrated Production Systems, socio-economical evaluation, rural development, technical evaluation, soil/water management, seed conservation, pastures, bank of proteins, mechanization, projects.

INTRODUÇÃO

Os pequenos agricultores do semi-árido nordestino apresentam sistemas de exploração que sobrevivem em equilíbrio precário com os sistemas ecológicos e sócio-econômicos regionais. Estas unidades de produção⁶ é que têm permitido a manutenção da agropecuária no sertão nordestino, apresentando as seguintes características:

- Exploração intensiva da terra escassa e posse não documentada;
- Capitais de investimento e de operação insuficientes, financiamento externo pouco acessível;
- Os ingressos totais provêm da atividade agropecuária e de outras fontes (artesanato, comércio, salário, serviços, aposentadorias, ajudas e outros);
- Força de trabalho suficiente, apesar do êxodo rural;
- Tecnologias usadas tradicionalmente em equilíbrio com as características sócio-econômicas dos produtores e bastante frágeis para as condições agroecológicas da região;
- Sistemas de cultivos, de produção pecuária, artesanato e outros sistemas, complexos e heterogêneos;
- Níveis de vida baixos, consumo de bens, serviços e bem-estar reduzidos com poucas possibilidades de prosperidade;
- Tradições culturais e formas de vida incorporadas de maneira equilibrada aos processos produtivos, e
- Produção orientada para obter utilidade⁷ e lucros.

O Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), desenvolve três programas de pesquisa, a saber: Programa Nacional de Pesquisa de Avaliação dos Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Trópico Semi-Árido (PNP 027), Programa Nacional de Pesquisa de Aproveitamento de Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Trópico Semi-Árido (PNP 030) e Programa Nacional de Pesquisa em Sistema de Produção para o Trópico Semi-Árido (PNP 033). O PNP 033 estuda os sistemas de produção ao nível de pequenos agricultores e tem os seguintes objetivos:

- Avaliar técnica, econômica e socialmente, em escala operacional, as tecnologias geradas em meio controlado;
- Estudar a interação entre as tecnologias geradas e outros segmentos da exploração;
- Participar das ações iniciais do processo de transferência de tecnologias, para estudar fatores socio-econômicos e ecológicos no meio real que influenciam na posterior difusão de tecnologia;
- Permitir a identificação de limitações, problemas e potencialidades da exploração agrícola, intervindas com sistemas de produção em fase de experimentação.

⁶ No texto, os termos: unidade de produção, propriedades rurais, exploração, sistema de exploração, fazenda, propriedade, pequena propriedade, referem-se aos espaços físicos e sócio-econômicos utilizados pelos pequenos agricultores.

⁷ Utilidade: Qualquer bem que pode ter algum uso ou serventia, que seja vantajoso e/ou proveitoso.

A pesquisa do Programa de Sistemas de Produção, ao nível de pequenos agricultores, é definida como sistemas integrados de produção agropecuária em propriedades agrícolas (SIP). Consiste basicamente na implantação de um projeto de desenvolvimento técnico-econômico da unidade de produção, utilizando-se um sistema de exploração agrícola que contempla tecnologias melhoradas e/ou adaptadas, caracterizando assim o sistema integrado de produção em propriedades agrícolas.

Duas situações distintas norteiam o SIP:

- Unidade de produção com soluções agropecuárias globais, onde o projeto de desenvolvimento técnico-econômico objetiva a prosperidade do agricultor e sua família, sendo a base produtiva e econômica do sistema de produção sustentada pelo sistema de intervenção técnica. Essas unidades de produção são explorações que dispõem de potencialidades para garantir a sua sobrevivência em condições climáticas adversas e prosperidade em condições normais. O SIP, pelas suas características intrínsecas, não resolve os problemas globais do desenvolvimento, mas melhora condições técnicas e econômicas que constituem um segmento importante no avanço das propriedades para melhores condições de bem-estar;
- Unidades de produção com soluções agropecuárias parciais em que o projeto de desenvolvimento técnico-econômico visa a sobrevivência do agricultor e sua família. Neste caso, grande parte das soluções dependerá da intervenção de todos os setores da economia, envolvendo aspectos de ordem sócio-econômica como: estrutura fundiária, crédito, comercialização, etc. Só assim poder-se-iam desenvolver soluções agropecuárias, visando à prosperidade da unidade familiar e, conseqüentemente, descartar a idéia da perpetuação da miséria do agricultor.

Assim, a partir das experiências dos trabalhos de pesquisa em núcleos do Projeto Sertanejo - SUDENE, no Nordeste, e especialmente em Ouricuri, PE, o Programa de Sistemas de Produção elabora este documento, onde apresenta a definição dos métodos de pesquisa, as principais tecnologias empregadas, as formas de avaliação econômica e social e a forma de participação dos agricultores e extensionistas no processo de execução de sistemas integrados de produção agropecuária.

Também é objetivo deste documento complementar um conjunto de publicações do CPATSA que sugere formas de organização, métodos e conteúdo de pesquisa ao nível de pequenos agricultores, sendo, portanto, destinado a pesquisadores, extensionistas e agricultores.

PARTE I

1. METODOLOGIA

A metodologia de implantação de sistema integrado de produção agropecuária em pequenas propriedades agrícolas, desenvolvida pelo CPATSA, deve ser entendida como um subsistema do sistema de geração de tecnologia, que apresenta os dispositivos experimentais a seguir:

Experimentos satélites: Experimentos desenvolvidos na estação experimental seguindo delineamento estatístico convencional, realizados em parcelas ou em laboratórios. Envolvem uma linha específica de pesquisa e buscam soluções novas ou adaptadas para os problemas identificados. Este tipo de experimento evolui para uma etapa de melhoramento de subsistemas como cultivo, criação e outros.

Experimentos de síntese: São também realizados na estação experimental, seguindo delineamento estatístico convencional. Estes experimentos integram tecnologias geradas de forma isolada por linha de pesquisa nos experimentos satélites e visam determinar a natureza e os efeitos das interações entre os diferentes componentes tecnológicos.

Sistemas experimentais de produção: Realizados na estação experimental, estes experimentos avaliam técnica e economicamente, em escala operacional, as tecnologias validadas nos experimentos satélites e de síntese. Desenvolvem-se através de modelos operacionais nos quais

interagem diferentes componentes da produção, tentando simular, em modelos físicos e matemáticos, as condições reais dos sistemas regionais de exploração agropecuária. Nessa etapa, podem ser identificadas lacunas nas informações, constituindo valioso instrumento de retroalimentação da pesquisa.

Apesar de, na maioria dos casos, a pesquisa seguir a seqüência: experimento satélite - experimento de síntese - sistema de produção experimental, eventualmente, dependendo da natureza do problema e/ou dos resultados obtidos, algumas informações podem passar para etapas posteriores, dentro da estação experimental ou no meio real (Vivallo P. & Williams F. 1984a e 1984b), sem seguir obrigatoriamente a seqüência pré-estabelecida.

As tecnologias geradas para solucionar problemas identificados ao nível do produtor, na fase de conhecimento da realidade e validade na estação experimental, necessitam ser testadas e ajustadas ao nível do produtor, nas regiões para as quais se destinam. Isto exige que a pesquisa se organize para operar intervenções controladas no meio rural.

O CPATSA realiza essa fase através de testes de ajustes e de sistemas agropecuários de produção.

Testes de ajuste: Têm como principal finalidade ajustar às diferentes situações ecológicas e/ou sócio-econômicas as tecnologias geradas em experimentos satélites ou de síntese, numa única situação agroecológica. São realizados sem a intervenção direta do produtor rural.

Os testes de ajuste são experimentos multilocais que conservam a metodologia dos experimentos satélites ou de síntese, porém são realizados em condições agroecológicas distintas às da estação experimental.

Sistemas integrados de produção agropecuária: A pesquisa em sistema de produção constitui um processo de intervenção técnica, dentro de uma orientação interdisciplinar para uma propriedade agrícola, numa dada situação agroecológica e socio-econômica. Neste processo, as ações de pesquisa são sistematizadas através da elaboração, implantação, acompanhamento e avaliação de um projeto de desenvolvimento da propriedade. Assim, para o primeiro ano, a pesquisa será responsável pelos custos, investimentos e empréstimos de implementos agrícolas necessários à implantação das tecnologias melhoradas; para o segundo ano, dentro do seu limite, o produtor será responsável pela parte de custeio e, para o terceiro ano, será responsável pela aquisição dos implementos. O projeto contempla tecnologias novas e/ou melhoradas e sua análise considera as condições reais do financiamento agrícola como prazos, prestações, juros. Nesta pesquisa, os produtores selecionados e extensionistas da região participam diretamente de todas as etapas do projeto.

O sistema de geração de tecnologia do CPATSA é ilustrado na Figura 1.

1.1 Etapas de Implantação do SIP

O processo de execução de sistemas integrados de produção agropecuária é uma ação de pesquisa/desenvolvimento onde se realiza a continuação das operações de avaliação dos recursos naturais e socio-econômicos, feitas em propriedades representativas de condições socio-econômicas e agroecológicas das regiões pesquisadas (Vivallo P. & Williams F. 1984a).

A implantação do SIP em pequenas propriedades é realizada pelo PNP 033, num procedimento de pesquisa que compreende as etapas seguintes:

- A** - Análise da avaliação efetuada numa amostra de propriedades pelo Programa de Avaliação de Recursos Naturais e Socio-Econômicos, considerando uma mesma região agropecuária;
- B** - Determinação de potencialidades, limitações, necessidades e problemas do agricultor e sua família e da exploração;
- C** - Identificação dos objetivos do agricultor e formulação de um plano de exploração;
- D** - Análise das tecnologias disponíveis na região para desenvolver os objetivos do agricultor;
- E** - Proposição de hipóteses de desenvolvimento da exploração contendo o sistema de intervenção técnica;

F - Formulação de projetos, que se subdividem em:

- I - Projeto sem intervenção, prologamento da situação atual;
- II - Projeto com sistema de intervenção técnica, que procura modificar a situação atual;
- III - Projeto de avaliação econômica, social e técnica permanente.

G - Execução dos projetos de intervenção técnica e avaliação.

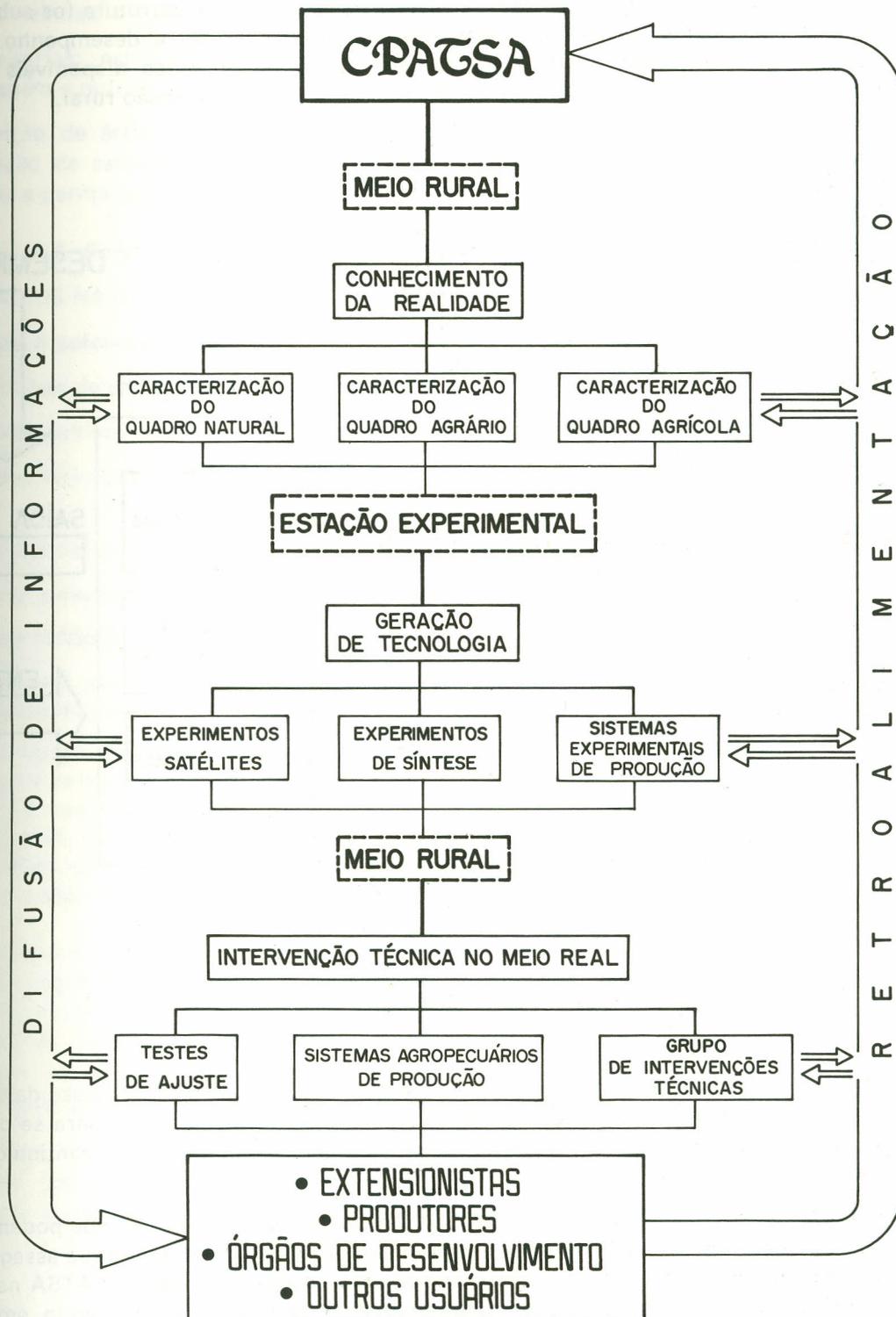


FIG. 1. Organização da pesquisa no enfoque sistêmico.

A. ANÁLISE DAS PROPRIEDADES CARACTERIZADAS PELO PNP 027

Esta etapa consiste em homogeneizar, reavaliar e atualizar as informações coletadas e as análises realizadas pelo PNP 027.

Esta análise serve para diagnosticar as potencialidades e limitações dos recursos naturais, do patrimônio e da força de trabalho da unidade de produção, do ponto de vista dos componentes da estrutura, função e desempenho dos sistemas (Figura 2).

Nesta avaliação, são tratados em detalhes os elementos componentes do sistema fazenda: limites, componentes de base (recursos naturais, patrimônio e força de trabalho), estrutura (os subsistemas socio-econômicos, agroecossistemas, sistema artesanal e outros), função e desempenho. A estes dados levantados e avaliados pelo PNP 027, são agregadas informações disponíveis sobre a exploração em nível local, como projetos de desenvolvimento, bancos e extensão rural.

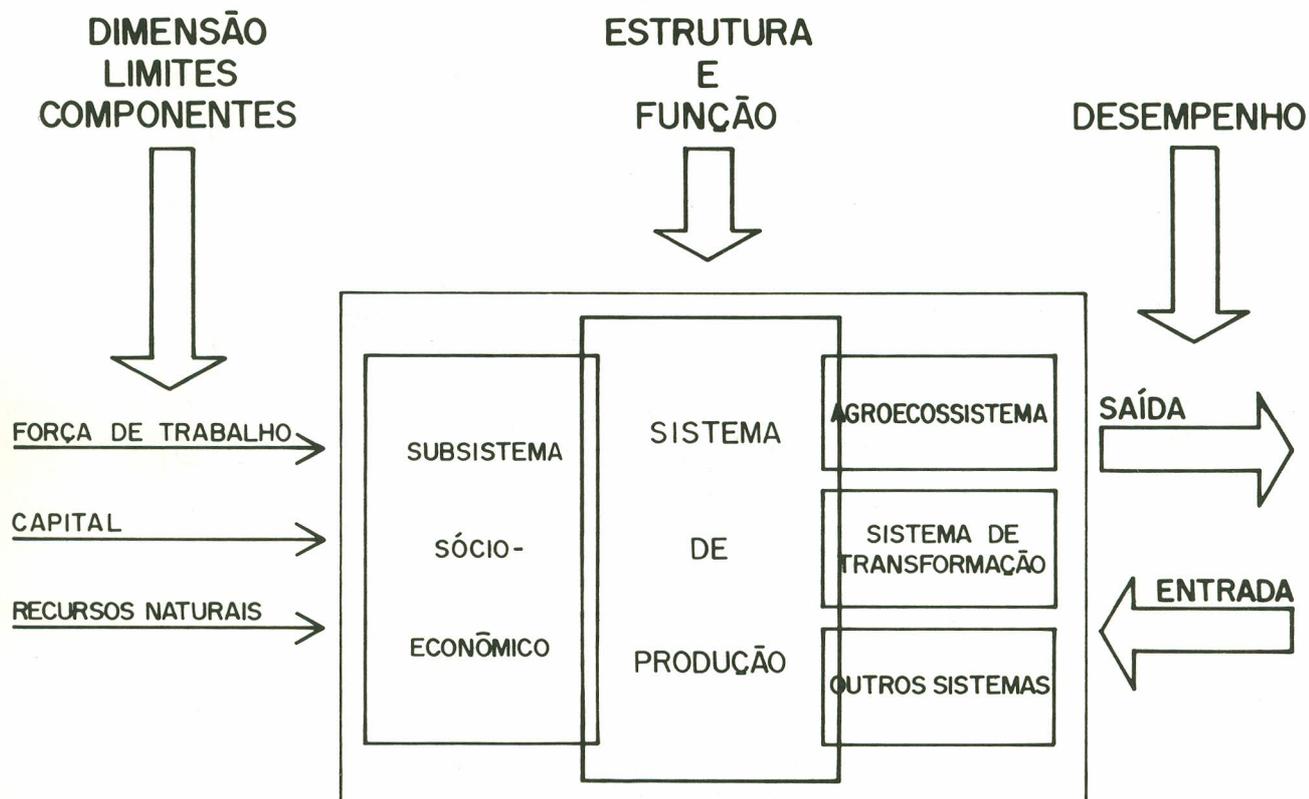


FIG. 2. Sistema fazenda.

A.1. Limites e componentes do sistema fazenda

a) Posse da terra

É necessário conhecer a situação exata da unidade de produção em termos de posse da terra: se proprietário com documentação legal ou outro tipo de posse. Isto é importante para se definir o sistema de financiamento futuro, instalação de experimentos, investimento e/ou a continuidade do projeto de pesquisa.

Devem ser avaliados os riscos de se realizar um SIP em unidades de produção que podem trocar de proprietário ou outras em que, por limitações originadas no tipo de posse, não fique assegurada a continuidade do financiamento. Na maioria das propriedades pesquisadas pelo CPATSA na Bahia, Pernambuco e Paraíba, esta situação de falta de documentação é generalizada, superando, em alguns casos, 80%. Isto nos leva a ter que adequar a pesquisa e o crédito a esta situação.

b) Dimensões e análise da propriedade

É necessário conhecer a área total, área dos campos, áreas diretamente produtivas, áreas indiretamente produtivas e áreas improdutivas (Vivallo P. & Williams F. 1984a e 1984b). Tal procedimento se faz necessário para avaliação dos recursos do agricultor, atribuindo valores aos seus bens. Para isto, é importante dispor de um mapa topográfico, onde são levantados os dados de:

- Áreas cultivadas, áreas improdutivas com pedras ou erodidas, lagoas, rios, riachos, áreas com caatinga, localização dos campos com cotas inferiores em relação aos campos de propriedades circunvizinhas⁸ e outros;
- Benfeitorias: estradas, construções, casas, trabalhos de conservação de solos, canais de drenagem e outros;
- Definição de áreas potenciais para construção de barreiros para armazenagem de água ou irrigação de salvação, silos, plantações, reflorestamento e áreas para pesquisa com cultivos anuais e permanentes.

A.2. Recursos

● - RECURSOS NATURAIS

a) Uso atual e potencial dos campos

Em trabalhos de campo, deve-se avaliar com bastante exatidão:

- O último cultivo, para conhecer os problemas com ervas daninhas, pragas e doenças;
- Uso dos últimos três anos, para se ter uma primeira informação sobre reservas de fertilidade do solo;
- Uso potencial para projetar e adequar o uso atual ao capital e à força de trabalho;
- Durante a avaliação do uso atual, deve-se atualizar a capacidade forrageira dos mesmos.

b) Recursos hídricos

É importante avaliar a disponibilidade dos recursos hídricos da propriedade, tanto superficiais como de subsolo, além de pesquisar a capacidade de armazenamento de água.

A pluviometria da região semi-árida caracteriza-se por sua extrema variabilidade no tempo e no espaço. Como exemplo, podem ser verificadas as precipitações diárias e mensais, apresentadas nas Tabelas 1 e 2, ocorridas no ano de 1980 em duas estações pluviométricas: Mandacaru (LAT. 09°24'S, LONG. 40°24'W, ALT. 375,5m) e Bebedouro (LAT. 09°09'S, LONG. 40°22'W, ALT. 365,5m), distantes cerca de 40km uma da outra. A primeira estação está localizada à margem direita do Rio São Francisco e a segunda, à margem esquerda.

Observa-se na Tabela 1, uma grande variação espacial das precipitações. No dia 02/01, apesar de terem sido registrados 48,2mm na estação de Mandacaru, na de Bebedouro não foi observada nenhuma ocorrência de chuva, o contrário ocorrendo no dia 14/01, quando Bebedouro registrou uma precipitação de 54mm e Mandacaru nada registrou. Isto é comum também nos meses de fevereiro, março, abril, novembro e dezembro, sendo que o fato mais marcante veio a ocorrer em 06/11, quando Mandacaru registrou 113,8mm e Bebedouro registrou ausência total de chuva.

Na Tabela 2, onde são apresentadas as precipitações mensais, o mês de março é bastante significativo, pois a estação de Bebedouro registrou um total de precipitações que ultrapassa em mais de três vezes o total registrado no Mandacaru neste mesmo mês, fato este que se inverte em abril.

⁸Em Ouricuri, constatou-se que um campo trabalhado em curvas de nível para controlar a erosão foi prejudicado pelo processo de erosão de uma propriedade vizinha que não utilizava técnicas de conservação de solo.

Nos meses de novembro e dezembro, as precipitações registradas na estação de Mandacaru são mais de 100% superiores às registradas na estação de Bebedouro, daí a recomendação de ser instalado um pluviômetro em cada SIP.

c) Outros aspectos relacionados com os recursos naturais

- As propriedades têm recursos que não estão ligados à produção vegetal, alimentar, agroindustrial, ou à pecuária e que devem ser avaliados com precisão. Destacam-se os produtos florestais, recursos de solo (argila, pedras, calcáreo ou gesso), que podem constituir fonte de renda para o agricultor;
- Qualquer outro aspecto da propriedade que pode gerar recursos monetários deve ser inventariado no momento de levantar os recursos naturais, como o calcáreo no Nordeste da Bahia, o gesso em Curicuri, PE, e outros recursos do fazendeiro por venda de serviço ou mão-de-obra.

Tabela 1. Dados pluviométricos diários das estações meteorológicas de Mandacaru e Bebedouro no ano de 1980.

Dia / Mês	Mandacaru Precipitação (mm)	Bebedouro Precipitação (mm)
02/01	48,2	0,0
05/01	0,0	31,8
13/01	24,1	0,0
14/01	0,0	54,0
23/01	9,5	26,1
28/01	34,0	0,0
02/02	32,6	0,0
03/02	4,6	38,8
04/02	63,7	0,0
05/02	3,0	24,2
07/02	30,0	1,9
15/02	14,5	2,5
16/02	1,3	22,0
20/02	14,1	1,3
21/02	51,0	1,4
29/02	0,0	22,6
01/03	0,0	22,6
08/04	15,0	0,0
09/04	23,1	4,8
06/11	113,8	0,0
07/11	2,8	46,6
16/12	35,6	0,0
17/12	23,5	0,0
20/12	5,7	13,8
24/12	25,0	0,0

Tabela 2. Totais mensais de precipitação (P) das estações meteorológicas de Mandacaru e Beberouro no ano de 1980.

Meses do ano	Mandacaru	Beberouro
	P (mm)	P (mm)
Janeiro	192,7	186,0
Fevereiro	242,2	201,9
Março	12,9	44,7
Abril	45,8	10,6
Maió	0,0	1,2
Junho	0,0	1,3
Julho	0,0	0,0
Agosto	0,0	0,0
Setembro	0,9	0,0
Outubro	0,0	0,0
Novembro	123,4	56,0
Dezembro	93,6	34,0
T o t a l	711,5	535,7

● - CAPITAL

A revisão dos inventários valorizados deve-se orientar na perspectiva de potencialidades e limitações existentes (Vivallo P. & Williams F. 1984a 1984b).

a) O inventário animal deve ser revisado nas seguintes perspectivas:

- como capital disponível e como potencial alimentar do agricultor e sua família;
- como potencial produtivo: para isto, deve-se observar a quantidade e qualidade de cada espécie (potencial produtivo em ovos, leite, pintos e filhotes, rusticidade, estado sanitário e desenvolvimento biológico);
- em termos de necessidades de cada espécie: necessidades de alimento e oferta da fazenda (grãos, forragens, caatinga e palma, subprodutos como palha e vagens);
- do ponto de vista da produção de produtos transformados (queijo, doces, salsicharia, artesanato de couro, têxtil, costuras, etc.);
- em termos de adaptação das raças aos sistemas produtivos do agricultor;
- em cada espécie, deve-se observar o potencial de uso como energia de tração (burro, cavalo, boi e vacas);
- o valor do inventário animal deve ser atual.

b) Benfeitorias, instalações e plantações perenes para elaborar um projeto de intervenção, estudadas em função de:

b.1. Benfeitorias e instalações

- o uso atual e adaptação aos empreendimentos e necessidades do agricultor;
- o estado de conservação;
- o valor atual e a vida útil;
- as benfeitorias existentes e as necessidades da fazenda;
- a qualidade e adaptação das benfeitorias às condições socio-econômicas e agroecológicas da propriedade (dimensão, desenho e materiais de construção).

b.2 Plantações perenes

- localização na propriedade (uso atual e uso potencial do solo);
- idade e vida útil;
- potencial produtivo;
- necessidades de insumos e tecnologia (adubos, defensivos, introdução de novas espécies e técnicas de manejo).

O valor do inventário das benfeitorias, instalações e plantações deve ser atualizado.

As plantações devem ser observadas em função da vida útil e da necessidade de manutenção.

c) A análise é feita como no caso das benfeitorias, em função de:

- máquinas, implementos e ferramentas existentes nas propriedades;
- disponibilidade das forças de trabalho humana e animal existentes;
- estado de uso atual, vida útil, adaptação aos empreendimentos do agricultor e a seus recursos naturais e socio-econômicos;
- o valor do inventário de máquinas, implementos e ferramentas deve ser atualizado.

d) Terra: Nas análises do capital, a terra deve ser valorizada campo por campo, a preços atuais.

e) O valor do inventário dos produtos em estoque deve ser atualizado.

Produtos em estoques: Os produtos agropecuários devem ser inventariados no momento em que se reavaliar a propriedade para começar o projeto.

● - PASSIVO

Para a elaboração do projeto de intervenção, deve-se levar em conta as dívidas a curto e longo prazos a serem pagas durante o período do projeto, porque estas deverão ser consideradas na capacidade de pagamento ano por ano (Vivallo P. & Williams F. 1984b).

A.3. A força de trabalho

Na análise prévia, a formulação do projeto de intervenção e a força de trabalho devem ser consideradas em termos de:

- potencial produtivo (quantidade disponível por época do ano e finalidade, sexo, idade, experiência regional, etc.);
- necessidades para desenvolver o plano de produção;
- relação entre as disponibilidades quantitativas e qualitativas da força de trabalho, dos recursos naturais e do capital existente;
- necessidades potenciais de consumo familiar (as necessidades de consumo familiar condicionam a viabilidade dos projetos para pequenos agricultores). Estas necessidades devem ser projetadas em termos de necessidades biológicas e financeiras.

A etapa de análise da avaliação deve ser concluída com:

- Relatório atualizado do estado e disponibilidade de recursos;
- Análise de coerência dos recursos existentes na propriedade;
- Relatório sobre as possibilidades produtivas da propriedade com os recursos existentes.

B. DETERMINAÇÃO DE POTENCIALIDADES, LIMITAÇÕES E NECESSIDADES DA FAZENDA

A análise de recursos naturais, capital e força de trabalho permite um primeiro balanço com o seguinte conteúdo:

- histórico da produção e produção atual;
- quantidade e qualidade dos recursos existentes;
- experiência produtiva e especialização do produtor (de grande importância na formulação do futuro projeto);
- sistemas e subsistemas, insumos, tecnologias usadas, qualidade e quantidade dos produtos obtidos;
- necessidades de investimentos (para sobreviver e para desenvolver);
- necessidade de consumo familiar (em pequenos agricultores, o consumo familiar pode ser considerado como o custo da mão-de-obra familiar, cuja satisfação determina, em grande parte, a viabilidade da fazenda);
- articulação da unidade de produção com o sistema rural regional (saúde, educação, serviços públicos, bancos, extensão e mercados) e problemas relacionados com o acesso à propriedade durante todo o ano;
- devem ser determinadas, nesta etapa, as reais possibilidades de participação do agricultor no trabalho de pesquisa.

C. IDENTIFICAÇÃO DOS OBJETIVOS E NECESSIDADES DOS PEQUENOS AGRICULTORES E FORMULAÇÃO DO PLANO DA PROPRIEDADE

C.1. Objetivos de produção do agricultor

As aspirações, objetivos, esperanças e ilusões do pequeno agricultor baseiam-se no substrato produtivo que é a terra, apoiado por outros meios de trabalho e por sua experiência no meio rural.

O instrumento do pequeno agricultor para alcançar seus objetivos é o sistema de produção, resultado da interação entre o sistema socio-econômico e os sistemas produtivos (agroecossistemas, sistemas artesanais e outros).

O agricultor exprime seus objetivos produtivos (para alcançar suas aspirações de vida) no espaço de sua roça, como no exemplo 1.

O exemplo dado apresenta, de forma evidente, dois objetivos estratégicos: um de utilidade e outro de lucro. O primeiro consiste em aumentar a auto-suficiência alimentar (utilidade); o segundo consiste em aumentar a produção para o mercado (lucro e utilidade). Para isso, o agricultor tenderia a desenvolver a pecuária (animais, forragens e construções), as culturas de renda (algodão e sorgo) e aumentaria a produção de feijão e milho. Por outro lado, o agricultor pretende aumentar sua resistência à seca (barreiro e cisterna), melhorar sua condição de vida, como ampliar sua casa para habitação e como fonte de renda e consumo, aumentar a produção das pequenas criações de porcos, galinhas e cabras (objetivos de utilidade).

C.2. As necessidades do agricultor

O agricultor tem objetivos econômicos e sociais como, por exemplo, reproduzir sua força de trabalho que envolve a manutenção, sobrevivência e o crescimento de sua família e reproduzir o empreendimento econômico, que vai assegurar o primeiro objetivo.

EXEMPLO 1

LISTA DE INVENTÁRIO

Inventário	Situação Atual	Metas
Casa habitação (A)	Existe	Ampliar 2 quartos
Galinheiro (B)	Não existe	Construir
Chiqueiro (C)	Não existe	Construir
Estábulo	Existe	Consertar e ampliar
Palma	1 ha	7,0 ha
Feijão	5 ha	10,0 ha
Milho	1,5 ha	2,5 ha
Sorgo	0 ha	2,5 ha
Algodão arbóreo	1 ha	2,5 ha
Caatinga	11 ha	7,5 ha
Capim	0 ha	5,5 ha
Vacas	2 cab	5 cabeças
Bezerros	0 cab	5 cabeças
Burro	1 cab	1 cabeça
Cabras	5 cab	10 cabeças
Porcos	2 cab	4 cabeças
Galinhas	6 cab	12 cabeças
Barreiros	0	2 unid.
Cisterna	0	1 (de 25.000 l)

PRODUTOS DA FAZENDA E SEU DESTINO

Produto	Produtos Atuais		Produtos Objetivos	
	Consumo	Vendas	Consumo	Vendas
Feijão	Principal	Pouco	Manter	Aumentar
Milho	Principal	Nada	Manter	-
Sorgo	-	-	-	Principal
Algodão	Pouco	Principal	Pouco	Aumentar
Palma	Principal	-	Aumentar	-
Capim	-	-	Aumentar	-
Leite	Principal	-	Manter	-
Queijo	-	-	Pouco	Principal
Bezerro	-	Principal	Pouco	Aumentar
Cabras	Principal	Principal	Manter	Aumentar
Porcos	-	Principal	-	Aumentar
Galinha	Principal	Pouco	Manter	Manter
Ovos	Principal	Pouco	Aumentar	Aumentar

a) Necessidades de consumo familiar (Vivallo P. & Williams F. 1984b)

- alimentos;⁹
- água: necessidade de água para a família durante todo o ano (alguns meses para trabalhadores, permanentes temporários e vizinhos);
- energia: necessidades de lenha, carvão, gás, querosene, etc, para toda a família;
- consumo doméstico: necessidades de manutenção e reprodução do ativo social e da família do agricultor;
- consumo de condição de vida: necessidades de bens e serviços sociais e culturais.

Em outras palavras, o agricultor necessita de uma renda permanente para o consumo diário e de vendas que lhe permitam capitalizar e poupar.

b) Necessidades do sistema fazenda

São necessidades de insumos e investimentos para desenvolver a produção, de maneira a assegurar a sobrevivência e o crescimento da família e da exploração. A estas, se agregam as necessidades de técnicas para introduzir novas opções e/ou melhorar as existentes na propriedade (Figura 3).

Na elaboração do projeto de desenvolvimento técnico-econômico da fazenda, as necessidades do agricultor e sua família devem ser calculadas em volume físico, em moeda corrente, e devem ser supridas pela produção. Caso contrário, o agricultor procurará satisfazer às suas necessidades e às de sua família utilizando capital de operações, capital fixo e/ou outras alternativas.

As necessidades do empreendimento compreendem os investimentos, os custos fixos e os custos variáveis da fazenda que vão permitir sua manutenção, funcionamento, crescimento e devem ser calculados durante a formulação do projeto.

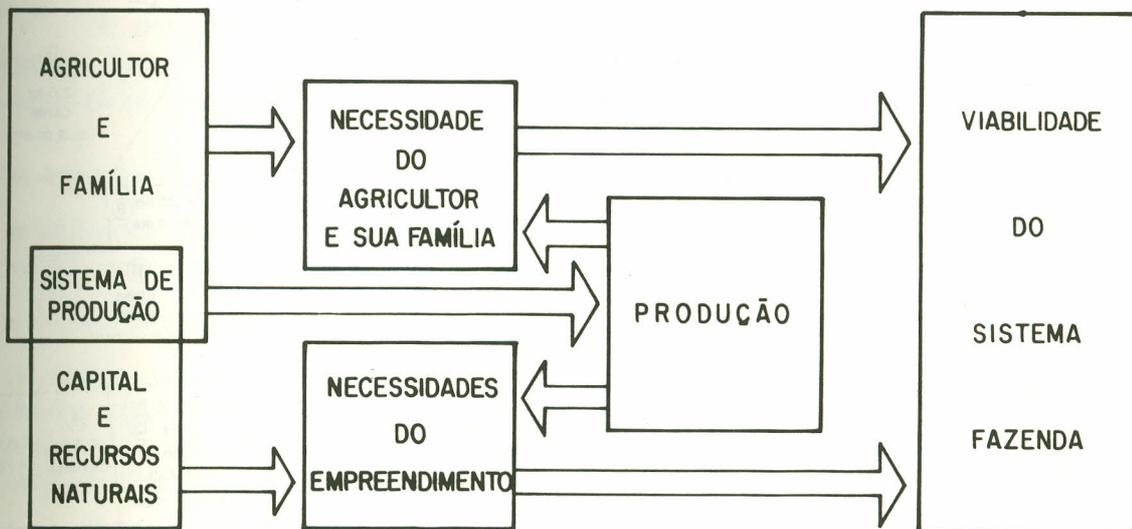


FIG. 3. Necessidade do sistema fazenda.

⁹ Nutrientes: proteínas, calorias, lipídios, glicídios, etc.; produtos: feijão, milho e carne. Em Ouricuri, em uma pesquisa com 32 propriedades no ano de 1982, o consumo médio familiar foi acima de 50% da renda bruta das propriedades e os alimentos superaram a cifra de 58% dos consumos totais.

C.3. Formulação dos objetivos e necessidades do agricultor num plano da propriedade

Depois de conhecer as potencialidades, necessidades e objetivos do agricultor e sua família, que em termos produtivos foram colocados por ele no mapa da propriedade (Figura 4), deve-se confrontar estas informações com a oferta de tecnologias existentes nas estações experimentais e que, por sua vez, deverão ser testadas em meio real, ou seja, nas unidades de produção dos pequenos agricultores.

D. ANÁLISE DAS TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS NA REGIÃO PARA DESENVOLVER OS OBJETIVOS DO AGRICULTOR

Esta etapa consiste em confrontar os objetivos de produção do agricultor com as ofertas de tecnologias do sistema de pesquisa regional.

Os elementos componentes do sistema de intervenção técnica podem ser:

- a) técnicas isoladas: uma variedade, controle de uma praga, uma cisterna, uma raça de animal, etc.
- b) sistemas técnicos: barreiro, irrigação de salvação, sistema de captação "in situ", mecanização, variedades, adubação, etc.

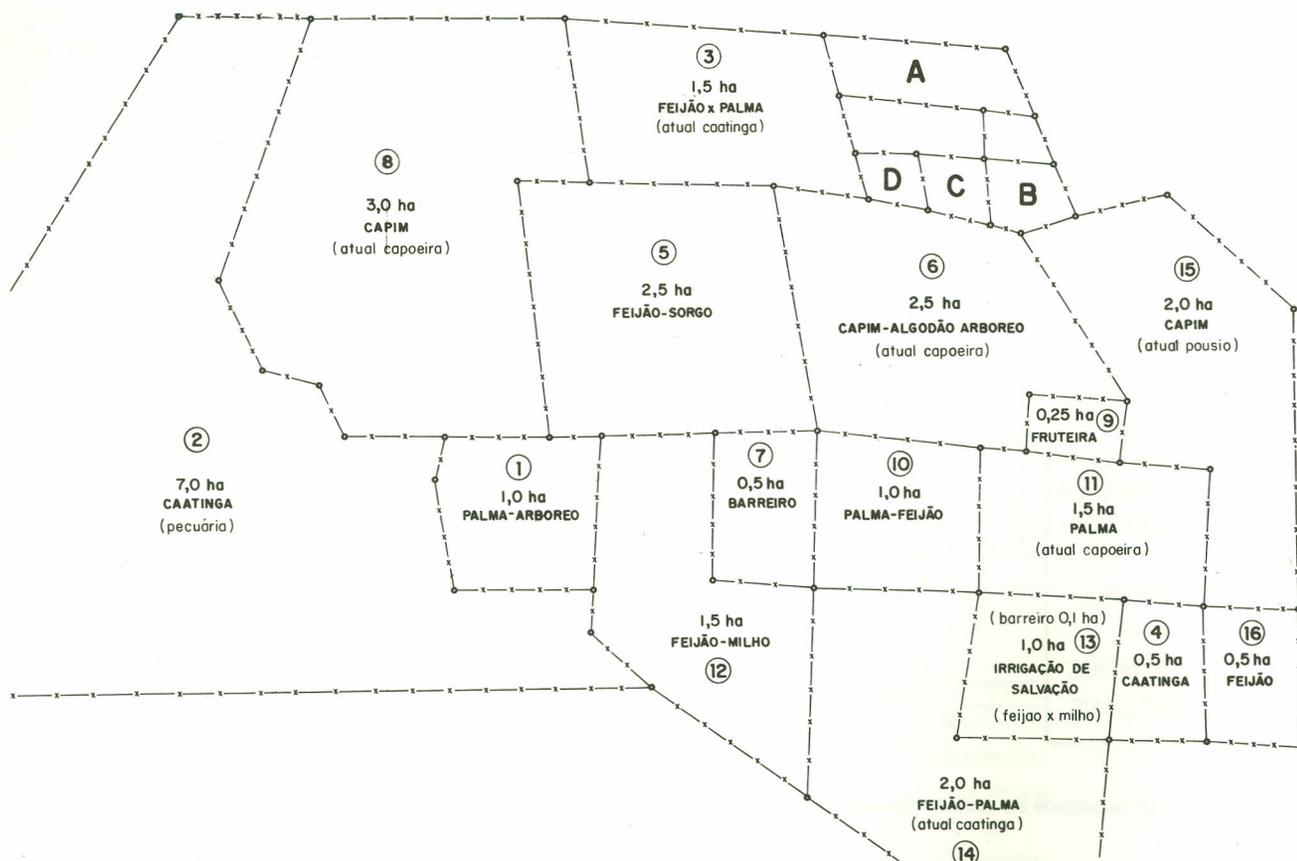


FIG. 4. Exemplo de propagação especial de uma pequena propriedade agrícola.

O importante é que no sistema de intervenção estes componentes formem um conjunto e que interajam com o sistema fazenda como um todo, o que não significa que atuem em toda a exploração. Estas tecnologias componentes do sistema de intervenção serão avaliadas dos pontos de vista econômico, social e técnico a nível do agricultor e, por este motivo, devem reunir alguns requisitos, como:

- terem sido testadas em diferentes condições agroecológicas e socio-econômicas em dimensão real;
- terem sido submetidas a avaliações econômicas e sociais;
- adaptarem-se às condições sociais dos agricultores e terem apoio técnico, de reposição e manutenção;
- gerarem produtos para consumo, outras utilidades próprias do agricultor e/ou para mercado;
- disporem de sistema de retroalimentação para testar dúvidas técnicas.

Em função dos objetivos, necessidades e potencialidades do produtor, as sugestões de tecnologias são selecionadas entre as diferentes alternativas disponíveis, segundo critérios limitantes e requisitos de desempenho.

O conjunto de tecnologias propostas deve ser discutido com o agricultor em termos de benefícios para o mesmo, além de alcançar os objetivos da pesquisa anunciados anteriormente.

E. PROPOSIÇÃO DE HIPÓTESE DE DESENVOLVIMENTO TÉCNICO-ECONÔMICO DA EXPLORAÇÃO CONTENDO O SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

A proposição de desenvolvimento é uma operação que consiste em analisar um conjunto de idéias preliminares, que poderiam originar um projeto de desenvolvimento da exploração. Os componentes principais desta etapa são¹⁰:

- os interesses, necessidades e objetivos do agricultor e sua família;
- as limitações e potencialidades existentes na unidade de produção (recursos naturais, capital de investimento e de operação e, sobretudo, a força de trabalho);
- o referencial técnico existente em nível da pesquisa e da região;
- as potencialidades e limitações do sistema socio-econômico regional (crédito, assistência técnica, provisionamento de insumos, bens de capital, tecnologia e equipamentos, a infra-estrutura social-regional, comunicações, transporte e sistema de comercialização regional) (Williams F. & Vivallo P. 1987).
- os interesses e necessidades da pesquisa.

¹⁰ Estes componentes regionais devem ser avaliados pela pesquisa, mas o seu funcionamento é de responsabilidade dos organismos de desenvolvimento rural (extensão, bancos, projetos de desenvolvimento e ministérios). Na campanha agrícola 83/84, os organismos de desenvolvimento não distribuíram sementes em tempo hábil e os pequenos agricultores não plantaram as áreas preparadas. Assim, o funcionamento dos sistemas de comercialização fez com que os agricultores comprassem as sementes a Cr\$ 3.000,00/kg e vendessem na época da colheita a Cr\$ 15.000,00 o saco de 60 kg aos mesmos comerciantes. O mesmo fato ocorreu com o sorgo que foi comprado na "folha" pelos comerciantes a baixo preço.

Nas etapas anteriores do processo, desenvolveram-se várias idéias diferentes (complementares, opostas ou de factibilidade independente) em relação a como poderia ser modificado o sistema de exploração para alcançar os objetivos do agricultor e da pesquisa. As idéias podem ser tecnologias (tração animal), produtos (sementes melhoradas), técnicas (profundidade de aração, quantidade de semente), habilidade técnica (forma de semear), métodos (avaliação de mercado). As novas idéias não só podem modificar os sistemas de produção, mas também os fatores econômicos. Nesta etapa do processo, deve-se organizar um sistema de seleção que permita avaliar cada idéia do ponto de vista da coerência, do realismo e da consistência frente a diferentes aspectos da realidade rural.

O conteúdo da idéia é aceito pelo sistema fazenda?

Isto significa que as idéias não só devem ser aceitas pela tradição, cultura, história da fazenda, mas também coerentes com as necessidades do agricultor (alimentos ou renda permanente, ou renda a curto prazo). A idéia será aceita caso o agricultor perceba alguma coerência entre a idéia nova, seus recursos, seu sistema de produção e seus objetivos.

Este aspecto é importante porque os pesquisadores e extensionistas têm a tendência de desenvolver seus objetivos pessoais ou institucionais, e não os objetivos dos agricultores¹¹.

A idéia tem realismo socio-econômico nos processos rurais e regionais?

Uma tecnologia pode ser vantajosa e adaptada às condições agroecológicas, mas pode ser estranha aos sistemas socio-econômicos regionais. Esta e outras questões podem ser levantadas, a partir de:

- a não existência de conhecimentos sobre uma dada tecnologia pelos organismos de extensão. Portanto, as possibilidades de formação de extensionistas devem ser avaliadas, para que estes, por sua vez, treinem os agricultores¹²;
- não existirem indústrias regionais para reproduzir equipamentos ou insumos. Por essa razão, são importados, aumentando o custo de produção;
- não existirem hábitos de consumo, mercado e/ou transformação de determinados produtos existentes ou não na região¹³. Alguns produtos são exportados em bruto, diminuindo com isso a participação do pequeno agricultor no valor agregado;
- não existir crédito adequado para o desenvolvimento das alternativas;
- não existirem vantagens sociais ou culturais que dêem prestígio ao agricultor;
- inexistirem formação educacional e treinamentos permanentes em nível regional, que permitam a utilização correta da idéia.

A idéia tem sido submetida a exames de rentabilidade?

Pode ser que uma idéia, do ponto de vista técnico, seja realizável mas, do ponto de vista econômico, se desconheçam seus resultados, o que pode entrar seu desenvolvimento.

¹¹ O CPATSA tem procurado se posicionar de modo que as inovações tecnológicas desenvolvam o agricultor e a agricultura

¹² A maioria dos tratoristas e maquinistas do terceiro mundo não tem nível suficiente de alfabetização para entender manuais de instrução escritos. Para eles, o treinamento é fundamental.

¹³ O CPATSA recomenda que são necessários 50 kg de fósforo para dobrar a produtividade em relação à testemunha. Ao ser tomada a decisão de adubar com esta recomendação, é imprescindível saber quais as possibilidades que o produtor tem de conseguir esta formulação ao nível de sua comunidade. No caso específico de Ouricuri, PE, foi verificado que apesar de ser uma recomendação da pesquisa já avaliada técnica e economicamente, não existia o adubo fosfatado no comércio local.

A idéia está apoiada no referencial técnico regional?

A avaliação deve indicar se a idéia tem sido desenvolvida em localidades da região e se existem agricultores e instituições com conhecimento sobre ela.

A idéia vai melhorar a condição de vida e de trabalho do agricultor?

Existem tecnologias que geram maior quantidade de produto econômico, mas que resultam em mais trabalho, sacrifício, endividamento, esforço familiar e submissão do agricultor e seu sistema de produção a empresas agroindustriais ou de crédito. Cada idéia deve ser avaliada atentamente, pois a implantação posterior do projeto de desenvolvimento da fazenda significará compromissos econômicos e financeiros do agricultor a longo prazo.

As idéias são complementares com o sistema de intervenção e com a exploração?

As idéias podem ser excelentes de forma isolada mas, por não terem complementariedade produtiva nem econômica com outras idéias, a integração no sistema pode se tornar difícil.

Uma idéia pode não resistir a nenhum critério de análise do pesquisador, mas pode ser atrativa para o agricultor. Nesse caso, deve-se procurar quais os critérios de valorização do agricultor que correspondem à sua escolha, porque é ele quem vai desenvolver o sistema de intervenção a longo prazo na fazenda, por isso sua opinião é de muita importância. O agricultor é um ser humano, comete erros e nem sempre tem razão; o pesquisador tem sua racionalidade, seus objetivos e suas exigências institucionais. Por esse motivo, as idéias selecionadas devem ser escolhidas à luz da resposta dessas perguntas e de negociações de interesse entre o pesquisador e o agricultor.

A eleição das idéias que vão constituir as hipóteses de desenvolvimento é um trabalho exaustivo, porque requer experiência, conhecimento e bom senso dos projetistas para determinar a factibilidade das idéias preliminares que constituem as hipóteses do projeto. Estas idéias serão submetidas, posteriormente, a um processo de escolha que conduzirá à eleição de um sistema de intervenção.

Esta escolha baseia-se em indicadores de diferentes tipos:

Econômicos

- eficiência econômica: uma medida de otimização de recursos para obter resultados;
- efetividade econômica: compara os resultados obtidos com os objetivos fixados;
- eficácia: compara a contribuição do resultado do projeto para o atendimento dos objetivos globais da sociedade (Oliveira 1981).

Financeiros

A avaliação financeira difere da econômica porque contempla a análise dos fluxos financeiros das idéias e diferencia recursos próprios e emprestados. Na avaliação econômica, consideram-se os rendimentos e benefícios de todo o recurso empregado.

Técnicos

Avalia o conjunto de efeitos das idéias na produção, na produtividade e na qualidade dos produtos. Para isto, utilizam-se sistemas de observações e controle nas explorações que permitam caracterizar e avaliar o desempenho das tecnologias de forma autônoma em relação a outras tecnologias, em função dos objetivos e hipóteses do projeto de pesquisa.

Sociais

Avalia o efeito das idéias nas condições de vida dos beneficiários, no consumo de bens e serviços, na capacidade de sobreviver e prosperar, na melhoria das condições de trabalho, no acesso à cultura e bem estar e na participação das decisões regionais.

Externalidade dos projetos

São os efeitos, benefícios, produtos e resultados do projeto que não foram avaliados e que são produzidos ou têm a possibilidade de que venham a acontecer no espaço de atuação dos projetos, ou seja:

- efeito nos mercados, no aprovisionamento, no transporte, nas estradas e na criação de empregos;
- modificações no meio ambiente;
- desenvolvimento de potencialidades existentes na região, não contempladas pelo projeto;
- efeitos na cultura local;
- modificação nas estruturas de poder político, social e econômico;
- falhas no equilíbrio socio-econômico local ou regional.
- avaliação qualitativa nas hipóteses de desenvolvimento.

O conjunto de avaliações deve ir mais além da simples avaliação econômica e financeira das idéias?

Deve-se pensar, antes de tudo, que as idéias serão componentes de uma estratégia e desenvolvimento da fazenda que será realista, adaptada às condições dos sistemas regionais e aos recursos, objetivos e aspirações do agricultor.

As avaliações técnicas e econômicas ajudam a escolher uma idéia ou tecnologia para os agricultores, mas não devem ser o único sistema de avaliação. O pequeno agricultor produz, em função da utilidade e do lucro, fatores que questionam severamente a eleição de tecnologias para a pequena propriedade, feita exclusivamente a partir de avaliações econômicas e financeiras clássicas.

F. FORMULAÇÃO DE PROJETOS¹⁴

A partir das análises desenvolvidas nas etapas anteriores, formulam-se três projetos. Estes projetos têm uma duração de cinco anos e estão esquematizados na Figura 5.

F.1. Um projeto de desenvolvimento da exploração que simula o prolongamento da situação atual da fazenda (Projeto I)

A partir dos recursos existentes, das tecnologias usadas e dos objetivos do agricultor, formula-se um projeto de desenvolvimento da fazenda, que deve considerar as condições agroecológicas normais da região e os sistemas de produção utilizados atualmente pelo agricultor. Este projeto é um prolongamento da situação atual, não tem intervenção técnica e é submetido a avaliações rigorosas (técnica, econômica e social).

Neste projeto o agricultor formula os objetivos de produção e a pesquisa realiza os estudos de avaliação e de sensibilidade.

¹⁴ A pesquisa sócio-econômica em sistema de produção adaptou a metodologia clássica de formulação de projetos de investimento para os experimentos agropecuários com pequenos agricultores.

F.2. Um projeto de desenvolvimento da exploração, contendo o sistema de intervenção técnica (Projeto II)

Este projeto incorpora as técnicas e tecnologias da pesquisa ao projeto de desenvolvimento da exploração. Ele será efetivamente realizado na fazenda e seu desempenho será comparado com o Projeto I (Figura 5).

O agricultor participa ativamente na discussão e escolha das técnicas e tecnologias, na implantação do projeto de desenvolvimento, no uso do espaço da fazenda, na localização das intervenções técnicas e na formulação de planos anuais.

A pesquisa realiza todos os estudos de formulação e avaliação do projeto de desenvolvimento da fazenda, da intervenção técnica e das tecnologias.

O projeto de intervenção técnica é acompanhado de um subprojeto de testes de ajuste, que se constituem num subsistema de retroalimentação para:

- verificar dúvidas no sistema de intervenção técnica;
- corrigir erros e desvios;
- otimizar tecnologias.

Os testes de ajustes têm sua origem em dúvidas parciais nos sistemas de intervenção técnica.

Exemplo:

- o fósforo tem ou não tem efeito segundo o espaçamento? (incerteza);
- época de semeadura, de aplicação de defensivos, de variedades e tipos de implementos;
- otimizar tecnologias, doses de fertilizantes e de sementes.

Estes testes são realizados fora da propriedade, em condições agroecológicas similares e seguem delineamentos estatísticos convencionais. Devem ser incluídos no plano de atividades anuais.

PROJETO		t_0	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5
I	INVESTIMENTOS						
	CUSTOS						
	BENEFÍCIOS						
II	INVESTIMENTOS						
	CUSTOS						
	BENEFÍCIOS						
III	INVESTIMENTOS						
	CUSTOS						
	BENEFÍCIOS						

FIG. 5. Esquema de planejamento dos SIPs.

$t_0 \dots t_5 = \text{Ano 1} \dots \text{Ano 5}$

F.3. O projeto de acompanhamento e avaliação de resultado (Projeto III)¹⁵

Sistema de acompanhamento permanente da exploração e dos sistemas de intervenção com: o objetivo de avaliar, explicar os resultados, corrigir erros e reformular operações técnicas.

O projeto de acompanhamento observa, mede e anota o desenvolvimento do projeto de intervenção técnica no seu período de duração e constitui-se na avaliação do sistema de exploração (Doraswamy et al. 1984).

G. A EXECUÇÃO DO PROJETO DE INTERVENÇÃO TÉCNICA

A execução do projeto começa quando a avaliação inicial (ex-ante) determina que o projeto de desenvolvimento é factível, que apresenta vantagens para o agricultor e sua família e para a pesquisa¹⁶. As etapas são:

- instalação de investimento e capital de operação;
- instalação de operações de pesquisa nas áreas intervindas¹⁷;
- no caso de incerteza, instalar experimento de ajuste fora da propriedade;
- instalação e execução de operações de acompanhamento nas áreas com e sem intervenção.

A base de execução do projeto de intervenção técnica é dada por dois instrumentos:

- O projeto de intervenção que dá o quadro geral de trabalho em cinco anos e o projeto anual de atividades que o operacionalizam (Williams F. & Vivallo P. 1987).

Este último instrumento de programação detalha as atividades e as responsabilidades aprovadas pelos agricultores e pesquisadores para cada área.

A base da execução é um plano de atividades aceitas pelo agricultor e pelos pesquisadores.

A execução do projeto deve ser introduzida de forma normal, no calendário anual de atividades do agricultor.

1.2 Avaliação Econômica e Social do Sistema Integrado de Produção Agropecuária

O sistema de avaliação econômica e social é orientado para medir o impacto, efeitos e resultados do sistema integrado de produção agropecuária do CPATSA, na propriedade, na família e nos empreendimentos econômicos da fazenda. Para isso avalia-se o sistema de intervenção em diferentes níveis:

- a fazenda como sistema (avaliação global);
- o espaço ou empreendimento onde foi feita a intervenção;
- o sistema de intervenção (o conjunto de técnicas);
- a performance de cada técnica frente às técnicas tradicionais.

¹⁵ Pode-se estimar que não é um projeto do ponto de vista clássico. Nesta publicação, é definido como projeto, porque é um sistema de intervenção da pesquisa constituído de um subsistema de objetivos, de operações, de meios, de recursos e de retroalimentação.

¹⁶ Mesmo que a intervenção técnica seja financiada pela pesquisa (investimentos e operações), deve-se realizar o estudo com os valores dos recursos do sistema de financiamento bancário, situando o crédito em condições reais.

¹⁷ É raro o projeto de intervenção técnica ocupar toda a propriedade.

A metodologia supõe, portanto, uma análise regional prévia, na qual sejam estudados fatores externos que limitam e dinamizam o desenvolvimento da propriedade.

Critérios de avaliação técnica, econômica e social

O sistema integrado de produção agropecuária deve estar compreendido em um projeto que oriente e ordene o desenvolvimento da fazenda, que gere benefícios econômicos e sociais e satisfaça, além das aspirações do agricultor, aos objetivos da pesquisa durante um determinado período de tempo (Williams et al 1987). Os critérios centrais de avaliação da intervenção são:

- uso dos recursos, introduzindo o fator de risco;
- adaptação às condições econômicas, sociais e culturais do produtor (necessidade, objetivos e aspirações);
- aceitação da intervenção pelos usuários;
- participação dos usuários na gestão da intervenção;
- existência ou possibilidade de desenvolver políticas regionais e/ou condições básicas para mediar o sistema de intervenção global (o projeto de desenvolvimento da fazenda), compreendendo:
 - . organização de produtores;
 - . crédito;
 - . assistência técnica;
 - . comercialização;
 - . preços;
 - . pesquisa de acompanhamento da intervenção técnica.

Por outro lado, é necessário analisar qualitativos da interação técnica, pois as tecnologias não satisfazem somente necessidades econômicas e financeiras dos agricultores; satisfazem também necessidades culturais, sociais, psicológicas e históricas. As tecnologias solucionam problemas de produção e produtividade, mas estas outras necessidades podem ser mais importantes, além de influenciarem na eleição de uma ou de outra tecnologia, como por exemplo:

- tecnologias e/ou produtos de menor rentabilidade, tendo um valor de uso fundamental como alimento e são desenvolvidos pelos pequenos agricultores;
- tecnologias e/ou produtos de excelente rentabilidade que, por não satisfazerem às necessidades e aspirações do agricultor, não são desenvolvidos na sua unidade de produção;
- tecnologias e/ou produtos que, tendo renda e satisfação de atividades ótimas, não são viáveis do ponto de vista financeiro.

Parâmetros usados

a) Econômicos

Para cada parâmetro, deve-se introduzir o fator de risco, que modifica o comportamento dos mesmos:

- . o ponto de nivelamento;
- . benefício/custo B/C (atualizados);
- . valor presente líquido do fluxo de caixa (VPL);

- . taxa interna de retorno (TIR);
- . tempo de recuperação do capital;
- . outros parâmetros.

A avaliação econômica e financeira, nos diferentes níveis, mede a capacidade de reproduzir capital investido, financiar os custos da exploração e gerar uma percentagem de renda pelo uso do capital durante a intervenção.

Os parâmetros sociais avaliam a dinâmica de satisfação das necessidades biológicas e psicossociais que garantam a reprodução da família camponesa, seu conforto e estabilidade medindo os elementos de prosperidade.

b) Sociais

- consumo de água;
- consumo de alimento;
- consumo de energia;
- consumo doméstico;
- consumo de condições de vida.

c) Técnica

- produção e produtividade (terra, capital e trabalho);
- níveis de integração da intervenção técnica de complementação e concorrência por recursos;
- adaptação às condições agroecológicas e socio-econômicas da fazenda e às políticas existentes;
- aprendizagem e adaptação pelos agricultores;
- indicadores de parâmetros biológicos e físicos de cada tecnologia na produção vegetal e animal.

Métodos

São realizadas três avaliações da situação da fazenda:

- . antes da intervenção técnica;
- . durante a intervenção técnica, e
- . ao final de um período de cinco anos de intervenção técnica.

1) A avaliação da situação inicial da fazenda dá origem a dois cenários:

- a) O primeiro cenário formula um projeto de desenvolvimento da fazenda, sem intervenção técnica (prolongando a situação inicial). O projeto sem intervenção é formalizado num projeto de desenvolvimento da fazenda;
- b) O segundo cenário formula um projeto de desenvolvimento da fazenda contendo a intervenção técnica. Esta intervenção é formulada em um segundo projeto de desenvolvimento e é avaliada da mesma maneira que o projeto sem intervenção. A avaliação destes cenários situa-se em diferentes níveis, que são:
 - . avaliação global da fazenda intervinda;
 - . avaliação do conjunto de tecnologias que constitui a intervenção;
 - . avaliação do espaço intervindo;
 - . avaliação de cada tecnologia de forma independente e das técnicas tradicionais.

2) Avaliação durante a execução do projeto

Projeto de acompanhamento permanente da fazenda que vai permitir:

- comparar a realidade com o projeto sem intervenção e com o projeto contendo as intervenções;
- corrigir o projeto de intervenção¹⁸;
- explicar as diferenças entre os projetos com e sem intervenção entre eles e de cada um em relação à realidade.

A avaliação "durante a execução do projeto" é permanente e contém observações e análises contínuas e temporárias (Doraswamy et al. 1984).

Observações e Análises Contínuas

- manejo animal;
- produção animal e vegetal;
- ciclos biológicos animal e vegetal;
- custos;
- consumo humano;
- operações agrícolas;
- técnicas agrícolas.

Observações e Análises Temporárias

- inventários;
- demografia;
- intervenções do exterior.

Nos projetos sem e com intervenção, a participação do agricultor é dinâmica na formulação dos objetivos. Por outro lado, os dois projetos são avaliados frente ao risco, com parâmetros técnicos, econômicos, financeiros e sociais.

3) Avaliação final do projeto

Avaliação dos resultados do projeto na fazenda e na família camponesa, contendo:

a) Avaliação econômica

- . modificações na renda da família, no uso e na distribuição dos recursos; o crescimento do capital e análise da estrutura do capital; adequação e coerência dos recursos e resultados:
 - no global da fazenda (como sistema);
 - do sistema de intervenção;
 - das técnicas usadas.

b) Avaliação social

- . modificações no consumo familiar e seus efeitos na saúde, na educação, na cultura, no bem estar e conforto da família:
 - melhoria das condições de trabalho (duração e esforço);
 - melhoria do conhecimento por parte dos camponeses sobre técnicas, variedades, empreendimentos, mercados e uso dos recursos.

¹⁸As correções que demandem investimentos e que mudem a natureza da intervenção devem ser consideradas como um novo projeto.

c) Avaliação técnica

- . modificações no rendimento, produção e qualidade dos produtos:
 - modificações no uso dos recursos e desenvolvimento de complementariedade;
 - adaptação e adoção de tecnologias;
 - geração de novas tecnologias.

Deve-se salientar que o desenvolvimento é a melhoria global do nível de uma população. Por esse motivo, é importante destacar, no capítulo de avaliação econômica e social do SIP e de seus impactos na família camponesa e na fazenda, que o processo de geração de tecnologia agropecuária é um segmento imprescindível do desenvolvimento rural, mas que não resolve todos os problemas.

1.3 Avaliação Técnica do Sistema Integrado de Produção Agropecuária

O efeito da introdução de novas tecnologias deve ser avaliado rigorosamente do ponto de vista técnico e econômico. Estes dois aspectos estão estreitamente interligados. Do ponto de vista técnico, a avaliação tem como finalidades:

- . mostrar ao produtor o impacto que a nova tecnologia poderá proporcionar quando utilizada em escala operacional na fazenda;
- . verificar na realidade se o uso da tecnologia determina melhoria significativa na eficiência dos segmentos de produção vegetal e animal ou se apenas em alguns componentes de cada segmento;
- . avaliar se as tecnologias são coerentes com o sistema de produção do agricultor.

Em todo caso, a avaliação possibilita, pelo menos, a retroalimentação da pesquisa básica.

a) Estratégia de avaliação das técnicas e tecnologias

A avaliação das técnicas ou tecnologias introduzidas faz-se geralmente com observações detalhadas dos componentes do segmento agrícola, sendo realizada uma avaliação antes, durante (o acompanhamento) e após a intervenção técnica. A coleta dos dados é realizada através de uma série de formulários pré-codificados, que cobrem todas as operações em produção vegetal e animal.

b) Agricultura

Dados gerais serão coletados através de formulários de:

- . acompanhamento da fazenda (Doraswamy et al. 1984) envolvendo uso de máquinas, implementos, insumos e produção;
- . observações fitotécnicas.

Avaliação do rendimento: geralmente o rendimento é uma variável muito usada para avaliar uma técnica, uma variedade, etc. Isto é insuficiente, pois a pesquisa em sistema de intervenção técnica deve tentar explicar como se comporta o rendimento em função das técnicas usadas, objetivando:

- melhorar a comparação dos efeitos das técnicas usadas. Por exemplo, é necessário saber qual é o efeito próprio da técnica, quais são as interações com o meio, com as outras técnicas (interações clima/solo/planta/técnica culturais) (Sebillotte 1972 e Miranda 1981);
- prever os efeitos possíveis da introdução da nova técnica em escala operacional ao nível da fazenda.

Algumas análises do rendimento podem ser feitas através de uma equação, onde esta variável seja um produto com vários componentes. A compreensão destes comportamentos somente é possível com a observação da cultura ao longo do seu ciclo fenológico.

Apresentamos a seguir uma equação de rendimento para a cultura do milho:

Rendimento do milho/ha = N° plantas/ha x N° espigas/planta x grãos/espiga x peso médio de um grão.

Manejo de cultura: as novas técnicas de cultivos introduzidas vão induzir uma modificação no meio físico. As observações relativas a umidade do solo, compactação de solo, perfil de raízes, poderão facilitar a avaliação do comportamento do sistema.

Estas observações têm como finalidade a elaboração, para cada tipo de cultura, consorciada ou não, de um novo "itinerário técnico", que pode ser definido como a sequência lógica e ordenada das técnicas culturais para uma determinada espécie vegetal (Sebillotte 1972). Isto significa modificar o itinerário técnico utilizado pelos agricultores. Portanto, é importante conhecer a lógica dos itinerários técnicos usados pelos agricultores para melhorá-los (técnica e economicamente) ou para propor técnicas novas. Isto significa que os campos tradicionais deverão ser observados da mesma maneira que os campos onde se faz a introdução de novas técnicas, pelo menos no início da pesquisa.

c) Pecuária

Os rebanhos são componentes importantes dos sistemas de produção no contexto da exploração agropecuária, e devem ser acompanhados da mesma forma que a produção vegetal, avaliando:

- . evolução do rebanho;
- . manejo do rebanho;
- . uso de pastagens;
- . uso de suplementação alimentar;
- . produção.

Além disso, outras observações deverão ser feitas para medir e explicar o efeito das técnicas (pastagem melhorada, suplementação alimentar, vacinações, vermifugações, etc) introduzidas:

$$\text{- Taxa de fecundidade} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de nascimentos}}{\text{N}^\circ \text{ de fêmeas reprodutoras}};$$

- taxa de mortalidade por tipo de animal;
- taxa de parasitismo;
- taxa de crescimento do rebanho;
- ganho de peso;
- aumento do rendimento do leite.

Para este tipo de observação, será necessário a marcação dos animais e geralmente uma divisão do rebanho em dois lotes, a fim de permitir estimar o efeito das tecnologias.

d) Métodos de avaliação técnica

A avaliação técnica é um elemento importante para o pesquisador, principalmente para aprofundar o diálogo com o agricultor na elaboração dos planos de trabalho a curto ou médio prazo. A partir dos resultados obtidos e conhecidos, o agricultor expressa o seu ponto de vista, justificando ou não a adoção da tecnologia.

Uma vez que a tecnologia é definitivamente aceita pelo produtor, é necessária uma adequação das possibilidades oferecidas pelo sistema de produção (mão-de-obra, recursos, terra, etc.), às necessidades tecnológicas e do sistema.

Esta adequação tomará como base a integração entre os componentes envolvidos, com vistas a reduzir a possibilidade de um determinado recurso ser sub ou super-dimensionado.

Exemplo: Considerado que 1ha de capim-búfel alimenta 1 UA (Unidade Animal) e desejando-se incrementar a exploração destas gramíneas para atender a X animais, é conveniente considerar, no dimensionamento do projeto, a disponibilidade de caatinga, dos restos de cultura e de outras pastagens. Admitindo-se que o suprte da caatinga é de 20ha para cada UA e 6ha para 1 UA com restos de cultura, é possível se estabelecer a seguinte expressão:

$$y = f\left(X - \frac{C}{20} - \frac{R}{6} - P\right)$$

onde:

- X = unidade animal
- y = área a ser implantada com capim-búfel
- C = área com caatinga
- R = área com restos de cultura
- P = área de pastagens

Nos casos onde há necessidade de integração dos indicadores relativos a mão-de-obra, época de utilização da força de trabalho, recursos e evolução do rebanho, os cálculos se tornam mais complicados. Uma programação linear nesta situação indicará alternativas que permitam o melhor equilíbrio entre as necessidades e as disponibilidades do sistema de produção.

1.4 Participação dos Agricultores, Extensionistas e Pesquisadores

a) Participação dos agricultores

a.1. O agricultor do SIP

O agricultor é o componente mais importante do sistema integrado de produção agropecuária e por nenhum motivo os pesquisadores devem desconsiderá-lo.

Concretamente o agricultor participa nos seguintes aspectos:

1. com a totalidade dos investimentos iniciais;
2. com a força de trabalho;
3. na caracterização do sistema de exploração atual da fazenda, discussão e determinação do sistema modificado para intervenção técnica;
4. na execução do sistema de intervenção;
5. na gestão parcial do sistema de intervenção, durante a instalação do projeto;
6. na gestão global do sistema;
7. na difusão do sistema de intervenção com outros agricultores;
8. como interlocutor principal durante a avaliação.

O que fundamentará a participação ativa e consciente dos agricultores na pesquisa será a possibilidade de diálogo com os diferentes agentes do sistema de intervenção.

O sistema de intervenção vai modificar os equilíbrios instáveis (sociais e agroecológicos) que caracterizam a exploração agropecuária, gerando novos equilíbrios. O agricultor é o único componente do novo equilíbrio capaz de sentir as modificações globais introduzidas pelo sistema de intervenção:

- A pesquisa deve ser receptiva às críticas e comentários do agricultor, procurando os fundamentos das suas reações, para conhecer os efeitos profundos que o sistema de intervenção produz na condição de vida e na família do agricultor. A avaliação técnico-econômica é normalmente realizada através de indicadores técnicos e econômicos que não percebem problemas sociais e culturais modificados pelo sistema de intervenção;
- O agricultor deve ser um crítico respeitado, pois ele é um dos difusores dos sistemas de intervenção, por isto deve ser treinado sobre cada componente do sistema;
- Deve-se ter em mente que a propriedade pertence ao agricultor e que ele é o responsável pela sobrevivência da família e da propriedade. Isto deve descartar a tentação dos pesquisadores de substituir os agricultores em suas responsabilidades;
- A participação na gestão do sistema pelo agricultor estará condicionada pelos conhecimentos que os agricultores adquirirem sobre o sistema;
- A operação do sistema deve ser de responsabilidade do agricultor com o apoio em treinamentos, mas mantendo o "jeito do agricultor"¹⁹. É ele quem vai continuar na propriedade, uma vez terminada a intervenção da pesquisa; portanto a sobrevivência do sistema de intervenção estará dependendo, em parte, da sua integração na maneira global de trabalhar do produtor.

a.2. Os agricultores da região²⁰

Os agricultores da região, que observam o desenvolvimento dos sistemas introduzidos, constituem um componente importante da retroalimentação do sistema de intervenção. Eles e seus empreendimentos vão servir para comparar os resultados obtidos no sistema (êxitos e fracassos).

Nas visitas aos sistemas de intervenção, os agricultores formularão críticas e comentários que enriquecerão a pesquisa.

Como componentes do sistema rural regional, poderão identificar as limitações e possibilidades de desenvolvimento das técnicas e tecnologias em relação a componentes do sistema agrário local, crédito, comercialização, investimentos e estrutura fundiária.

O fato de se estender total ou parcialmente o sistema de intervenção a outros agricultores indica o realismo do sistema ao nível local²¹.

Os sistemas de intervenção provocam efeitos externos às propriedades intervindas. Entre estes, está o de agrupar os agricultores em torno de questões básicas dos sistemas e da possibilidade de um desenvolvimento rural com componentes técnicos e econômicos modernos e adaptados à realidade local, dirigidos por organizações legítimas dos produtores²².

b) A participação dos extensionistas²³

Segundo Billaz (1974), a extensão agrícola é uma atividade ingrata e frustrante. Isto se deve à falta de conteúdos reais e projetos claros de desenvolvimento rural para as propriedades agrícolas.

A falta de tecnologias adaptadas leva a extensão a desenvolver trabalhos de maior conteúdo social e menores responsabilidades na produção e nos rendimentos, especialmente nas regiões difíceis.

¹⁹ Em Ouricuri, no alto sertão de Pernambuco, os agricultores têm modificado alguns aspectos das técnicas introduzidas, melhorando o seu desempenho. Também têm formulado sugestões que enriqueceram o sistema.

²⁰ Devem ser convidados a visitar a propriedade com intervenção e opinar sobre os sistemas em experimentação. Em Ouricuri isto constitui uma prática habitual.

²¹ Em Ouricuri, vários agricultores apoiados pela extensão estão utilizando algumas tecnologias usadas no sistema de intervenção.

²² Motivo de discussão dos agricultores durante os dias de campo realizados em Ouricuri, PE.

²³ Compreende a extensão e os projetos de desenvolvimento.

O sistema integrado de produção ao nível de propriedade apresenta os seguintes grupos de componentes para a extensão:

- Metodológicos: forma de avaliar as propriedades e os sistemas de produção; maneira de formular e avaliar projetos de desenvolvimento agrícola; métodos de introduzir técnicas, de treinar os agricultores no sistema e de avaliar técnica, económica e socialmente as tecnologias. Este conjunto metodológico já está sendo usado por alguns órgãos de desenvolvimento e de extensão e deve ser enriquecido, adaptado e modificado em condições reais.

- Técnicas e tecnologias geradas pela pesquisa regional que, testadas em meio rural e em condições socio-econômicas e agrícolas diferenciadas, poderão ser introduzidas na bagagem tecnológica da extensão rural regional.

- Projetos: o fato de formular um projeto para uma propriedade, com conteúdos técnicos, econômicos e sociais, dará ao extensionista uma perspectiva de trabalho a médio prazo, com orientações sólidas e terminará em grande parte com o "extensionismo de urgência".

A extensão, por outro lado, colabora nos sistemas de intervenção como participante crítico do realismo regional do sistema (realismo socio-econômico e agroecológico), fornecendo informações que ampliam a aplicação do sistema de intervenção ao nível regional.

Por outro lado, a extensão poderá treinar agricultores durante o período de duração dos projetos, organizando dias de campo para os membros e/ou demonstrações práticas.

A extensão pode transformar os SIPs em pontos de formação de instrutores.

c) A participação dos pesquisadores

O sistema de intervenção permite a avaliação de tecnologias de forma independente, em relação ao sistema e em relação ao desempenho global da exploração.

O enfoque desenvolvido nos sistemas integrados de produção agropecuária é permanente e pluridisciplinar. Por este motivo, o comportamento dos componentes temáticos é explicado em interação com outros elementos ou com o conjunto de elementos.

Os pesquisadores têm a possibilidade de dimensionar, nas suas especialidades, as ações, em função das demandas reais e da própria pesquisa.

Por outro lado, os agricultores também avaliam a pesquisa nas suas diferentes disciplinas e proposições em relação às condições socio-econômicas e agroecológicas do meio rural regional.

As diversas ciências desenvolvidas com criatividade pelos pesquisadores em interação com a experiência e o conhecimento dos agricultores poderão gerar um produto de qualidade e adaptação às condições locais. Entretanto, em muitas especialidades, o conhecimento isolado é insubstituível para resolver o problema de um componente que vai atuar no desempenho global do sistema.

O importante é complementar, ao nível de projetos, as intervenções analíticas e sistêmicas, mediante um plano de trabalho que estabeleça prioridades de conteúdo (áreas de desenvolvimento), épocas e frequência das intervenções e que distribua harmonicamente os recursos²⁴.

²⁴O Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA) é um sistema de pesquisa que integra o enfoque analítico e sistêmico de forma complementar.

PARTE II

1. TECNOLOGIAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROPRIEDADES AGRÍCOLAS DO TRÓPICO SEMI-ÁRIDO

Aderaldo de Souza Silva²⁵
Everaldo Rocha Porto²⁶
José Monteiro Soares²⁷

1.1. Manejo de Solo e Água

O trópico semi-árido brasileiro, na realidade, é formado pelo conjunto de áreas classificadas como muito áridas, áridas e semi-áridas, as quais totalizam aproximadamente um milhão cento e cinquenta mil quilômetros quadrados. O gradiente de aridez é dado principalmente em função da quantidade de chuva.

Estima-se nessa região 1.500.000 estabelecimentos rurais com áreas inferiores a 200 ha, dos quais 504.375 apresentam disponibilidade de recursos hídricos (A), isto é, estabelecimentos cujas reservas de água existentes são perenes. Número semelhante dispõe de reservas hídricas escassas (B), entendendo-se como tais os estabelecimentos rurais cujas reservas são anuais, todavia não suportam ocorrência de secas subsequentes e, finalmente, são estimados cerca de 437.181 estabelecimentos cujas reservas hídricas são suficientes apenas para metade do ano (C), permanecendo os animais e os habitantes na dependência das reservas hídricas dos estabelecimentos vizinhos, por aproximadamente seis meses.

Sendo a água um fator limitante para a atividade agropecuária dependente de chuva, na maior parte destas áreas, a pesquisa intensificou a geração de tecnologias que fossem capazes de tornar esta atividade mais estável e mais eficiente.

Os motivos expostos oferecem pontos para reflexão, pois as necessidades básicas da região são muito mais complexas, como o acesso à terra, ao crédito e à assistência técnica, o acesso à água, etc. Entretanto, acredita-se que no campo dos recursos hídricos, as grandes e pequenas obras de captação de água de chuva são imprescindíveis à região. Enquanto as estruturas pesadas garantem o abastecimento das populações durante anos contínuos de secas, as pequenas infraestruturas de captação e conservação, ao nível de propriedades agrícolas, permitem a independência dessas explorações, possibilitando um planejamento agrícola em função da potencialidade da propriedade, além de liberar mais a mão-de-obra familiar para atividades mais produtivas.

Para solucionar parte desta problemática, que trata da geração e/ou adaptação de tecnologias sobre captação, conservação e manejo de água de chuva para a região semi-árida brasileira, é que o CPATSA estruturou seus projetos considerando dois tópicos básicos: tecnologias para armazenamento de água superficial e tecnologias de armazenamento de água subterrânea, com o objetivo prioritário de garantir água para o consumo humano e, em seguida, para a produção animal e vegetal.

A seguir serão descritas as principais tecnologias desenvolvidas neste sentido.

²⁵ Eng. Agr., M.Sc., Pesquisador em Manejo de Água e Solo, EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), Caixa Postal 23, 56300 Petrolina, PE.

²⁶ Eng. Agr., Ph.D., Pesquisador em Manejo de Água e Solo, EMBRAPA-CPATSA.

²⁷ Eng. Agr., M.Sc., Pesquisador em Irrigação, EMBRAPA-CPATSA.

1.1.1. Cisterna Rural

As regiões áridas e semi-áridas correspondem a 55% da parte terrestre do planeta, com uma população de 628 milhões de pessoas. A escassez ou a falta de água potável para consumo humano é um dos problemas para a sobrevivência e melhoria da qualidade de vida de suas populações rurais (Silva et al. 1984).

Segundo Saunders & Warford (1983), até 1970, em 91 países em desenvolvimento, apenas 68% da população urbana e 14% da rural tinham uma adequada disponibilidade de água potável.

No Brasil, o problema é mais intenso na região semi-árida, onde no meio rural encontram-se, geralmente, homens e animais partilhando a mesma fonte de água, comprometendo não só a qualidade da água para o consumo familiar, como também agravando o problema da escassez, pela competição. Estima-se que nesta região mais de 20 milhões de pessoas, distribuídas em mil municípios, numa área equivalente a 115 milhões de hectares, são afetadas pela falta de água potável, principalmente durante as secas prolongadas.

Há milênios, diferentes povos têm desenvolvido variadas técnicas de captação e armazenamento de água de chuva para o consumo familiar. Entre as alternativas em uso, uma das mais simples e eficientes é a cisterna.

No Brasil, a cisterna é conhecida como um tanque de alvenaria para armazenar a água de chuva que escoa dos telhados das casas e é canalizada através de calhas. Este tipo de cisterna, bastante difundido na zona urbana da região, não é muito utilizado na zona rural.

Em suas pesquisas ao nível de propriedades rurais, o CPATSA observou que a pequena área do telhado da maior parte das casas limita a eficiência da cisterna. Nem sempre é possível captar o volume de água suficiente para o consumo total da família durante os meses sem chuva.

Diante desse potencial, o CPATSA desenvolveu um sistema de captação e armazenamento de água de chuva que dispensa o telhado das casas como área de captação. No sistema, a área de captação é o próprio solo, onde escoa por gravidade para o tanque de armazenamento (Figura 6).

O Sistema de Aproveitamento de Água do Escoamento Superficial para Consumo Humano - SAES-CH garante água potável para a família no meio rural, mesmo naquelas regiões extremamente áridas.

A cisterna é formada basicamente por uma área de captação (Ac), um tanque para armazenamento de água (Ta) e sistema de filtragem (Sf).

Área de captação (Ac) - No modelo tradicional, corresponde à cobertura das construções rurais. No modelo CPATSA, a Ac é o próprio solo, podendo ser protegido com uma gramínea ou coberto com diferentes materiais, tais como: tijolos ou pedras rejuntados, telhas ou uma lona impermeabilizante.

Tanque de armazenamento (Ta) - No modelo tradicional, é construído sobre o solo, semi-enterrado ou totalmente subterrâneo. No modelo CPATSA o Ta é subterrâneo, podendo ser de alvenaria com argamassa de cimento e areia ou confeccionado com lona impermeabilizante, tela de arame, argamassa de cimento e areia ou simplesmente de lona plástica.

Sistema de filtragem (SF) - O sistema de filtragem é composto de camadas de pedra (pedra britada ou seixo rolado), carvão vegetal, areia grossa e areia fina superpostas nesta ordem de baixo para cima.

No modelo CPATSA, para garantir uma maior potabilidade da água para o consumo humano, pode-se construir dois filtros, um na parte externa ao tanque de armazenamento, na área de captação, e o outro dentro do Ta, de onde deverá ser coletada a água através, preferencialmente, de uma bomba manual.

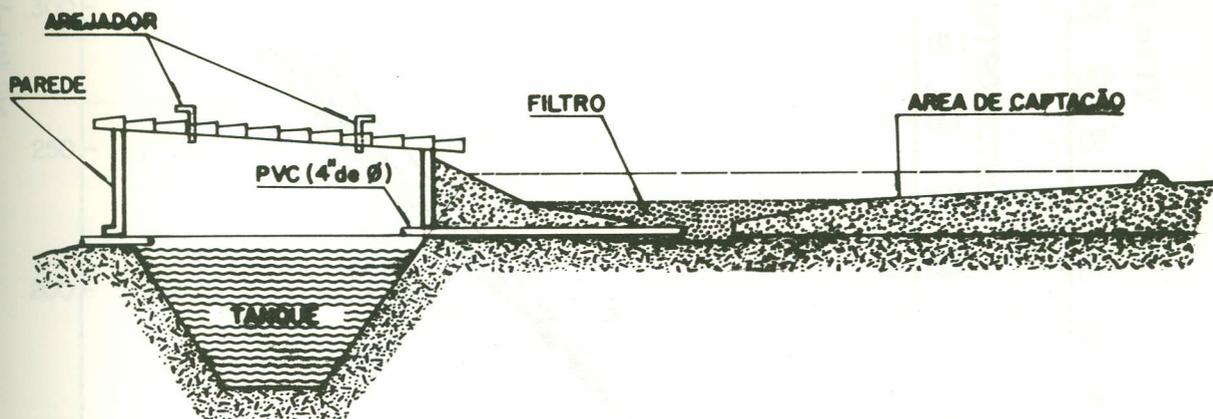


FIG. 6. Esquema de uma cisterna modelo CPATSA.

Fatores que influenciam no dimensionamento de cisternas rurais.

Para o dimensionamento das cisternas rurais, é necessário conhecer fatores que o influenciam direta ou indiretamente, como os dados de precipitação da região, número de pessoas da família ou comunidade, período de uso da água armazenamento, etc. Essas informações são específicas para cada região, município e até mesmo para cada família em particular.

Segundo Silva et al (1984), para o dimensionamento de cisternas rurais, é necessário que se considerem as perdas de água por evaporação ocorridas nas cisternas, principalmente aquelas cobertas com telhas de barro e que disponham de arejadores.

Estudos realizados pelos mesmos autores nesse tipo de cisterna comprovam que essa perda corresponde a uma lâmina média diária de 2,0mm.

Tanque de armazenamento - O estudo do comportamento dos parâmetros de dimensionamento para várias alternativas de cisternas rurais com a forma tronco-piramidal mostrou que:

- a) para um mesmo volume a ser armazenado, mantendo-se fixa a largura da base maior, à medida que se incrementa a profundidade de escavação, reduzem-se as dimensões das bases, otimizando assim o volume de água evaporado;
- b) para um mesmo volume a ser armazenado, mantendo-se fixa a altura de escavação, à medida que aumenta a largura da base maior, reduz-se o volume de água evaporado;
- c) para um mesmo volume a ser armazenado, quanto maior a profundidade de escavação e a largura da base maior, menor será o volume evaporado.

A otimização do volume total é observada na Figura 7, onde se verifica que para um volume útil (VU) de 50m^3 e variando-se a profundidade de escavação de 1,31 a 2,31m, obtêm-se diferentes volumes totais (Vt), estimados em 68,2; 65,6; 64,2; 63,0 e $62,3\text{ m}^3$. Portanto, a profundidade de escavação de 2,31m, com uma largura da base maior de 4,0m, é a que mais otimiza os volumes totais em função das perdas durante o período de uso da água armazenada.

A otimização da altura H para um mesmo volume VU implica numa variação nos custos de implantação de uma cisterna, estimados com as equações CS1, CS2...CS5 (Figura 7).

Observa-se na Figura 7 que, para um mesmo volume útil de 50m^3 e para os volumes de H de 1,31; 1,56; 1,81; 2,06 e 2,31m, obtêm-se os custos de 99,4; 97,2; 95,8; 94,8 e 94,5 ORTNs, respectivamente. A análise destes custos permite determinar uma redução nos investimentos em torno de 4,9 ORTNs para cada cisterna com capacidade para 50m^3 (junho de 1984).

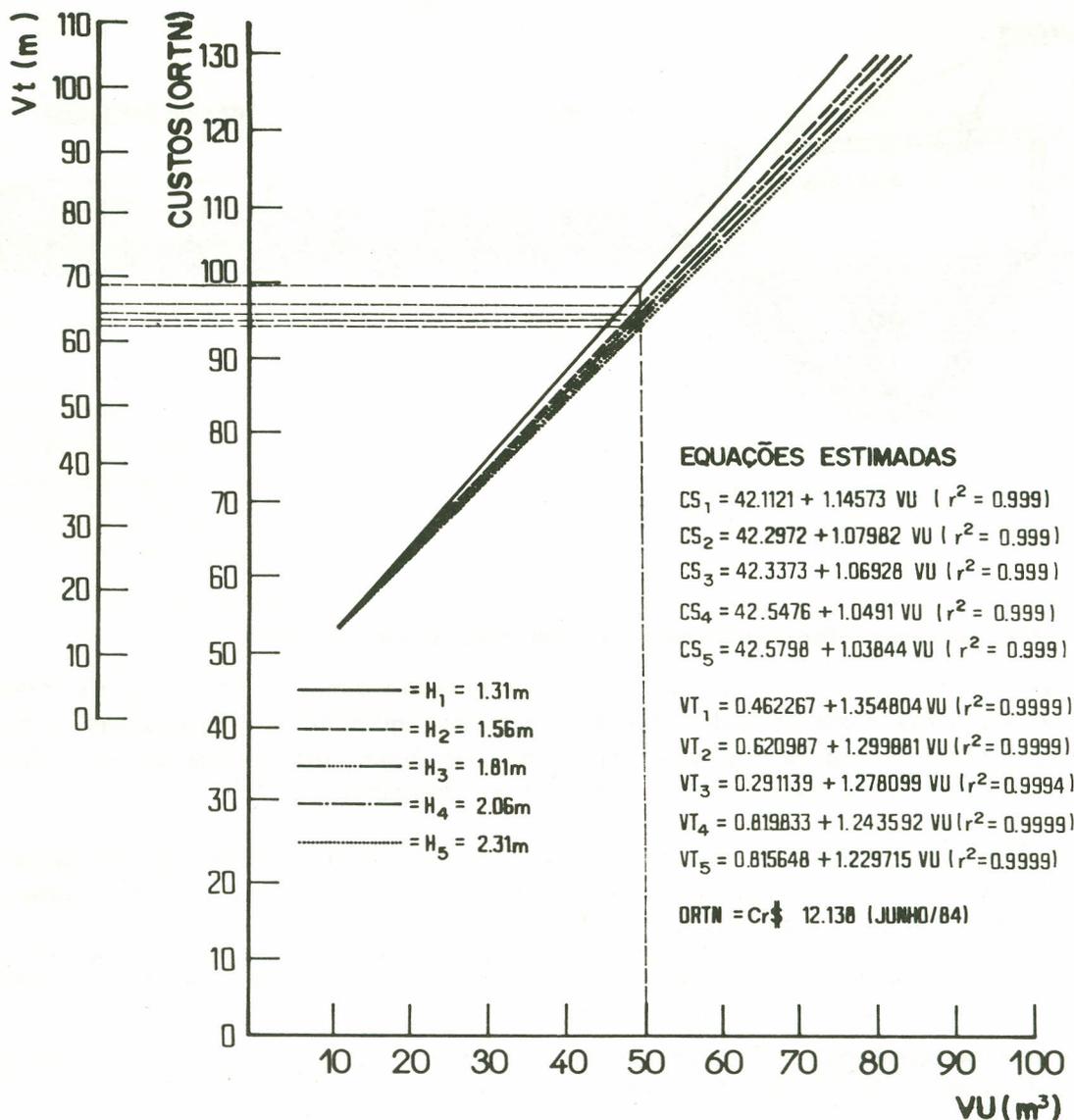


FIG. 7. Custos de implantação (ORTN) em função dos volumes (VU) e volume total.

Extrapolando a redução dos custos para um "Programa Regional", à semelhança do "Projeto Nordeste", onde se estimou a implantação de no mínimo 600 mil cisternas, isso significaria uma economia para a sociedade brasileira de 2,94 milhões de ORTNs, equivalendo a 35,7 bilhões de cruzeiros, a preço de junho de 1984.

Área de captação - A Figura 8 apresenta o dimensionamento da área de captação (A_c) de uma cisterna com capacidade para $50m^3$, em função do coeficiente de escoamento superficial (C), e para diferentes valores de precipitação (P). Quando na região não se dispuser do valor da precipitação a 50% de probabilidade de ocorrência, deve-se considerar o valor da precipitação média da região, subtraindo-se 50mm.

Através da Figura 8, observa-se que, para precipitação variando entre 300 a 600mm, as cisternas rurais requerem uma área de captação de 266,6 a $121,2m^2$, respectivamente, enquanto que para valores de precipitações variando entre 600 a 900mm, A_c varia entre 121,2 a $78,4m^2$. Conclui-se, então, que para regiões de baixas precipitações médias anuais, há necessidade de uma A_c 70,6% maior do que para regiões com precipitações médias. Por este motivo, essa tecnologia é mais viável para regiões áridas e semi-áridas, onde geralmente o telhado das casas rurais não é suficiente para captar o volume de água necessário à demanda da família durante o ano.

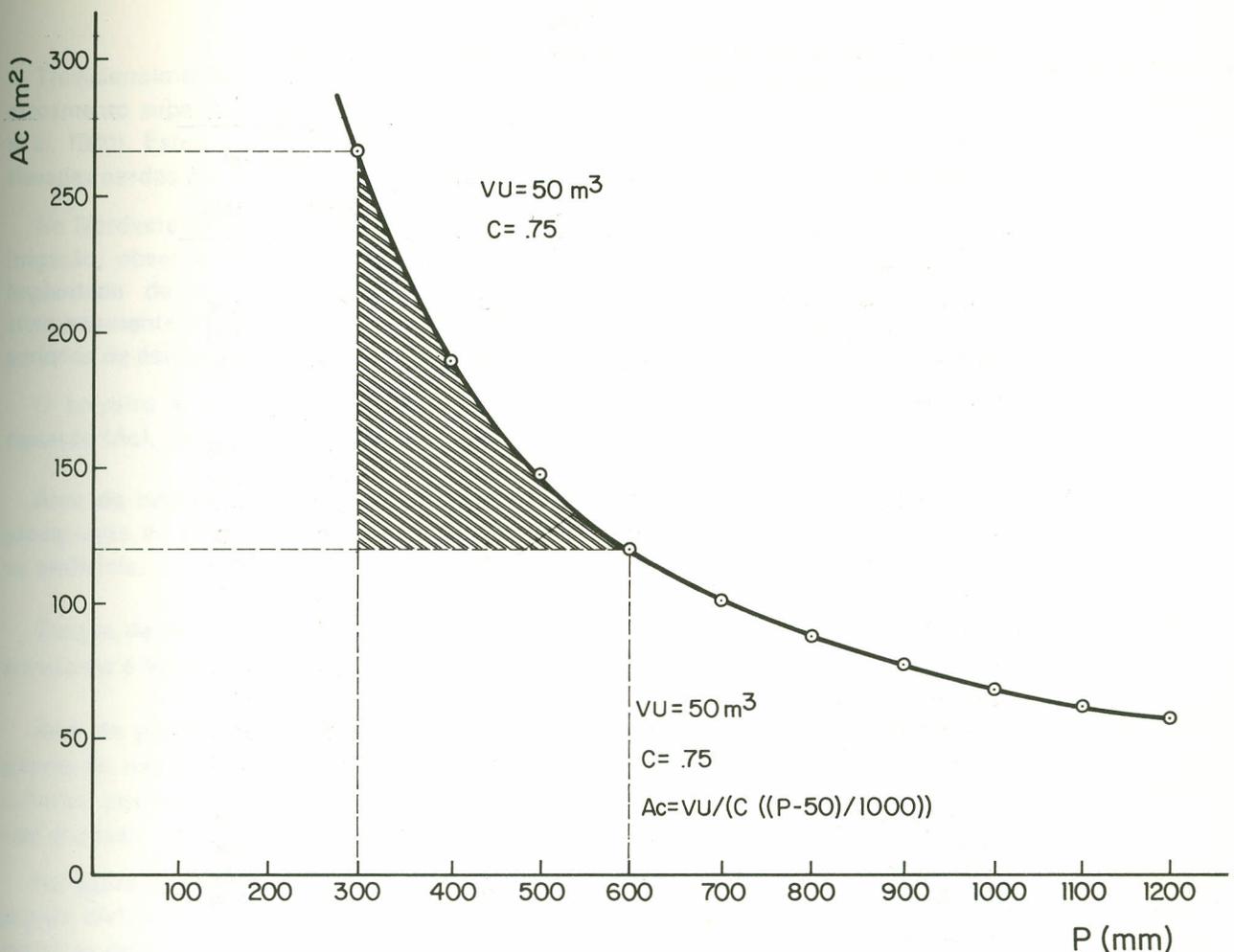


FIG. 8. Dimensionamento de áreas de captação (Ac) em função de diferentes precipitações (P), volume útil (VU) e coeficiente de escoamento superficial (C) constantes.

As dimensões das áreas de captação foram determinadas para um coeficiente de escoamento superficial (C) de 75%. Este valor corresponde à Ac revestida com lona plástica ou telhas de barro. Considerando, por exemplo, um revestimento com capim-búffel ou solo compactado, esses valores variam consideravelmente.

A Tabela 3 apresenta os coeficientes técnicos e custos de implantação de uma cisterna modelo CPATSA planejada para uma região com precipitação ao redor de 400mm por ano.

1.1.2. Barreiro

Nas zonas áridas e semi-áridas brasileiras, praticamente em cada dez anos, três são considerados normais para atividade agrícola (Duque 1973 e Porto et al. 1983).

O fenômeno que caracteriza essa instabilidade climática é menos a escassez das chuvas e mais a extrema irregularidade de sua distribuição no tempo, transformando a agricultura nordestina numa atividade de alto risco.

O CPATSA, fundamentado nas limitações e potencialidades da região, vem desenvolvendo tecnologias que permitem conferir às pequenas e médias propriedades rurais uma infraestrutura hídrica capaz de permitir a "convivência" do homem com a seca.

Uma das tecnologias já apresentando resultados confiáveis, após oito anos de estudos em diferentes pontos do Nordeste, ao nível de pequenas propriedades agrícolas, é o Sistema de Aproveitamento de Água do Escoamento Superficial - SAES, através da utilização de pequenos reservatórios de terra, conhecidos comumente como "barreiros", para uso com "irrigação de salvação".

Tabela 3. Custos de implantação de uma cisterna modelo CPATSA com capacidade para 30m³.

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor (a)	
			OTN	US\$
Área de captação				
Lona impermeável (8 x 8)m	m ²	104	5.78	45.06
Brita ou seixo rolado	m ³	1	0.25	1.93
Mão-de-obra	H/D(b)	2	0.49	3.85
Filtro externo				
Areia grossa	m ³	0.3	0.07	0.58
Areia fina	m ³	0.3	0.07	0.58
Brita ou seixo rolado	m ³	0.3	0.07	0.58
Carvão vegetal	kg	30	0.12	0.96
Tubo de PVC de 4" de O	m	12	2.64	20.52
Mão-de-obra	H/D	2	0.49	3.85
Cisterna (Ta)				
Escavação do tanque	H/D	12	2.97	23.11
Lona impermeável (8 x 15)m	m ²	120	6.67	51.99
Tela de arame, 3/4", fio 22	m ²	105	17.30	134.79
Sika-2	kg	10	1.65	12.84
Cimento	saco	7	2.88	22.46
Brita ou seixo rolado	m ³	0.5	0.12	0.96
Areia grossa	m ³	1.3	0.32	2.50
Bomba manual	uma	1	7.90	61.55
Mão-de-obra	H/D	3	1.73	13.48
Filtro interno				
Tijolo	milh.	0.25	0.25	1.93
Cimento	saco	0.5	0.20	1.60
Areia grossa	m ³	0.3	0.07	0.58
Areia fina	m ³	0.2	0.05	0.39
Brita ou seixo rolado	m ³	0.2	0.05	0.39
Carvão vegetal	kg	20	0.08	0.64
Mão-de-obra	H/D	2	0.49	3.85
Parede externa				
Tijolo	milh.	1.3	1.29	10.01
Cimento	saco	2.3	0.95	7.38
Areia grossa	m ³	0.4	0.10	0.77
Mão-de-obra	H/D	3	1.73	13.48
Cobertura				
Caibros	m	90	2.00	15.60
Ripas	m	90	0.96	7.51
Telhas	milh	1.3	2.14	16.69
Mão-de-obra	H/D	3	0.74	5.78
Proteção				
Estacas	uma	60	1.98	15.40
Arame	m	480	1.58	12.32
Mão-de-obra	H/D	2	0.49	3.85
Total	-	-	66.67	519.76

(a) 1 OTN = Cr\$ 20.118 (novembro/84)

1 Dólar = Cr\$ 2.814 (28.11.84)

(b) H/D = Homem/dia.

Tradicionalmente, os barreiros têm sido usados para o armazenamento de água proveniente do escoamento superficial há muitos séculos, em diversas partes do mundo (ICRISAT 1973/74 e Kampen et al. 1980). Estes, porém, geralmente são rasos, cobrindo uma grande área de terra e apresentam elevadas perdas por evaporação.

No Nordeste existe uma grande quantidade destes pequenos reservatórios que não se prestam à irrigação, observando-se em sua volta perdas totais dos cultivos em anos de chuvas irregulares. Implantado de forma diferente, o SAES proposto pelo CPATSA possibilita a captação e o armazenamento das águas que escoam com muita rapidez na superfície do solo, para uso durante os períodos de estiagem, através de "irrigação de salvação" (Silva et al. 1981).

O barreiro é uma pequena barragem de terra composto de três elementos básicos: Área de captação (Ac), Tanque de armazenamento (Ta) e Área de plantio (Ap), como mostra a Figura 9.

Área de captação (Ac) - É uma microbacia hidrográfica destinada a coletar a água de chuva proveniente do escoamento superficial, delimitada pelos divisores de água que podem ser naturais ou artificiais.

Tanque de armazenamento (Ta) - É um reservatório de terra, de forma semicircular, destinado a armazenar a água de chuva captada na Ac.

Área de plantio - É uma área destinada à exploração dos cultivos, principalmente alimentares, através do uso de irrigação de salvação. Estas irrigações são aplicadas durante o período crítico das culturas, por ocasião das estiagens prolongadas (é um fato normal do TSA período de 20 a 30 dias sem chuvas).

Na figura 9, observam-se as principais modificações realizadas no barreiro: 1) introdução de uma parede divisória, que divide o reservatório em dois compartimentos iguais; 2) instalação dos diques divisores de água, com acesso apenas a um compartimento; 3) instalação do tubo condutor de água, com acesso à utilização da água armazenada nos dois compartimentos. Estas modificações têm conseguido reduzir as perdas totais de água (PTA) e aumentado a eficiência de uso da água armazenada em torno de 50%, sem custos adicionais para a tecnologia.

Fatores que influenciam o dimensionamento do barreiro

O dimensionamento do sistema SAES-CV é feito na seqüência inversa dos elementos básicos anteriormente descritos, ou seja, primeiro dimensiona-se a área de plantio (Ap), depois o tanque de armazenamento (Ta) e por último a área de captação (Ac).

Área de plantio (Ap) - Existe em função das necessidades básicas de alimentação da família, podendo ser planejada também para a produção de culturas de expressão econômica e para fins de comercialização.

Tanque de armazenamento (Ta) - O Ta é dimensionado em função das necessidades de água das culturas a serem exploradas na Ap e das perdas totais de água (PTA), por evaporação e infiltração, ocorridas durante o período em que a água ficará armazenada no reservatório. Esse período pode ser considerado como o do ciclo da cultura, com uma margem de segurança de 30 dias.

Área de captação (Ac) - O dimensionamento da Ac depende do volume total de água a armazenar, da eficiência do escoamento superficial que varia com o tipo de cobertura da área e com a pendente do terreno e da precipitação média anual da região.

Risco climático e época de plantio - Nas Tabelas 4 e 5, encontram-se a probabilidade de resultado aceitável (PRA); máximo índice médio de rendimento (MIMR); máximo déficit médio de água (MDMA) e as épocas de plantio para as culturas do feijão, caupi, milho e sorgo, para alguns municípios do Nordeste.

- AC - Área de captação
- D - Dique divisor de água
- Dc - Dreno coletor
- S - Sangradouro
- Ta - Tanque de armazenamento (BARREIRO)
- Ca - Conductor de água
- C - Canal de irrigação (sulco)
- Sc - Sulco e camalhão
- AP - Área de plantio
- P - Parede divisória de água

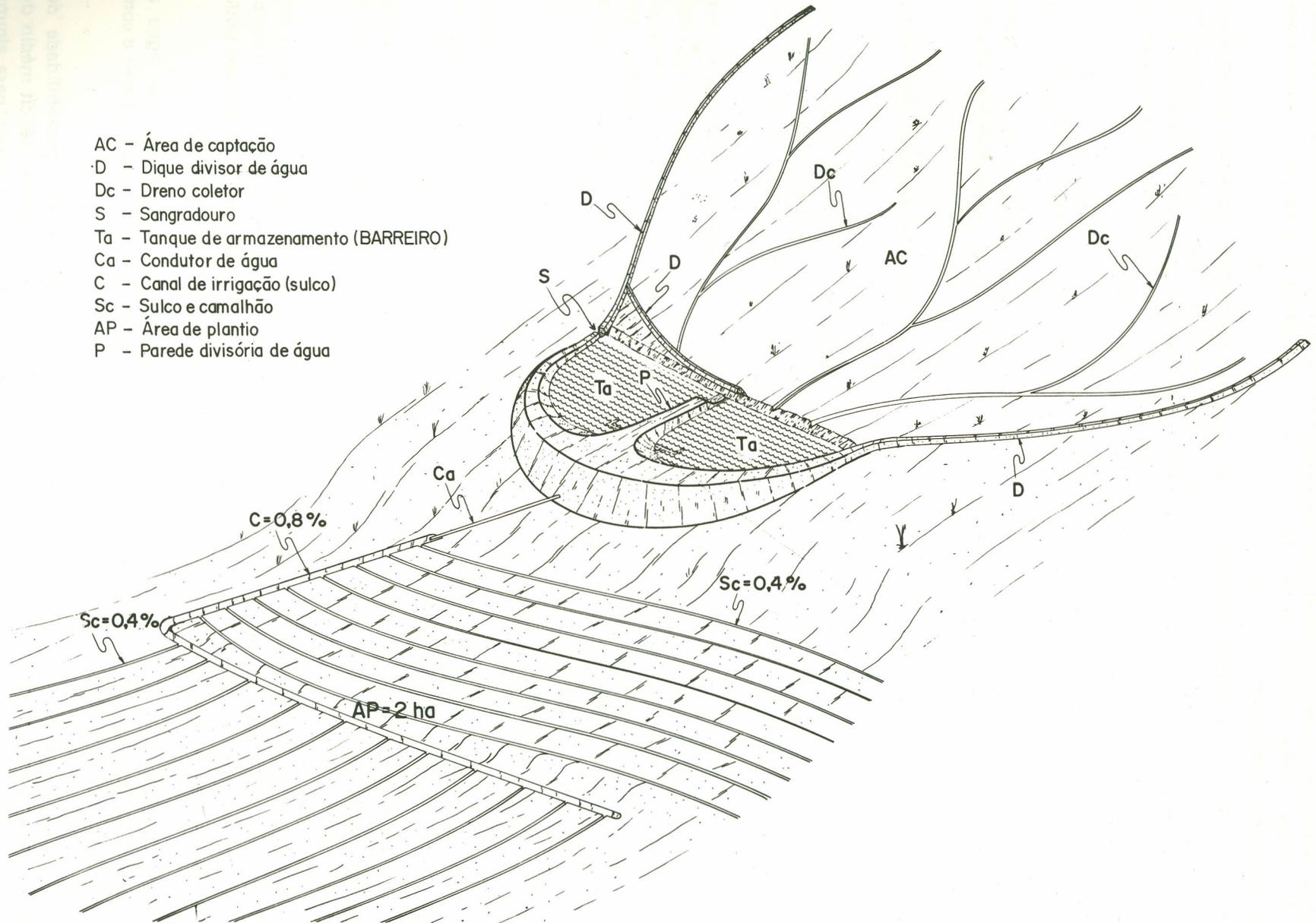


FIG. 9. Reservatório de terra com duplo compartimento (Barreiro - SAES - CV).

Tabela 4. Probabilidade de resultado aceitável (PRA), máximo índice médio de rendimento (MIMR) e máximo déficit médio de água (MDMA) durante o ciclo das culturas de feijão, caupi, milho e sorgo em oito municípios do Nordeste Semi-Árido.

Município-Estado	Pm (mm)	ETP (mm)	Feijão			Caupi			Milho			Sorgo		
			PRA	MIMR	MDMA	PRA	MIMR	MDMA	PRA	MIMR	MDMA	PRA	MIMR	MDMA
Jaicós-PI	669	1882	70	0,64	38	80	0,69	28	70	0,60	69	80	0,71	52
Itó-CE	719	2020	70	0,64	44	80	0,70	26	70	0,58	74	80	0,71	48
Caicó-RN	630	1812	70	0,58	44	70	0,65	31	60	0,52	80	70	0,65	62
Soledade-PB	365	1614	22	0,26	82	33	0,29	53	20	0,23	97	33	0,34	91
Ouricuri-PE	618	1965	30	0,37	100	40	0,42	60	20	0,30	152	40	0,43	112
Santana do Ipanema-AL	882	1628	90	0,80	14	90	0,84	9	90	0,79	21	90	0,85	36
N.S. da Glória-SE	668	1621	80	0,71	31	80	0,77	19	80	0,73	34	90	0,81	22
Irecê-BA	573	1613	40	0,40	91	50	0,46	56	10	0,28	154	34	0,43	110

Porto et al., 1983.

Pm = precipitação média anual

ETP = evapotranspiração média anual, Hargreaves (1974)

Tabela 5. Época de plantio para as culturas de feijão, caupi, milho e sorgo em oito municípios do Nordeste Semi-Árido.

Município-Estado	Pm (mm)	Feijão		Caupi		Milho		Sorgo	
		Época de plantio*	ETP mensal (mm)	Época de plantio	ETP mensal (mm)	Época de plantio	ETP mensal (mm)	Época de plantio	ETP mensal (mm)
Jaicós-PI	669	16Jan-14Fev	141	06Jan-24Fev	141	07Dez-15Jan	170	22Dez-09Fev	170
Itó-CE	719	10Fev-16Mar	160	15Fev-21Mar	160	16Jan-20Jan	204	31Jan-01Mar	204
Caicó-RN	630	25Fev-01Mar	155	20Fev-21Mar	155	26Jan-04Fev	178	05Fev-06Mar	155
Soledade-PB	365	22Mar-26Mar	151	27Mar-10Abr	122	22Mar-10Abr	151	22Mar-26Mar	151
Ouricuri-PE	618	05Fev-16Mar	159	31Jan-14Fev	191	22Dez-04Fev	201	21Jan-30Jan	191
Santana do Ipanema-AL	882	31Mai-19Jun	79	21Mai-24Jun	96	21Abr-30Abr	119	01Mai-09Jun	96
N.S. da Glória-SE	668	16Mai-04Jun	97	11Mai-09Jun	97	16Abr-25Mai	127	16Mai-04Jun	97
Irecê-BA	573	07Nov-15Nov	171	12Nov-16Nov	171	08Out-20Jan	170	07Nov-16Nov	171

Porto et al., 1983.

Pm = Precipitação média anual

*Época de plantio com maior probabilidade de resultado aceitável

ETP = evapotranspiração potencial correspondendo ao primeiro mês da época de plantio (Hargreaves 1976).

Segundo Porto et al. (1983), os valores do MIMR e do MDMA, em milímetros, para a referida época de plantio, podem ser utilizados para elaboração de projetos agrícolas onde se contemple o sistema, visando estabilizar e/ou aumentar o rendimento da cultura. O mesmo autor afirma que, em geral, a época de plantio é um fator de extrema importância para o sucesso da cultura, principalmente em áreas dependentes de chuva.

Analisando-se os resultados e diante da heterogeneidade de situações agroecológicas e socio-econômicas do Trópico Semi-Árido (TSA) brasileiro, essa região merece um planejamento agrícola diferenciado, bem como ajuste e validação das tecnologias geradas e/ou adaptadas para cada tipo de situação, principalmente as relacionadas com captação e manejo dos recursos hídricos em áreas rurais.

Perdas totais de água em pequenos reservatórios de terra - As perdas de água por evaporação, percolação e infiltração em pequenas barragens de terra e barreiros para uso com "irrigação de salvação" são fatores decisivos nos cálculos de dimensionamento. Visando oferecer subsídios técnico-científicos para a elaboração de projetos que contemplem esse tipo de tecnologia, o CPATSA iniciou seus estudos básicos em dois barreiros, construídos em seu campo experimental da caatinga, cujos dados analisados compreenderam o período de 1980 a 1983.

Considerando as PTA ocorridas durante o período estudado e os dados da evaporação do tanque classe "A" (EV), determinou-se uma equação que permite estimar essas perdas para o período em que a água deverá permanecer armazenada no reservatório, ou seja:

$$PTA = 0,512888 + 0,831722EV (r^2 = 0,828)$$

Pode-se também estimar as perdas totais de água (PTA) em mm, para qualquer período de utilização (U), em dias, da água armazenada, bastando para tanto que se conheça a evapotranspiração potencial média diária (ETP) para o período (considerando $EV = ETP/0,75$) e a perda diária por infiltração e percolação do reservatório (VIB) em mm. Essas perdas são calculadas pela equação:

$$PTA1 = (VIB + 0,831722*ETP/dia/0,75)*U$$

Da análise, conclui-se que há necessidade de considerarem-se estas PTA por ocasião do dimensionamento dos barreiros, por serem bastante significativas durante o período em que a água ficará armazenada.

Alternativas de dimensionamento e análise econômica da exploração do barreiro

Na Tabela 6, encontra-se um exemplo da análise econômica para exploração do barreiro para uso com irrigação de salvação considerando solos pesados e, na Tabela 7, um exemplo de dimensionamento detalhado e custos para o município de Euclides da Cunha, BA.

No exemplo completo de dimensionamento do sistema barreiro, descrevem-se as principais características da região agroecológica onde será implantado o sistema, tais como: mês de plantio, evapotranspiração potencial, precipitação média anual, perdas estimadas de água por percolação, coeficiente de escoamento superficial (eficiência de escoamento), custos do homem/dia e hora/máquina, bem como detalhes sobre o dimensionamento do sistema para as culturas do milho, caupi, feijão e sorgo para áreas irrigadas "não convencionalmente" de 1, 2, 3, 4 e 5ha.

Com base em experiências acumuladas durante o desenvolvimento desse trabalho, desenvolveu-se um modelo matemático que permite dimensionar o barreiro, enfocar a parte de manejo do sistema durante e após o período chuvoso, além dos custos de implantação segundo a metodologia descrita anteriormente.

Para o município analisado, temos a Tabela 7 com as seguintes informações: 1) precipitação média anual e evapotranspiração potencial do mês de plantio, segundo Hargreaves (1974b); 2) dimensionamento dos principais elementos básicos, considerando uma área de plantio de 1,0 a 5,0 ha; 3) diferentes culturas como milho, caupi, milho consorciado com caupi, feijão e sorgo; 4) custos de implantação (investimento) referentes à construção de diques e desmatamento da área de captação (Ac), construção do tanque de armazenamento (Ta) e sangradouro; 5) custo total de implantação do sistema.

Tabela 6. Análise econômica da exploração de um barreiro para irrigação de salvação, com solos pesados. Ta = 3000 m³ Ap = 2,0ha. Culturas: Milho e Feijão.

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor OTN
INVESTIMENTO			
Preparo de Ac			
– Desmatamento/Destocamento	H/D	30	42,20
Barreiro	H/t	80	148,43
Total			190,63
CUSTOS DE PRODUÇÃO			
Preparo do Ap			
– Aração/gradagem	H/t	8	6,93
Sulcamento	H/t	4	3,46
Insumos			
– Sementes de milho	kg	16	0,38
– Sementes de feijão	kg	16	3,10
– Superfosfato simples	kg	500	10,76
– Inseticida	kg	10	6,13
Plantio			
– Aplicação do adubo	H/D	1	0,16
– Milho-Feijão	H/D	2	0,32
– Irrigações	H/D	15	2,42
Tratos culturais			
– Capina	H/D	15	2,42
– Pulverização	H/D	8	1,28
Colheita			
– Milho	H/D	8	1,28
– Feijão	H/D	4	0,64
– Debulhamento	H/D	6	0,96
Total			40,24
Produção			
– Milho	kg	2.000	17,22
– Feijão	kg	1.400	94,91
Receita total			112,13
Receita líquida			64,15

Ac = Área de captação

H/t = Hora/trator de esteira com escarificador

H/D = Homem/dia

H/t = Hora/trator de pneu

OTN = Cr\$ 20118 (Nov/84).

Tabela 7. Dimensionamento de barreiros para uso com irrigação de salvação e custos de implantação considerando-se desmatamento, construção do tanque de armazenamento e sangradouro (Ta) e incremento (%) de custos em relação à área de plantio (Ap) de 1 ha, por cultura.

Município: Euclides da Cunha-BA
 Profundidade de escavação: 1,5m
 Precipitação média anual: 724 mm
 Valor ORTN: Cr\$ 20118

ETP (mm)	Área (ha)		Ta (m ³)	Cultura	Custos (ORTN)			I* %
	Ac	Ap			Ac	Ta	Total	
148	1,65	1	2222	Milho	15,5	174	189,5	0
148	3,02	2	4060	Milho	19,7	316,7	336,4	78
148	4,32	3	5820	Milho	23,5	452,4	475,9	151
148	5,6	4	7530	Milho	27,3	584,6	611,9	223
148	6,85	5	9229	Milho	31	716,8	747,8	295
148	1,01	1	1359	Caupi	13,7	107,9	121,6	0
148	1,87	2	2519	Caupi	16,3	194,9	211,2	74
148	2,7	3	3634	Caupi	18,7	281,9	300,6	147
148	3,51	4	4727	Caupi	21,1	368,9	390	221
148	4,31	5	5803	Caupi	23,5	448,9	472,4	288
148	1,33	1	1786	Milho x Caupi	14,5	139,2	153,7	0
148	2,41	2	3242	Milho x Caupi	17,9	254,1	272	77
148	3,44	3	4629	Milho x Caupi	20,9	358,4	379,3	147
148	4,44	4	5981	Milho x Caupi	23,9	462,8	486,7	217
148	5,43	5	7310	Milho x Caupi	26,9	567,2	594,1	287
148	1,58	1	2127	Feijão	15,3	167,1	182,4	0
148	2,96	2	3979	Feijão	19,5	309,7	329,2	8
148	4,29	3	5770	Feijão	23,5	448,9	472,4	159
148	5,59	4	7528	Feijão	27,3	584,6	611,9	235
148	6,88	5	9263	Feijão	31,2	716,8	748	31
148	1,49	1	2005	Sorgo	15,1	156,6	171,7	0
148	2,71	2	3650	Sorgo	18,7	285,4	304,1	77
148	3,88	3	5221	Sorgo	22,3	407,1	429,4	15
148	5,01	4	6753	Sorgo	25,7	525,5	551,2	221
148	6,13	5	8259	Sorgo	28,8	640,3	669,1	29

ETP : Evapotranspiração potencial, média mensal

Ac : Área de captação

ORTN : Obrigações Reajustáveis do Tesouro Nacional.

*Incremento sobre o investimento inicial.

A análise referente ao município de Euclides da Cunha, BA (Tabela 7), permite fazer algumas inferências significativas para tomada de decisão, por ocasião da elaboração de projetos do barreiro ao nível de pequenas propriedades agrícolas. Por exemplo, com um incremento de 74% sobre o investimento inicial de um barreiro para exploração de 1,0ha, irrigado "não convencionalmente", com a cultura do caupi, é possível duplicar a área a ser beneficiada. Com 78%, pode-se também duplicar a área de plantio explorada com a cultura do milho. Observa-se que a exploração da cultura

do caupi neste sistema apresenta o custo de implantação mais baixo, seguida do consórcio milho x caupi, feijão, sorgo e do milho. Isto se deve principalmente à necessidade de água pela cultura durante o seu ciclo e, também, da ETP média da região para o mês de plantio, pois quanto mais baixo este valor, menores as perdas e conseqüentemente o investimento inicial.

1.1.3. Barragem Subterrânea

Tem-se conhecimento da técnica de armazenamento de água, através do uso de barragens subterrâneas, nos Estados Unidos, no deserto de Negev em Israel (Orev 1980) e por agricultores nordestinos (Tigre 1949 e Duque 1973).

Nos Estados Unidos, o aproveitamento dos rios para fins de irrigação impossibilitou a construção de novos reservatórios de águas superficiais, fazendo-se necessário o uso de armazenamento e conservação de água no subsolo. O primeiro trabalho ali realizado data de 1895, em Santo Antonio, California (Tigre 1949).

Segundo Duque (1973), as barragens acumulam a água das chuvas, proveniente do escoamento superficial, de duas maneiras: 1) acumulação superficial e 2) acumulação subterrânea. As barragens convencionais de derivação são as do primeiro tipo, enquanto que as barragens acumuladoras de maior volume de água dentro do solo agricultável e subsolo fazem parte do segundo.

Na verdade, todos os reservatórios de acumulação de água na superfície do solo acumulam água das duas maneiras citadas, todavia a barragem subterrânea é planejada visando, basicamente, a exploração de uma agricultura de vazante e/ou uma subirrigação.

Barragens subterrâneas existentes no Nordeste

Segundo acompanhamento técnico que vem sendo realizado por Maciel & Silva (1984), através da EMBRAPA-CPATSA em colaboração com a EMATER-PB, EMATER-RN, EMPARN e a EMEPA, nos municípios de Patos e São Mamede, no Estado da Paraíba, Caicó e Parelhas, no Rio Grande do Norte, em barragens subterrâneas, sendo algumas construídas com a finalidade de armazenamento superficial atualmente assoreadas, elas apresentam as características descritas a seguir:

Tipo de parede - Com relação à construção da parede da barragem ou septo impermeável implantado dentro do aluvião pré-existente, a partir da rocha, observou-se o seguinte:

- . parede de pedras rejuntadas com argamassa de cimento e areia;
- . parede de tijolos com argamassa de areia e cal;
- . parede de argila compactada.

Localização - A maioria das barragens onde se vem fazendo coleta de amostras de água e solo para análise físico-química e de umidade, foram construídas em leito de rios ou riachos.

Descrição das barragens

Patos-PB

Neste município, acompanham-se duas barragens subterrâneas na localidade de Carnaúba dos Borges. Estas barragens foram construídas no leito do Rio Teixeira, com diferentes tipos de parede, formação do assoreamento e culturas exploradas.

A primeira barragem foi construída em 1932, com parede de tijolo, argamassa, areia e cal. O assoreamento desta barragem vem acontecendo naturalmente, decorrente do material sedimentado pelas águas na época das chuvas. Sua área é de aproximadamente 0,40ha, sendo explorada com a cultura do arroz, cuja produção anual está em torno de 3.000kg.

A outra barragem localiza-se à jusante da anterior, tendo sido construída em 1954, com parede de pedras rejuntadas com argamassa de cimento e areia. A área de plantio é de aproximadamente 0,50ha, sendo explorada a cultura do arroz apenas na época da chuva, explorando-se, em seguida, o algodão e a batata-doce.

São Mamede-PB

Todas as barragens têm paredes de pedras rejuntadas com argamassa de cimento e areia. Algumas ainda não foram totalmente aterradas, em virtude de terem sido construídas recentemente e/ou pelo pequeno volume de material sólido depositado pelas águas das chuvas, uma vez que todas foram construídas, inicialmente, com a finalidade de represamento superficial.

Na propriedade Cachoeira da Roça, acompanha-se uma barragem construída há 22 anos, que atualmente encontra-se totalmente assoreada. O proprietário recentemente elevou em 0,40m a sua parede, cujas dimensões finais são 40 x 1,8 x 7,0m de comprimento, largura e altura, respectivamente. Segundo o proprietário, a parede tem uma diferença de nível de 11,0m até a rocha. O assoreamento rápido se deu justamente devido à sua localização estar entre duas encostas, das quais é carregado um grande volume de material sólido através do escoamento superficial. Esta tem uma área cultivável de 12ha e é explorada com as culturas de capim-búfel, cana forrageira, feijão macassar e batata-doce. Em sua parede, existem infiltrações que, por gravidade, abastecem um reservatório próximo da sede, cuja água é destinada ao consumo humano e animal sendo o excesso utilizado com irrigação. Segundo o agricultor, nos últimos cinco anos de seca (1979-1983), não faltou água para as atividades mencionadas.

Outras barragens que estão sendo acompanhadas ficam na Fazenda Santa Terezinha, também construídas com a finalidade de represar água superficialmente, não encontrando-se ainda totalmente assoreadas, sendo a exploração agrícola de vazante com as culturas do milho, feijão, batata-doce e capim elefante.

Caicó-RN

Acompanha-se a barragem localizada na Fazenda Solidão, cuja parede é de argila compactada, encontrando-se nivelada com o terreno. Na sua construção usou-se retro-escavadeira, além de trator, caçamba e mão-de-obra braçal utilizadas em outras operações.

Pareilhas-RN

Recentemente foram construídas quatro barragens subterrâneas através de um convênio entre o Instituto de Pesquisa e Tecnologia de São Paulo (IPT-SP) e a Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais do Rio Grande do Norte (CDM-RN).

Uma das barragens acompanhadas tem sua parede formada com argila compactada, construída há dois anos pelo referido convênio. Esta barragem está localizada no leito do rio Cobra e tem uma área de plantio de aproximadamente 0,25 ha sendo exploradas as culturas de batata-doce e caupi.

Na fazenda Juazeiro, no leito do rio Cobra, acompanha-se outra barragem com parede de pedras rejuntadas com argamassa de cimento e areia, construída em 1958. Essa barragem teve sua parede elevada em 1 metro em 1981, ficando então com (32 x 2,0 x 3,0 m), com uma área de 0,70 ha. É explorada com as culturas de batata-doce, caupi, capim elefante e algumas fruteiras como coco e goiaba.

Na fazenda Maracujá existem três barragens, dispostas sucessivamente. Todas foram construídas aproximadamente há 50 anos e têm paredes de pedras rejuntadas com argamassa de cimento e areia.

As culturas exploradas são arroz, cana forrageira e capim elefante. O proprietário utiliza como práticas agrícolas, além da rotação de culturas, o "pousio" por um ou mais anos.

Barragem subterrânea com parede de plástico

O sistema de captação e armazenamento de água através de barragem subterrânea (SAES-BS) que o CPATSA vem desenvolvendo, visa a conhecer cientificamente seu manejo explorando novas culturas, principalmente de subsistência como milho, caupi e sorgo. Tem os seguintes componentes: área de captação (Ac), área de exploração com agricultura de vazante ou de plantio (Ap) e parede da barragem (Pa) (Figura 10).

Área de captação (Ac) - É a área do terreno representada por uma pequena bacia hidrográfica. É formada pelos divisores de água topográfico e freático; objetiva captar a água de chuva proveniente do escoamento superficial e através de drenos naturais ou artificiais direcioná-los para a área de armazenamento ou de plantio (Ap).

Área de plantio (Ap) - É a área representada pela bacia hidráulica da barragem. Quando o sistema SAES-BS está em formação, esta área vai sendo assoreada e abrangendo as circunvizinhas, permitindo, simultaneamente, um maior volume de água a ser armazenado nos macroporos aluvionares e uma maior Ap explorável.

Parede da barragem (Pa) - Também conhecida como septo impermeável - é formada por uma lâmina de plástico instalada na vertical desde a rocha ou camada impermeável até a superfície do solo. A Pa tem como finalidade interceptar o fluxo de água superficial e subterrâneo, dando origem à formação e/ou elevação do nível do lençol freático (Figura 10).

Na jusante de cada uma dessas barragens, foi construída uma cisterna para armazenar o excesso de água da barragem. Nessa cisterna, o tanque de armazenamento (Ta) é subterrâneo e foi revestido com lona impermeabilizante, tela de arame e uma fina camada de cimento e areia (Figura 10).

Esta cisterna dispõe de dois sistemas de filtragem, um interno ao Ta e o outro à montante, na barragem subterrânea, além de arejadores para a circulação interna do ar.

Armazenamento de água superficial e subterrâneo

As barragens subterrâneas I, II e III têm capacidade de armazenar superficialmente $1.317,9\text{m}^3$, $1.860,42\text{m}^3$ e $1.106,25\text{m}^3$ de água, respectivamente. Entretanto, em 1983, primeiro ano de manejo, estas acumularam temporariamente 326 , 526 e 290m^3 , respectivamente (Figura 11).

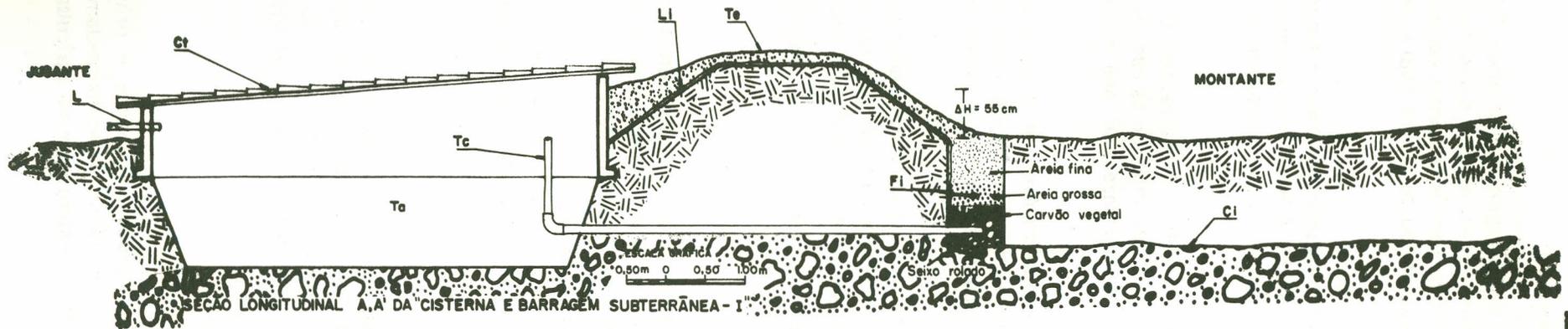
Por outro lado, resultados preliminares demonstram um armazenamento subterrâneo médio de água por barragem de 500l/m^3 de solo, permitindo a exploração de culturas alimentares em $0,80$, $0,70$ e $0,90\text{ha}$, respectivamente nas três barragens. A Figura 12 mostra o perfil do terreno e da camada impermeável na barragem subterrânea III.

Produtividade das culturas e custos do sistema SAES-BS

As três barragens subterrâneas implantadas foram exploradas com as culturas do caupi, milho e sorgo. Para o ano agrícola de 1983, obteve-se uma produtividade média de 1.000 , 2.400 e 4.000kg/ha , respectivamente, com apenas 360mm de água de chuva. O custo médio de implantação por barragem subterrânea/ha foi orçado em US\$ $388,00$ (Trezentos e oitenta e oito dólares), a preço de agosto de 1984.

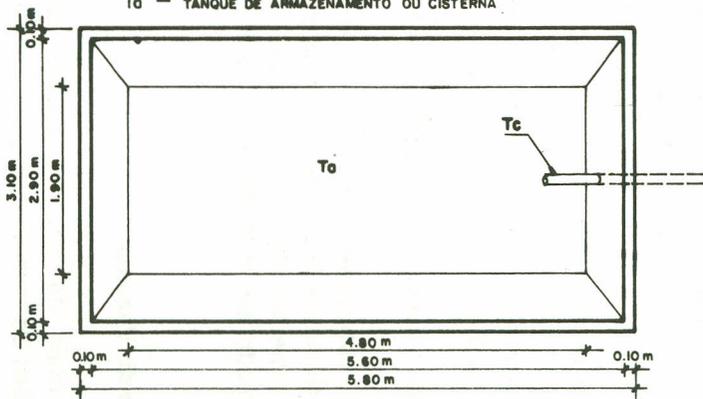
1.1.4. Agricultura de Vazante

A existência de mais de 100 mil açudes distribuídos no Nordeste (públicos e privados), armazenando 25 bilhões de metros cúbicos de água, permite a sobrevivência de aproximadamente 6 milhões de pessoas, mesmo nos anos de seca intensa, através da exploração da agricultura de vazante.

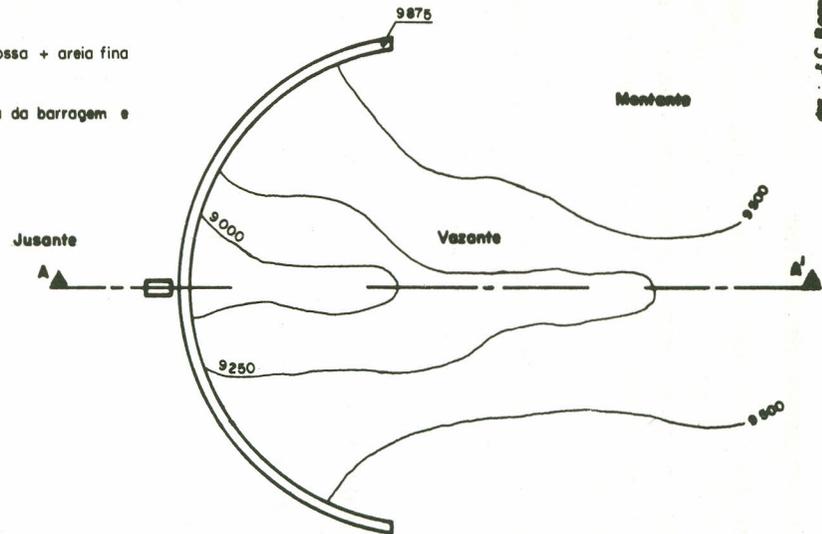


- Tc — TUBO CONDUTOR DE ÁGUA PVC, RÍGIDO C/4" Ø
 Ct — COBERTURA madeira + telha
 Te — CAMADA DE TERRA
 Li — LONA IMPERMEABILIZANTE
 L — LADRÃO
 Ta — TANQUE DE ARMAZENAMENTO OU CISTERNA

- Fi — FILTRO pedra + carvão vegetal + areia grossa + areia fina
 Ci — CAMADA IMPERMEABILIZANTE rocha
 ΔH — Diferença de nível entre a cota máxima da barragem e a saída de água do tubo condutor.



PLANTA BAIXA DA CISTERNA - I
 ESCALA GRÁFICA
 0,50m 0 0,50 1,00m



PLANTA PLANALTIMÉTRICA DA "CISTERNA E BARRAGEM SUBTERRÂNEA - I"
 ESCALA GRÁFICA
 0,50m 0 0,50 1,00m

FIG. 10. Corte longitudinal de uma barragem subterrânea tipo CPATSA (SAES-BS).

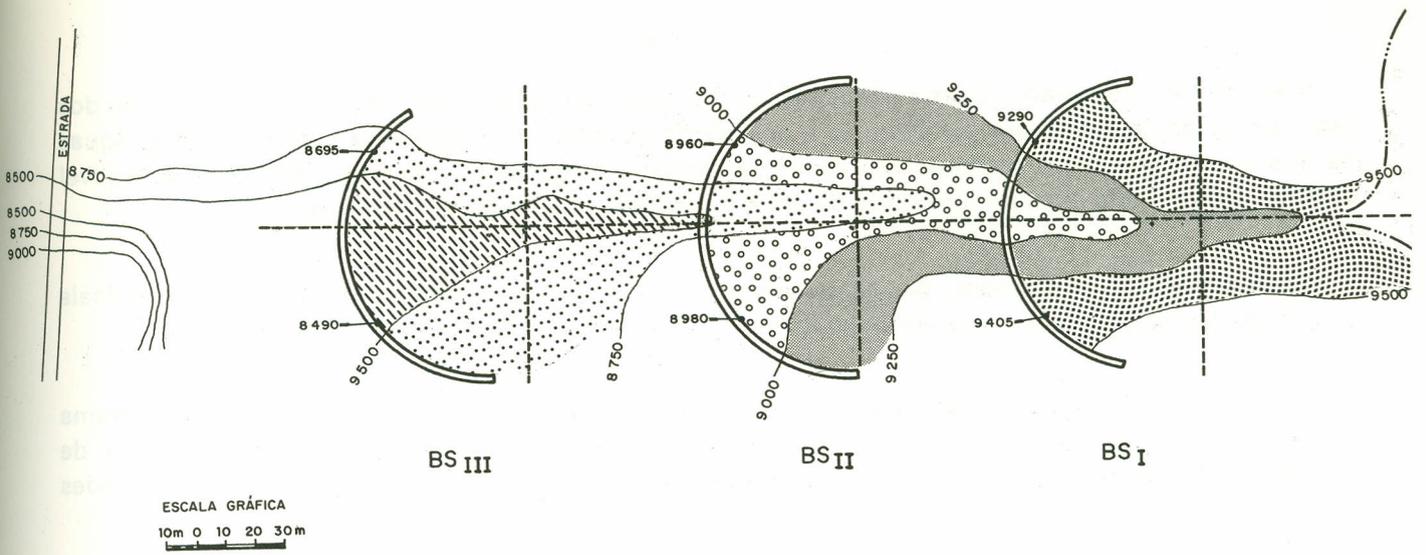


FIG. 11. Planta planialtimétrica das barragens subterrâneas tipo CPATSA (SAES-BS).

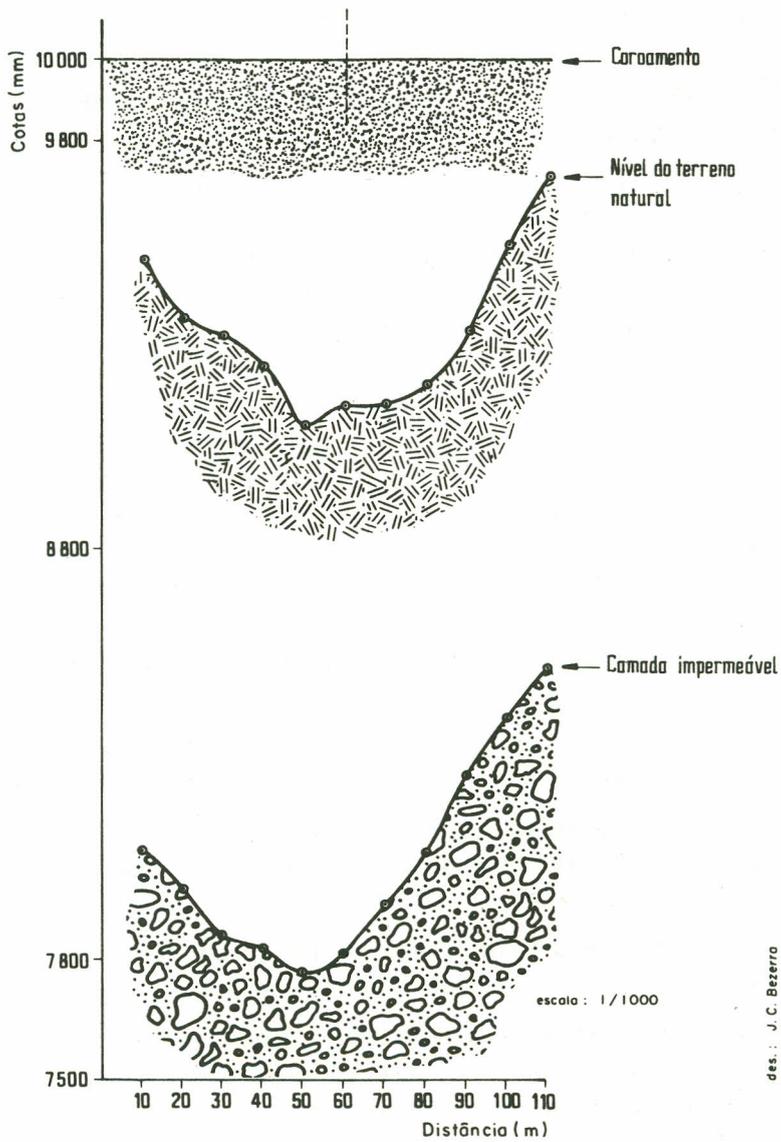


FIG. 12. Perfil do terreno e da camada impermeável na barragem subterrânea III.

A agricultura de vazante é uma prática típica do Nordeste semi-árido e consiste na utilização dos terrenos potencialmente agricultáveis às margens de açudes, rios, lagos, etc., cobertos pelas águas na época chuvosa. Estes terrenos vão sendo lentamente descobertos, devido à diminuição do nível da água armazenada durante o período da seca, permitindo o uso desse potencial.

As vazantes são exploradas, principalmente, por pequenos produtores, sendo as espécies mais cultivadas o arroz, o feijão, a batata-doce e o milho.

A exploração das vazantes dos açudes, lagos e rios, incluindo o lago de Sobradinho e o programa de perenização de rios, permite irrigar, aproximadamente, 1 milhão de hectares, através de "irrigação de salvação", sem, contudo, comprometer as necessidades de água das propriedades agrícolas.

A exploração de vazantes, como é realizada tradicionalmente, oferece sérias limitações, devido ao inadequado manejo de solo e água. No que tange ao manejo do solo, o plantio é feito em covas abertas diretamente no solo, quando o teor de umidade está próximo da saturação. Esta forma de plantio impede a utilização de um manejo de água racional.

Técnica desenvolvida pelo CPATSA para o traçado de sulcos e camalhões (Sc) em nível, para a exploração da agricultura de vazante

A técnica para a confecção dos sulcos e camalhões (Sc) consiste em marcar a linha de água que limita a área seca com a bacia hidráulica, com piquetes espaçados de 10m, aproximadamente. A linha de piquetes estará em curva de nível depois que a água armazenada diminuir. Os Sc são abertos seguindo-se a linha de piquetes, à enxada ou à tração animal. O primeiro sulco servirá de linha básica para o traçado dos demais.

Para uma bacia hidráulica com declividade de 2 a 3%, recomenda-se que o número de Sc espaçados de 1,5m não ultrapasse cinco. O número ideal é determinado nos anos subseqüentes. O momento de confecção de novos sulcos de referência somente deverá ocorrer quando a lâmina de água armazenada baixar o suficiente para que sejam traçados cinco novos sulcos em contorno. Os Sc permitirão, também, a aplicação de "irrigação de salvação" quando da época de déficit de umidade no solo, através do método de irrigação por mangueira ou tubos de PVC (Figura 13).

Os trabalhos desenvolvidos sobre agricultura de vazante permitem concluir que:

- . a técnica de sulcos e camalhões, seguindo as curvas de nível formadas pela própria água armazenada no açude, permite a aplicação de "irrigação de salvação", produzindo um aumento relativo de 0,87t por hectare para cada 10mm de água adicional, para a batata-doce;

- . o emprego de técnicas combinadas de adubação e manejo de solo e água, em agricultura de vazante, possibilita um aumento relativo de produção de 92% para a cultura do milho, em comparação com a tecnologia tradicional;

- . os sulcos e camalhões pelo seu efeito drenante, melhoram sensivelmente a aeração do solo, permitindo que o plantio seja feito com o lençol freático superficial;

- . determinou-se uma perda total média de água em açudes, durante o período de exploração da vazante de 288mm/mês (evaporação, percolação e infiltração), sendo superior à suplementação de água das culturas, através de "irrigação de salvação".

- . a exploração agrícola de vazante de açude em pequenas áreas com "irrigação de salvação" não compromete as atividades da propriedade, relativas à oferta de água para o consumo humano e animal.

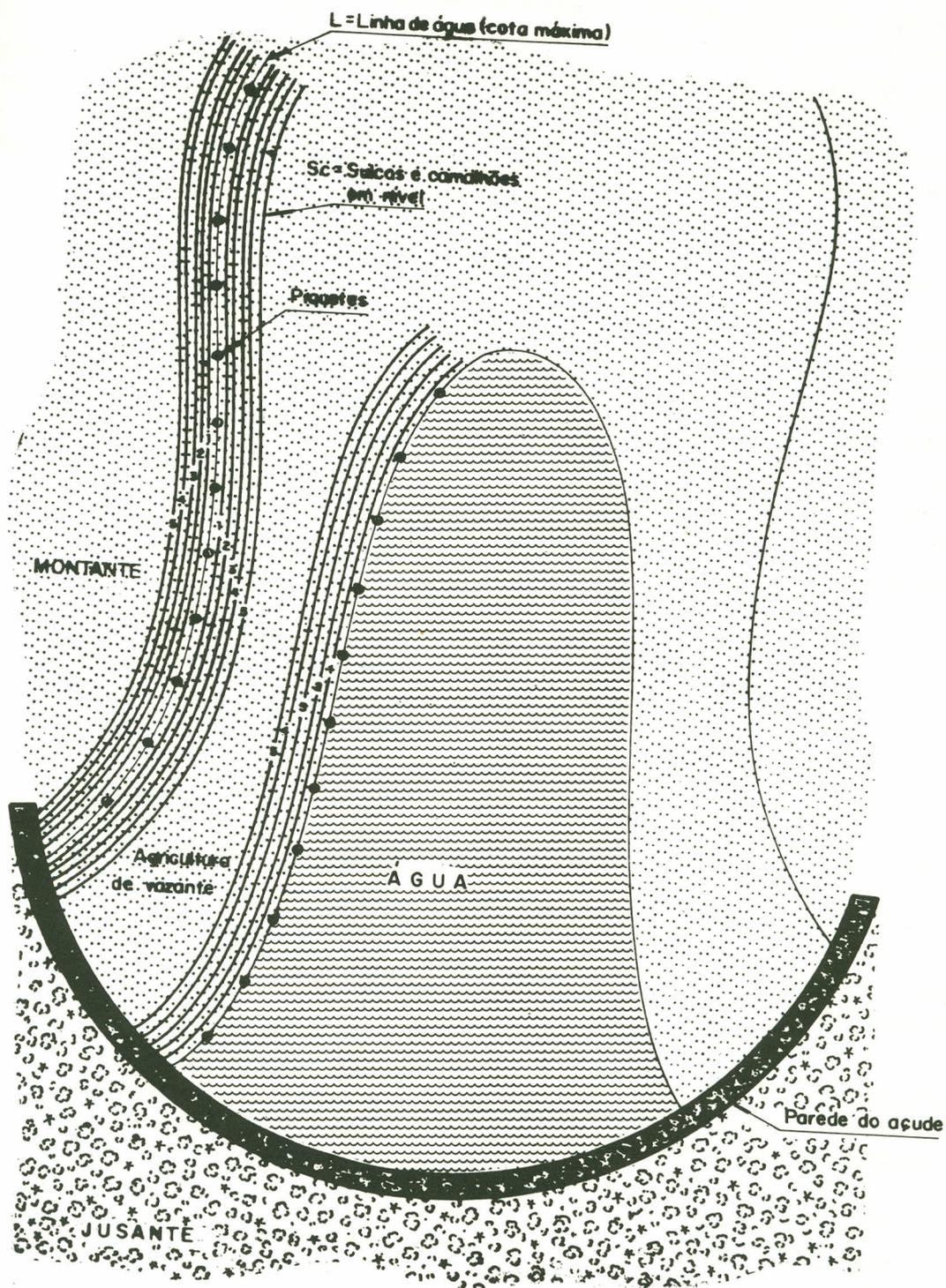


FIG. 13. Modelo esquemático do sistema de exploração de agricultura de vazante - tecnologia de sulcos e camalhões em nível, seguindo o nível da própria água - CPATSA/EMBRAPA.

Incremento na produção e no valor bruto da produção em agricultura de vazante

Realizada uma análise econômica, simplificada, com o uso da tecnologia para agricultura de vazante, considerando-se que os produtores que se beneficiarão com essa técnica, cultivam 1ha de milho e 1ha de caupi, observa-se, através da Tabela 8, que estes teriam um incremento de três vezes, valor bastante significativo em suas rendas brutas.

Sendo o custo de implantação do projeto em torno de 1,7 milhões de cruzeiros, a preço de dezembro/84, o incremento no valor bruto de sua produção seria praticamente igual ao custo de implantação, assegurando a capacidade de pagamento no primeiro ano do custeio agrícola e do investimento feito na aquisição de uma motobomba de 3,5HP e da tubulação para as irrigações de salvação.

1.1.5. Captação de Água de Chuva "in situ"

Nas condições do Nordeste são especialmente importantes os problemas da conservação da água no solo, em vista da distribuição irregular das chuvas e mesmo de sua escassez (INFAOL 1974).

Os trabalhos realizados pelo CPATSA, durante os últimos seis anos (1979-1984), têm confirmado estes resultados. Uma aração profunda com dois discos, por ocasião da confecção dos sulcos e camalhões em nível, para o método de captação de água de chuva "in situ", é bastante significativa em relação ao incremento da infiltração da água no solo, devido ao aumento do tempo de oportunidade e ao revolvimento, principalmente na área de plantio ou de armazenamento.

Várias modificações nas superfícies dos solos agrícolas têm sido estudadas objetivando aumentar a eficiência de uso das precipitações disponíveis nas regiões áridas. Essa tecnologia visa, principalmente, ao armazenamento da água de chuva diretamente no perfil do solo.

O sistema de captação de água de chuva "in situ" consiste na modificação da superfície do solo, de maneira que o terreno, entre as fileiras de cultivo, sirva de área de captação. Essa área apresenta uma inclinação que intensificará a produção de escoamento superficial, ao mesmo tempo em que conduz a água à porção de solo explorada pelo sistema radicular da cultura.

A tecnologia de captação de água de chuva "in situ", introduzida no Nordeste Semi-Árido pelo Instituto Nordestino para o Fomento de Algodão e Oleaginosas - INFAOL em 1972, denominado "Método Guimarães Duque", foi adaptada para culturas anuais pelo CPATSA e consta de sulcos igualmente espaçados, existindo, entre sulcos consecutivos, dois planos inclinados. O primeiro plano é formado pela borda do próprio sulco e funciona como área de plantio (Ap) e o segundo, mais extenso, une a parte mais alta do primeiro sulco à parte mais baixa do segundo, formando a área de captação (Figura 14).

Tabela 8. Incremento na produção e no valor bruto da produção, que poderiam ser obtidos pelo produtor com a utilização do sistema de sulcos e camalhões para exploração de vazantes, em 2,0ha de caupi e milho em culturas isoladas, sendo 1,0ha para cada cultura.

Sistema Culturas	Tradicional		Adaptado		Incremento	
	Produção (kg/ha)	Valor bruto (US\$)	Produção (kg/ha)	Valor bruto (US\$)	Produção (kg/ha)	Valor bruto (US\$)
Milho	1.500	133.26	4.000	355.26	2.500	222.10
Caupi	400	71.07	1.500	266.62	1.100	195.45
Total	1.900	204.33	5.500	621.88	3.600	417.55

1 dólar: Cr\$ 2.814,00 (nov./84).

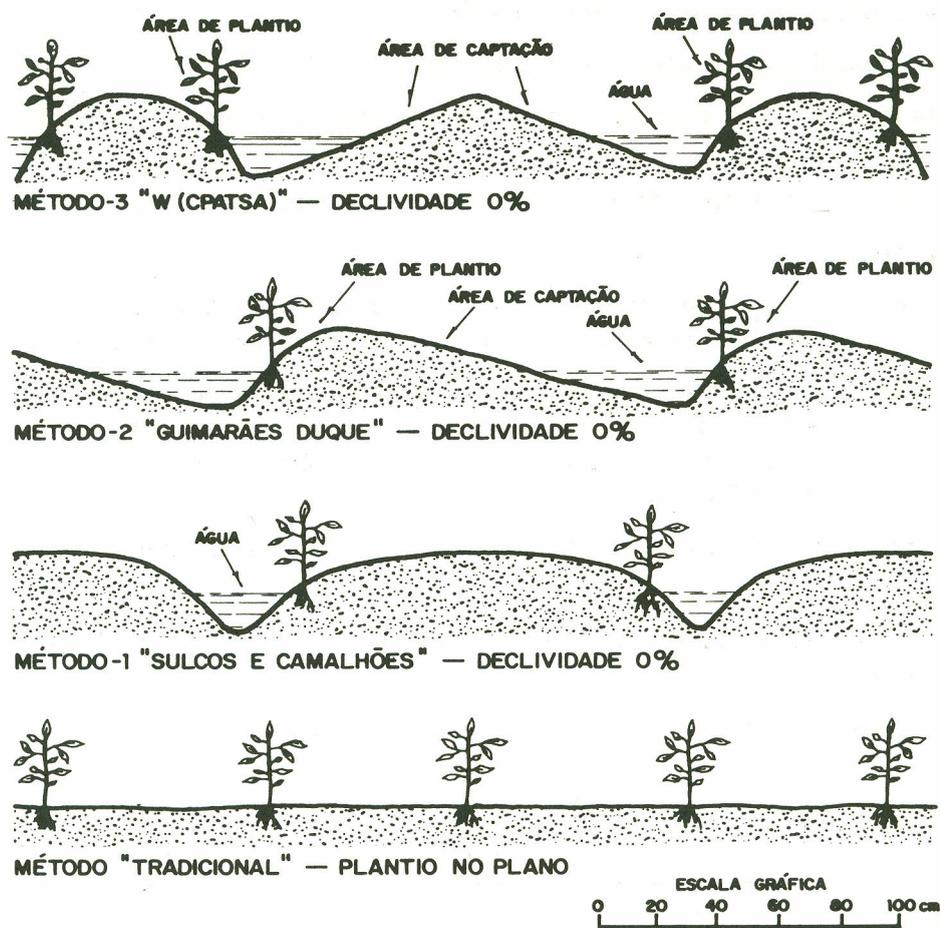


FIG. 14. Método de captação de água de chuva "in situ" (1, 2 e 3) adaptados a culturas anuais, pelo CPATSA para o Semi-Árido brasileiro.

À semelhança do INFAOL, o CPATSA denominou o método de captação de água de chuva "in situ", proveniente daquele órgão e também adaptado para culturas anuais, de "Método Guimarães Duque" (INFAOL 1974).

A confecção dos sulcos para captação de água pelo método "Guimarães Duque" consiste em se retirar o disco dianteiro de um arado reversível de três discos e, locadas as curvas de nível num terreno de encosta, cuja declividade natural não ultrapasse a 5%, constróem-se os sulcos, igualmente espaçados de 1,5m. O referido método é bem mais adequado, técnica e economicamente, para a maioria dos solos, quando comparados aos outros mostrados na Figura 14. Entretanto, tem como desvantagem o espaçamento fixo entre os sulcos consecutivos, no caso da exploração de culturas anuais, sendo mais adequado aos cultivos de milho, cupi, sorgo, mamona, mandioca, algodão e culturas perenes.

Outro método adaptado pelo CPATSA é denominado de método em "W" e consiste em camalhões largos e estreitos, alternados em curvas de nível (Figura 14). Neste sistema, os camalhões, largos planos inclinados, servem como área de captação, os estreitos como área de plantio e os sulcos entre os camalhões como área de armazenamento. A relação entre área de captação e de plantio é 2:1. Isto significa que para cada unidade de área de plantio, existem duas unidades de área de captação, assegurando assim a água necessária à cultura.

Algumas vantagens deste método são:

- . demarcação distinta entre a área de plantio e de captação, permitindo compactar esta última para incrementar a produção de escoamento superficial;
- . colocação de duas fileiras de plantas por camalhão;
- . dependendo da largura da área de plantio, permite escolher o arranjo para diferentes tipos de cultura;
- . a forma simétrica do sistema facilita a mecanização com trator ou à tração animal;
- . adapta-se a qualquer espaçamento.

Já se têm definido várias alternativas tecnológicas para confecção da técnica de captação de água de chuva "in situ", tanto a trator de pneu como a tração animal, através da série de policultores.

Resultados recentes mostram um incremento na produtividade da cultura do feijão caupi de 40 a 500%. Acredita-se que com o uso generalizado desta tecnologia, em um período de 10 anos, poder-se-ia duplicar a produção agrícola da região semi-árida nordestina, desde que fosse convenientemente usada pelos produtores.

Uma análise econômica da exploração da cultura do caupi é apresentada na Tabela 9.

Tabela 9. Análise econômica da exploração da cultura do caupi com captação de água "in situ". Solos pesados (textura fina).

Área de plantio: 1,0ha

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor (ORTN)
Preparo da área			
- Aração	H/t	4,0	6,02
- Gradagem	H/t	2,0	3,01
- Sulcamento	H/t	2,0	3,01
Insumos			
- Sementes	kg	10	1,93
- Superfosfato simples	kg	250	5,37
- Inseticidas	l	5	3,06
Plantio	H/d	1,0	0,16
Tratos Culturais			
- Colheita	H/d	8	1,29
- Debulhamento	H/d	6	0,97
Despesa total			20,4
Produção: 800 kg			
Receita total	kg	600	40,63
Receita líquida (não existe investimento)			12,52

ORTN : Cr\$ 9.304,61 (março 84)

H/t : Hora/trator de pneu

H/d : Homem/dia.

1.1.6. Sistema de Irrigação por Potes de Barro

Uma das primeiras experiências científicas utilizando pote de barro como método de irrigação, depois da redescoberta desta tecnologia, foi feita por Mondal (1974 e 1978) e indicaram que plantas de abobrinha (*Curcubita sp.*) podem, efetivamente, crescer ao redor dos potes em condições de solos normais, salinos e salino-sódicos, com uma pequena quantidade de água, correspondendo a uma lâmina de 1,7cm/ha/800 potes, durante um período de 70 dias.

Testes preliminares com pequenas unidades de barro, com dimensões aproximadas de 15cm de altura por 8cm de diâmetro, foram realizados pelo Instituto de Solos do Irã em 1977, utilizando tanto água normal como salina. Embora tenham alcançado bons resultados, aconselha-se a necessidade de alguns estudos complementares.

Experiências desenvolvidas demonstraram que pequenas hortas domésticas podem ser cultivadas, fazendo-se uso de potes de barro com capacidade para 15 litros, na base de oito unidades para uma superfície hortícola de 10m², com um consumo estimado de cerca de 300 litros de água durante um período de 100 dias de cultivo.

No Brasil, o pote de barro usado tradicionalmente para conservação de água no meio rural, foi modificado para ser utilizado com fins de irrigação. A inovação consistiu em aumentar sua porosidade para 22% e modificar o método de confecção, isto é, sem polimento interno e externo, bem como a adição de materiais porosos como esterco, pó de serra ou simplesmente a adição de areia.

O método de irrigação por potes de barro é bastante rudimentar e tem como objetivo básico suprir as necessidades mínimas de uso de água pelas plantas, não implicando, necessariamente, em rendimentos máximos, bem como diminuir as horas de trabalho da mão-de-obra familiar, utilizada na irrigação das pequenas hortas caseiras.

A água de irrigação deverá ser de boa qualidade, porque dela dependerá a vida útil do sistema, isto é, sem argila em suspensão ou lodosa. Também não se deve usar água pesada, com teores de sais elevados, principalmente se esta contém sulfatos e carbonatos. A aplicação de fertilizantes deve ser feita diretamente no solo, na área delimitada pelo bulbo molhado, pois quando aplicados na água de irrigação, provoca redução na porosidade do pote, diminuindo, conseqüentemente, sua liberação.

O sistema vem sendo usado na região semi-árida brasileira em hortas familiares e pomares caseiros, de forma individual e interconectada, como se observa na Figura 15.



FIG. 15. Sistema de irrigação por potes de barro.

1.1.7. Sistema de Irrigação por Mangueiras

Este sistema de irrigação caracteriza-se pela condução de água através de tubulação, de sua distribuição por meio de mangueiras de PVC flexível e pela aplicação localizada da água. Funciona sob condições de baixa e média pressões, não requerendo a filtragem da água e apresentando alta eficiência de irrigação. Destina-se ao aproveitamento de fontes de água com pequena vazão ou pequeno volume, à exploração de terrenos que apresentam limitações topográficas para os sistemas de irrigação convencionais, com exceção do gotejamento, ao aproveitamento da mão-de-obra familiar e à exploração de culturas anuais ou perenes.

O sistema de irrigação por mangueira apresenta-se bastante diversificado quanto ao tamanho dos módulos irrigáveis, apresenta mobilidade do sistema de condução de água e alternativas de bombeamento. O baixo custo de investimento inicial, a simplicidade de instalação e de manejo do sistema e a elevada eficiência de irrigação deste sistema podem permitir a sua adoção por parte do pequeno agricultor.

A composição de um sistema de irrigação por mangueiras é feita em função do sistema de captação de água, pois as áreas irrigadas podem estar situadas à jusante ou à montante da fonte de água. De um modo geral, pode ser apresentado da seguinte maneira: conjunto motobomba ou reservatório; linha principal; linha secundária; linha lateral e mangueira de distribuição.

Conjunto motobomba - Representado por uma bomba centrífuga acoplada a um motor diesel ou elétrico. Desde que exista na propriedade um ponto de tomada de água com energia gravitacional suficiente para o funcionamento do sistema de irrigação projetado, o conjunto de bombeamento pode ser excluído do sistema.

Linha principal - A seleção da tubulação principal está em função das perdas de carga, velocidade, vazão e mobilidade do sistema. Para um sistema móvel, dimensionado para funcionar sob baixa e média pressões, aconselham-se tubos de PVC rígido azul com engate rápido, de modo a reduzir ao mínimo o tempo gasto para a mudança da tubulação. Para um sistema semifixo funcionando sob baixa pressão (20 m), recomendam-se tubos de PVC rígido, tipo "esgoto", no trecho em que a tubulação é fixa, de modo a proporcionar a redução dos custos de investimento inicial. O diâmetro da tubulação deverá satisfazer, dentro do aspecto econômico, o requerimento de desempenho do sistema de irrigação.

Linha secundária - O tipo desta tubulação deve ser selecionado em função da mobilidade do sistema de irrigação. Para o sistema móvel ou semifixo, aconselham-se tubos de PVC rígido, dotado de engate rápido. Já para o sistema que requer baixa pressão, essa tubulação poderá ser de PVC rígido tipo "esgoto".

Mangueira de distribuição - É recomendável uma mangueira de plástico transparente, por ser um material muito flexível. O comprimento e o diâmetro da mangueira, associados à sua flexibilidade, concorrem para uma maior funcionalidade na aplicação da água de irrigação. No sistema de irrigação em que a água é aplicada na extremidade do sulco, a mangueira com 25 m de comprimento e 1,1/4" de diâmetro tem se apresentado como a mais funcional.

Ponto de derivação - Dependendo do comprimento da parcela e da mangueira de distribuição, a linha lateral pode ter um ou mais pontos de derivação.

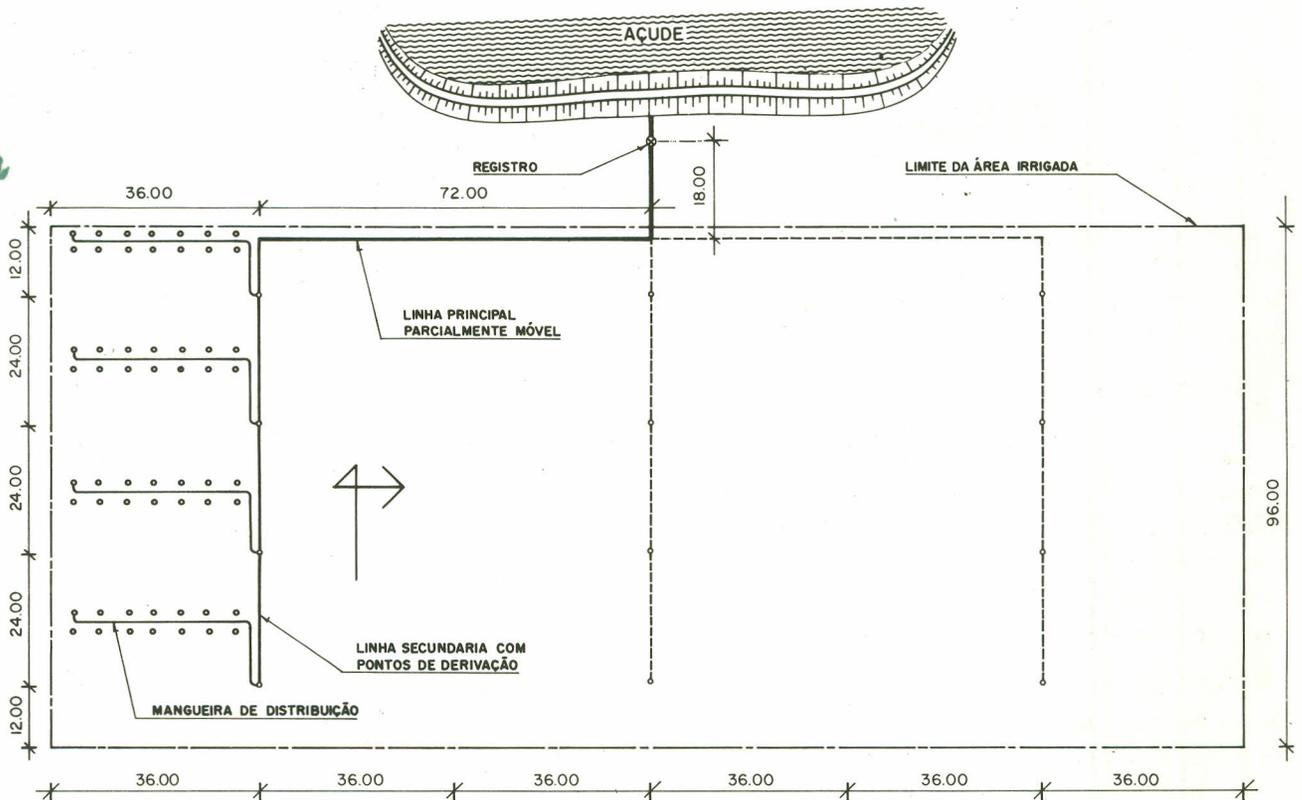
Aspersor - O aspersor terminal pode ser um bico de regador (plástico), uma peça em "T" (PVC rígido) ou um aspersor propriamente dito.

O sistema de irrigação por mangueira pode ser usado nas seguintes modalidades, em função da maneira de aplicação da água:

- A. utilizando sulcos curtos, fechados e nivelados;
- B. utilizando microbacias;
- C. utilizando um aspersor manual (bico de regador ou outro);
- D. utilizando um aspersor terminal.

O sistema A destina-se à exploração de culturas como melancia, melão, tomate, feijão, milho, sorgo, cebola, etc; o sistema B é indicado para o cultivo da fruticultura em geral; o sistema C é indicado para a exploração de diversas hortaliças, enquanto o sistema D apresenta-se indicado para o cultivo de quase todas as culturas, com exceção da fruticultura.

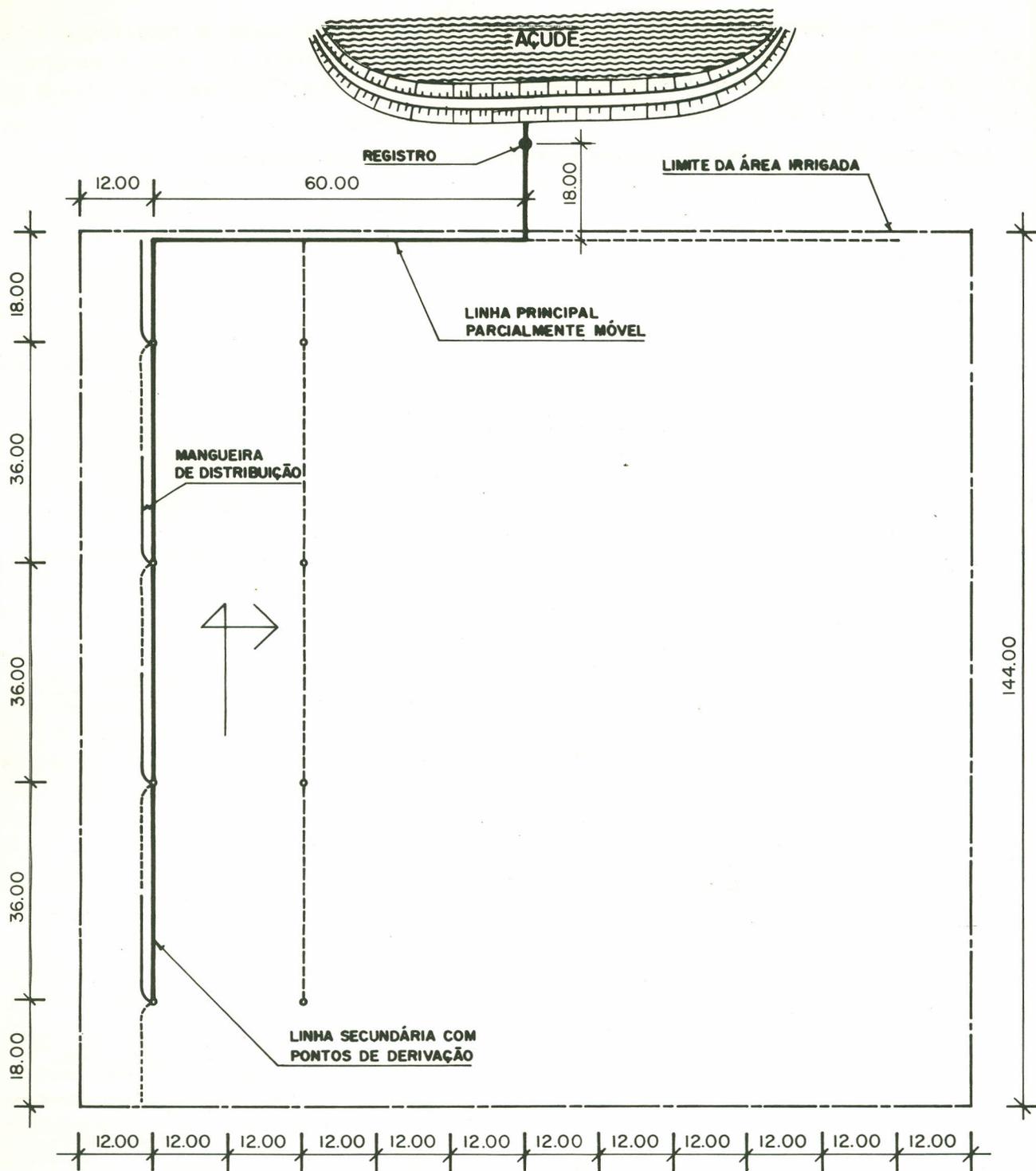
As Figuras 16, 17, e 18 mostram alguns sistemas de irrigação por mangueira.



PROJETO DE IRRIGAÇÃO POR MANGUEIRA.
UTILIZANDO MICROBACIAS SEM BOMBEAMENTO

PROPRIEDADE:		PROPRIETÁRIO:	
FAZENDA PEDRA		JOSE CARLOS DA SILVA	
MUNICÍPIO:	ESTADO:	ÁREA IRRIGADA:	PROJETO:
PETROLINA	PE	2,07 ha	
DATA:	ESCALA:	DESENHO:	VISTO:
09/AGO/89	1 / 1000	JCBEZERRA	

FIG. 16. Sistema de irrigação por mangueira utilizando microbacias e sem bombeamento.



**PROJETO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO
POR MANGUEIRA UTILIZANDO SULCOS CURTOS
FECHADOS E NIVELADOS SEM BOMBEAMENTO**

PROPRIEDADE: FAZENDA PEDRA		PROPRIETÁRIO: JOSE CARLOS DA SILVA	
MUNICÍPIO: PETROLINA	ESTADO: PE	ÁREA IRRIGADO: 2,0 ha	PROJETO:
DATA: 09/AGO/89	ESCALA: 1 / 1000	DESENHO: JCBEZERRA	VISTO:

FIG. 17. Sistema de irrigação por mangueira utilizando sulcos curtos fechados e nivelados sem bombeamento.

1.2.1. Capim-buffel

O capim-búfel é a gramínea que atualmente apresenta maior destaque entre as pastagens cultivadas nas regiões secas do Nordeste, devido à sua boa adaptação e resistência.

No Brasil, foram introduzidas várias cultivares, sendo as mais comuns a Biloela e a Gayndah, procedentes da Austrália, e outras de menor dispersão como a Molopo, procedente da África e Americano, dos Estados Unidos. Em relação ao desempenho destas cultivares, existem diferenças tanto no comportamento morfológico quanto fisiológico. A produtividade pode variar de 8 a 11 toneladas de matéria seca/ha/ano, podendo fornecer forragens para bovinos, ovinos e caprinos durante todo o ano, mesmo durante prolongado período de estiagem. Sua capacidade de suporte está em torno de 1ha para um bovino adulto por ano.

O CPATSA, desde 1978, vem pesquisando métodos de implantação e manejo desta gramínea com alguns resultados positivos, testados ao nível de produtor.

Nestes testes, verificou-se que o desmatamento mecânico com raspagem da camada superficial do solo, através de lâmina "bulldozer", tem prejudicado o estabelecimento do capim. O plantio poderá ser realizado em sulcos, covas ou a lanço. Em áreas anteriormente cultivadas, onde normalmente existe uma grande ocorrência de ervas daninhas, o plantio deverá ser realizado em sulcos ou em covas, para facilitar as capinas que se fizerem necessárias. Os espaçamentos entre os sulcos e entre as covas poderão variar de 0,80m a 1,00m. A quantidade de semente poderá variar de 4 a 7kg/ha.

Em pastagens bem formadas, verificaram-se ganhos médios de até 450g/dia, utilizando-se novilhos em idades de crescimento, com peso inicial de 150kg e final de 400kg. Acima deste teto, a conversão alimentar começa a diminuir, tendo em vista o limitante padrão racial do gado predominante da região semi-árida do Nordeste.

A Figura 19 mostra uma planta de capim-búfel com indicação da estrutura floral.

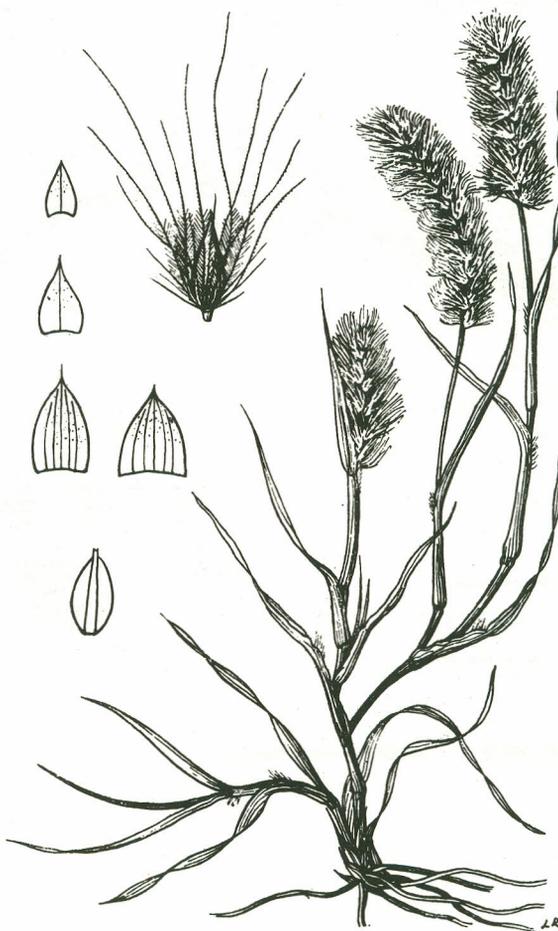


FIG. 19. Capim buffel e sua estrutura floral.

²⁸ Naturalista, M.Sc., EMBRAPA-CPATSA.

1.2.2. Banco de Proteína

É crescente a importância das forrageiras no melhoramento da pecuária brasileira, verificando-se um maior interesse por parte dos pesquisadores em pesquisar leguminosas e gramíneas nativas que hoje constituem-se em alimentação para o rebanho nas pastagens naturais das distintas regiões ecológicas nordestinas.

As pastagens em geral reduzem seu valor nutritivo com a maturidade, principalmente se constituídas só de gramíneas, que comumente atingem níveis protéicos muito baixos. Nas regiões semi-áridas do Nordeste, nas épocas secas, é comum observarem-se níveis protéicos abaixo de 5% nas gramíneas. Considerando-se 8% de proteína bruta, o nível mínimo recomendado pelos especialistas para que os animais desempenhem normalmente todas as suas funções e considerando-se que as leguminosas herbáceas, avaliadas até o momento, não têm servido para consorciação com gramínea no semi-árido porque perdem as folhas nas épocas secas, verifica-se a necessidade do cultivo de leguminosas arbustivas ou arbóreas em áreas isoladas (bancos de proteínas) capazes de rebrotarem após o pastejo, mesmo durante a maior parte do período seco. Para esta finalidade, a leucena (*Leucaena leucocephala*) (Figura 20) tem se revelado como uma das espécies forrageiras mais promissoras e o CPATSA a vem pesquisando desde 1977.



FIG. 20. *Leucena*.

²⁹Eng. Agr., M.Sc., EMBRAPA-CPATSA.

Uma outra espécie que tem apresentado bom comportamento, em algumas localidades da região, é o feijão guandu (*Cajanus cajan*) que, além dos grãos que poderão ser utilizados na alimentação humana, é capaz de produzir forragem verde de boa qualidade na época seca, rebrotando após o corte ou pastejo direto. As variedades cultivadas na região, em regime de sequeiro, têm apresentado ciclo vegetativo bianual, o que vem acarretar um custo adicional para replantio da área a cada dois anos. Entretanto, a precocidade e a versatilidade da cultura poderão compensar este custo adicional.

Tanto para a leucena como para o guandu, quando utilizados para pastejo direto, como bancos de proteína, a proporção da área cultivada em relação à área de gramínea poderá variar de 10% a 30%, de acordo com as produtividades apresentadas pelas leguminosas no local.

O consumo das leguminosas deverá girar em torno de 30% da alimentação dos animais. O pastejo direto, que é o modo de arraçoamento mais barato, poderá ser realizado em períodos curtos de duas horas diárias, ou em períodos mais longos, como dois dias por semana, alternados ou consecutivos.

1.3. Mecanização Agrícola

José Barbosa dos Anjos³⁰

Do ponto de vista prático, o sucesso no uso da mecanização agrícola, seja ela à tração animal ou motora, depende de dois fatores: a adequada escolha do tipo de potência a ser utilizada em cada situação proposta e o seu emprego de forma racional.

A definição do tipo de mecanização agrícola depende das condições ecológicas e socio-econômicas, bem como da área a ser cultivada.

Um acordo de cooperação entre Brasil e França permitiu a vinda de técnicos franceses para desenvolver um trabalho conjunto envolvendo a pesquisa, indústrias e o serviço de extensão rural, resultando na introdução de uma nova série de equipamentos (policultores) e despertando, assim, o interesse pela reutilização da tração animal que ficou marginalizada desde a introdução das fábricas de tratores nacionais.

O CPATSA vem trabalhando na adaptação, criação e testes de máquinas agrícolas à tração animal e ferramentas manuais a fim de atender à demanda de mão-de-obra no meio rural, visando a reduzir o custo de produção na agricultura e pecuária.

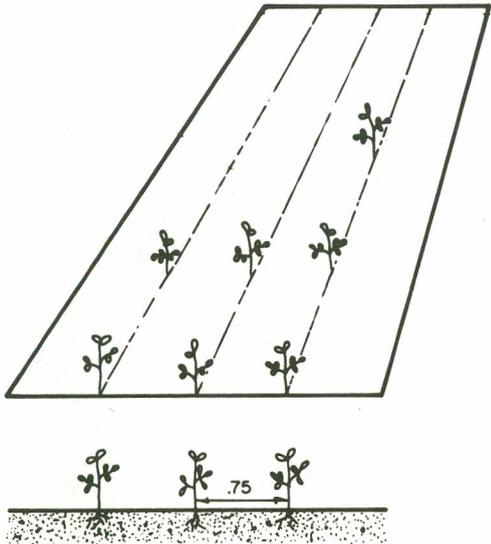
Na área de produção de forragens, há algumas tecnologias destinadas à exploração do capim-búfel (*Cenchrus ciliaris* L.), como semeadura com plantadeira manual e semeadeira à tração animal; colhedeira de sementes (manual); ceifadeira, ancinho e carreta para o transporte de feno e/ou restos de culturas, movidos à tração animal.

A exploração de culturas de sequeiro no semi-árido exige o emprego de técnicas de preparo do solo, cujo objetivo é captar a água de chuva "in situ". Embora existam outras técnicas de preparo do solo com essa finalidade, conforme Figura 21, a aração parcial, onde apenas 50% da área é arada utilizando a parte não mobilizada, serve para a captação de água de chuva "in situ".

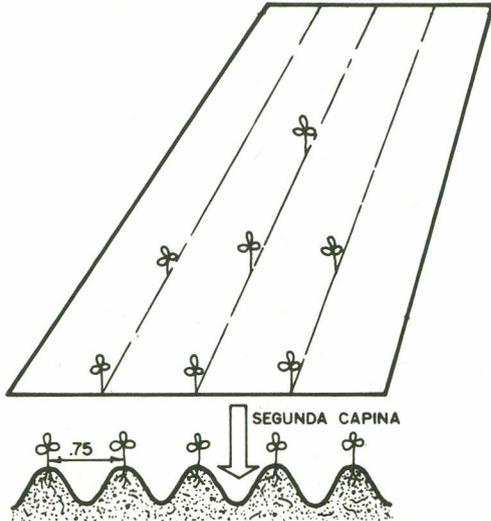
O método da aração parcial oferece várias vantagens: duplica a capacidade de trabalho do arado de aiveca reversível no preparo do solo, permite a rotação gradativa da área de plantio e a capina pode ser realizada com o arado, conforme mostra a Figura 22.

A motomecanização em cultivos de sequeiro é basicamente a aração e gradagem. Nas áreas irrigadas, chega à operação de sulcamento, no entanto, com a expansão dos cultivos irrigados nos municípios de Petrolina, PE, Juazeiro, BA e adjacências, já há um déficit de mão-de-obra no meio rural, o que exige o uso de técnicas agrícolas mecanizadas, como semeadura direta de hortaliças e tratos fitossanitários, entre outras.

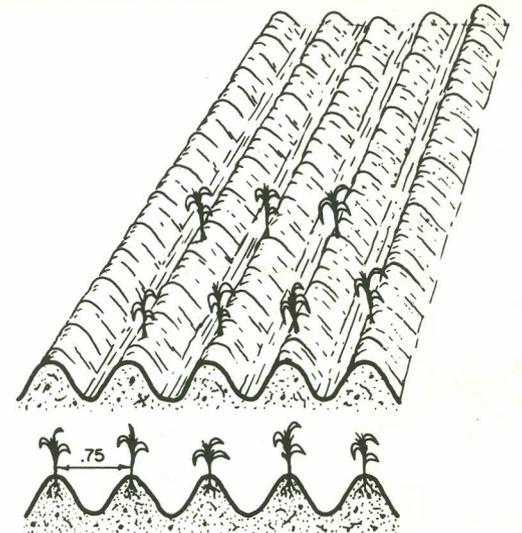
³⁰ Eng. Agr., M.Sc. em Mecanização Agrícola, EMBRAPA-CPATSA.



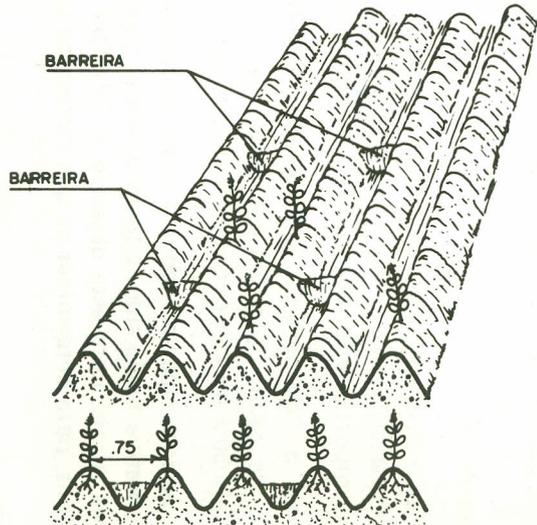
PLANO



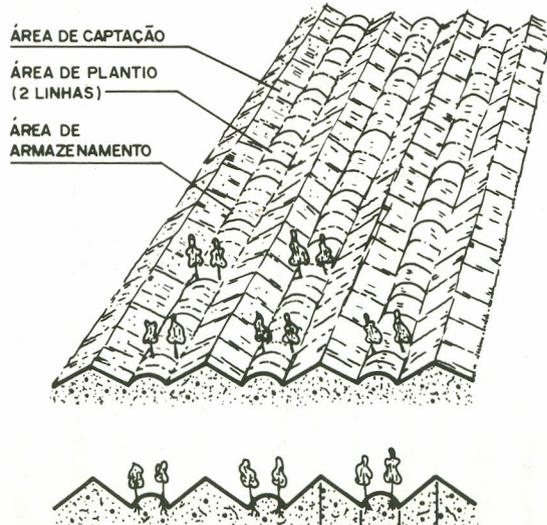
PLANO E SULCAMENTO



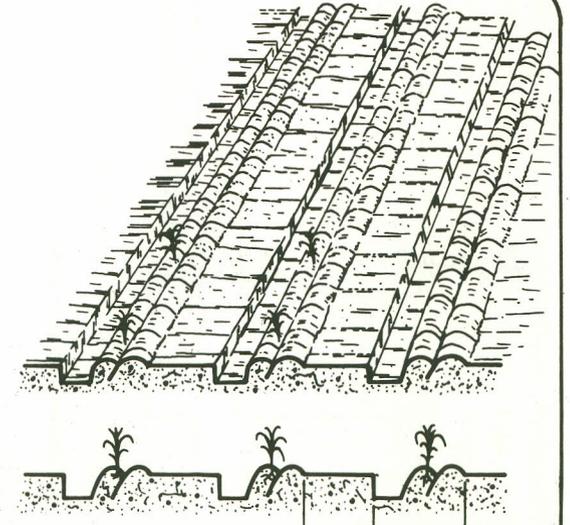
SULCAMENTO



SULCO BARRADO



CAMALHÕES INCLINADOS



ARAÇÃO PARCIAL

FAIXA NÃO ARADA FAIXA ARADA

FIG. 21. Sistemas de cultivo.

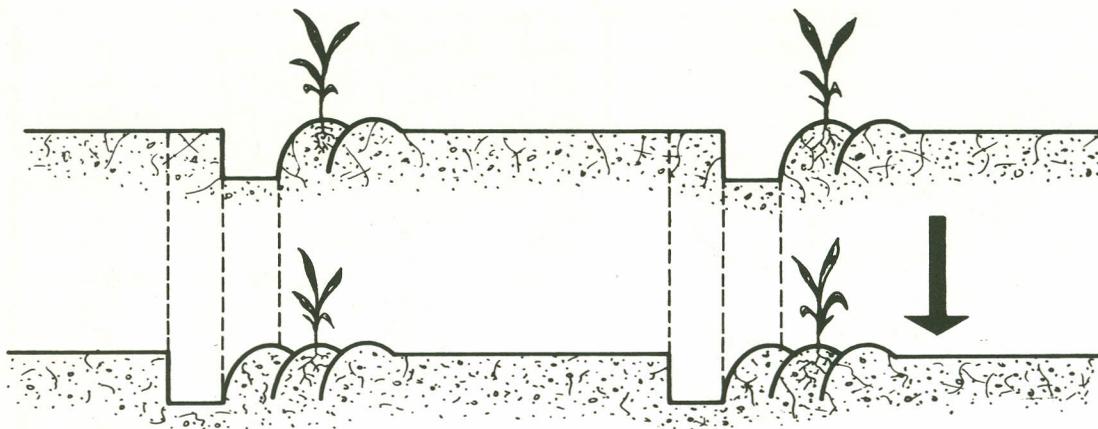


FIG. 22. Detalhe da aração parcial.

A subsolagem é imprescindível para melhorar as condições físicas do solo, devido às freqüentes arações e gradagens que antecedem aos cultivos instalados sucessivamente, os quais concorrem de maneira acelerada para o processo de compactação.

A produção de adubo orgânico de origem animal na região é insuficiente para atender à demanda, obrigando os produtores a recorrerem à adubação verde, o que necessitará de implementos e técnicas que viabilizem sua incorporação ao solo.

O CPATSA vem pesquisando sobre máquinas e implementos, buscando tecnificar, através da mecanização agrícola, a exploração de sistemas agrícolas e pecuários, objetivando, assim, a viabilização técnica e econômica de alternativas que a região oferece para o setor agropecuário.

1.4. Conservação de Produtos

Paulo Anselmo Andrade Aguiar³¹

1.4.1. Armazenamento e Conservação de Grãos

Para uma boa conservação dos alimentos de origem vegetal, faz-se necessário um bom armazenamento, adequado a cada tipo de produto.

O armazenamento deve ser capaz de manter e conservar os padrões de qualidade necessários e prolongar a vida do alimento entre a fonte de produção e o consumo final, de acordo com as necessidades do mercado.

No Nordeste do Brasil, a maioria das variedades de feijão consumidas na alimentação humana são da espécie *Vigna unguiculata* L. Walp, representando aproximadamente 90% da área total cultivada com feijão e uma importante fonte protéica, principalmente para a população de baixa renda.

Entretanto o "gorgulho" (*Callosobruchus maculatus* (Fabr.)) tem causado sérios problemas na conservação de caupi ou feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* L. Walp), ao nível regional, provocando redução de até 50% no valor comercial do produto.

Embora vários aspectos tenham sido estudados visando ao armazenamento desta leguminosa, nenhuma tentativa havia sido feita para avaliar o problema de armazenamento do feijão-de-corda em propriedades rurais. Com este objetivo, o CPATSA iniciou, em 1981, pesquisas com diferentes tipos de embalagens, para determinar as que melhor se prestam a médios produtores rurais da região.

³¹Eng. Agr., Ph.D., EMBRAPA-CPATSA.

Foram utilizados vários tipos de embalagens, sendo estas herméticas ou semi-herméticas (caixa de amianto, silo metálico e subterrâneo) com uma boa capacidade de preservação do feijão durante todo o período de armazenagem. Houve também uma boa proteção ao ataque do gorgulho, principalmente na caixa de amianto, onde as sementes foram cobertas com areia. Segundo Bastos (1970), a areia atua como agente preventivo e curativo no ataque do inseto. O armazenamento do caupi em recipientes semi-herméticos (caixa de amianto com cobertura de areia), além de não favorecer o desenvolvimento da praga, condiciona a sua saída da massa de grãos para a superfície da camada de areia, bem como evita a sua penetração.

A caixa de amianto pode ser substituída por madeira, para reduzir ainda mais os custos da tecnologia.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- AMIN, S.; VERGOUPOLOS, K. **A questão camponesa e capitalismo**. Lisboa : A Regra do Jogo, 1978. 256p.
- BASTOS, J.A.M. Efeito da areia, em camadas de pequena espessura de feijão-de-corda (*Vigna sinensis* Endl.), no controle do gorgulho (*Callosobruchus analis* abr., 1775). **Pesquisa Agropecuária do Nordeste**, Recife, v.2, n.2, p.73-78, jun./dez. 1970.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. Viçosa : Imprensa Universitária, 1982. 462p., il.
- BILLAZ, R. **Les investigations techniques dans le développement rural** : vulgarisation agricole; recherche - agronomique. Paris : IRAM, 1974. 22p.
- BILLAZ, R.; DUFUMIER, M. **Recherche développement des agricultures**. Paris : Presses Universitaires de France, 1981. 190p.
- CHIAVENATO, I. **Administração de recursos humanos**. 2.ed. São Paulo : Atlas, 1981. 199p.
- CHONCHOL, J. **Metodologia para formular un programa de desarrollo agrícola**. 2.ed. Recife, PE : SUDENE-DRH, 1966. 127p. (SUDENE. Publicação, 791).
- CHURCHMAN, C.W. **Introdução à teoria dos sistemas**. Petrópolis, RJ : Vozes, 1972. 312p.
- CLUFF, C.B. The use of the compartmented reservoir in water harvesting agrisystems. In : INTERNATIONAL ARID LANDS CONFERENCE ON PLANT RESOURCES, 1979. Lubbock, Texas. **Proceedings of the International Arid Lands Conference on Plant Resources**, Lubbock : Texas Tech. University, 1979. p.482-500.
- DILLON, J.L.; MESQUITA, T.C. **Atitudes dos agricultores do sertão do Ceará diante do risco**. Fortaleza, CE : Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, 1976. 25p. (Universidade Federal do Ceará. Pesquisa, 12).
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Crop water requirement**. Roma : FAO, 1975. 179p. (FAO. Irrigation and Drainage. Paper, 24).
- DORASWAMY, G.; VALLÉE, G.J.A.; PORTO, E.R. **Pequenos agricultores III** : manual para coleta de dados em sistemas de produção em nível de propriedade agrícola. Petrolina, PE : EMBRAPA-CPATSA, 1984. 123p. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 33).
- DUQUE, J.G. Algumas sugestões da exploração de açudes públicos. In : DUQUE, J.G. **Solo e água no polígono das secas**. 4.ed. Fortaleza, CE : DNOCS, 1973. p.129-156. (DNOCS. Séries I-A. Publicações, 154).
- ELGUETA, G.M.; VENEZIAL, E. **Economia y organizacion de la investigacion agropecuaria**. Santiago: INIA, 1982. 297p.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (Petrolina, PE). **Boletim agrometeorológico 1980-1981-1982**. Petrolina, PE, 1984. 120p., il. (EMBRAPA-CPATSA. Boletim Agrometeorológico, 3).

- EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (Salvador, BA). **Diagnóstico agro-sócio-econômico e tecnológico de sete municípios do Nordeste da Bahia (estudos de casos)**. Salvador, BA, 1983. 585p., il. (EMATER-BA. Série Estudos Diversos, 10).
- EVENARI, M., SHARNAN, L.; TODMOR, N. The agricultural potential of loess and loesslike soils in arid and semi-arid zones. In : SEMINARIO INTERNAZIONALE SULLA VALUTAZIONE DELLE TERRE DELLE ZONE ARIDE E SEMIARIDE DELL' AMERICA LATINA, 1974. Roma. **Seminário**. Roma, Itália : IILA, 1974. p.489-507. (Publicazione dell Instituto Italo-Latino Americano, 4).
- FEITOSA, L.R. **A instabilidade dos ecossistemas florestais e a proteção inadvertida ao ambiente pelo homem brasileiro**. Cariacica, ES : EMCAPA, 1980. 53p.
- FONTAINE, E.R. **Evaluación social de proyectos**. Santiago : Universidad Catolica de Chile, Instituto de Economia, 1981. 403p. il.
- GITTINGER, J.P. **Análisis económico de proyectos agrícolas**. 2.ed. Madrid : Tecnos, 1984. 532p.
- GUERRA, P. de B. **Açudes públicos do Nordeste : relação dos reservatórios construídos até 1979**. Fortaleza, CE : DNOCS, 1980. 21p.
- HARGREAVES, G.H. **Monthly precipitation probabilities for Northeast Brazil**. Logan : Utah State University, 1973. 423p.
- HARGREAVES, G.H. **Potential evapotranspiration and irrigation requirements for Northeast Brazil**. Logan : Utah State University, 1974a. 56p.
- HARGREAVES, G.H. **Precipitation dependability and potentials for agricultural production in Northeast Brasil**. Logan : Utah State University, 1974b. 123p.
- HOLANDA, N. **Planejamento e projetos; uma introdução às técnicas de planejamento e elaboração de projetos**. 12.ed. Fortaleza, CE : Universidade Federal do Ceará, 1983. 402p.
- HOPEMAN, J.R. **Análise de sistemas e gerências de operações**. Petrópolis : Vozes, 1977. 398p.
- INSTITUT DE RECHERCHE ET D'APPLICATION DE METHODES DE DEVELOPPEMENT (Paris, France). **Méthodes d'évaluation des projets de développement rural**. Paris, 1980. 42p.
- INSTITUTO NORDESTINO PARA O FOMENTO DE ALGODÃO E OLEAGINOSAS (Recife, PE). **INFAOL : sua programação e resultados**. Recife, 1974. 163p., il.
- INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARID TROPICS (Hyderabad, India). **Annual report 1973-74**. Hyderabad, 1974. 87p.
- KAUTSKY, R. **A questão agrária**. 3.ed. São Paulo: Proposta, 1980. 329p.
- KAMPEN, J. **Farming systems research and technology for the semi-arid tropics**. Hyderabad: ICRISAT, 1979. 40p.
- LÂMINAS verticales de plástico regulan nível freático en el Delta del Mississippi. **Agricultura de las Américas**, v.31, n.2, p.14, feb.1982.
- MACIEL, J.L.; SILVA, D.D. da. **Levantamento técnico de algumas barragens subterrâneas da Paraíba e Rio Grande do Norte**. Petrolina, PE : EMBRAPA-CPATSA, 1984. [n.p.]
- MIALHE, L.G. **Manual de mecanização agrícola**. São Paulo : Agronômica Ceres, 1974. 301p., il. (Ceres, 11).
- MIRANDA, E.E. de. **Métodos de pesquisa agrônômica sobre as limitações dos rendimentos culturais ao nível de pequenos agricultores do trópico semi-árido do Brasil**. Petrolina, PE : EMBRAPA-CPATSA, 1981. 56p. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 10).
- MONDAL, R.C. Farming with a pitcher, a technique of water conservation. **World Crops**, v.26, n.2, p.94-97, Mar./Apr. 1974.

- MONDAL, R.C. Pitcher farming is economical. **World Crops**, v.30, n.3, p.124, May/June, 1978.
- OLIVEIRA, A.R. de. **Métodos de avaliação dos resultados da pesquisa e desenvolvimento** : sua aplicação no Brasil. [S.I.], FINEP/PROTAP, 1981. 30p.
- OLIVEIRA, M.C. de. **O capim buffel nas regiões secas do Nordeste**. Petrolina, PE : EMBRAPA-CPATSA, 1971. 19p. (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, 5).
- OREV, Y. Prolonging water-flow in Negev Wadis; preliminary report on a modest experiment. **Kidma**, v.5, n.4, p.8-11, 1980.
- PAEZ, G. **Delineamento experimental de sistemas de produção agrícola**. Brasília, DF : EMBRAPA/IICA, [s.d.]. 51p.
- PETIT, M. **Pour une approche globale de l'exploitation agricole**. Dijon, France : INRA, 1979. 13p.
- PORTO, E.R.; GARAGORRY, F.L.; SILVA, A. de S.; MOITA, A.W. **Risco climático** : estimativa de sucesso da agricultura dependente de chuva para diferentes épocas de plantio. I. cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Petrolina, PE : EMBRAPA-CPATSA, 1983. 129p. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 23).
- REBOUÇAS, A. da C.; MARINHO, M.E. **Hidrologia das secas do Nordeste do Brasil**. Recife : SUDENE-DRN, Divisão de Hidrologia, 1972. 126p. (SUDENE. Série Hidrologia, 40).
- ROSNAY, J. de. **Le macroscopie** : vers une vision globale. Paris : Seuil, 1975. 295p.
- SANTOS, E.D. **Necessidades de água de irrigação para algumas culturas do Submédio São Francisco**. Recife, PE : EMATER-PE, 1977. 17p.
- SAUNDERS, R.J.; WARFORD, J.J. **Abastecimento de água em pequenas comunidades**; aspectos econômicos e políticos nos países em desenvolvimento. Rio de Janeiro : ABES/CODEVASF, 1983. 252p.
- SCHIFINO, A.C. **Uma abordagem das atividades agrárias** : pequenos e médios proprietários rurais na "região de Ouricuri", Pernambuco. São Paulo : Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, 1984. 206p., il. Tese Mestrado.
- SEBILLOTTE, M. **Réflexions sur les conditions d'une étude pastorale dans le cadre d'une étude régionales de développement**. Paris : Institut National Agronomique, 1972. 11p.
- SILVA, A. de S.; PORTO, E.R. **Utilização e conservação dos recursos hídricos em áreas rurais do trópico semi-árido do Brasil**; tecnologias de baixo custo. Petrolina, PE : EMBRAPA-CPATSA, 1982. 128p., il. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 14).
- SILVA, A. de S.; PORTO, E.R.; GOMES, P.C.F. **Seleção de áreas e construção de barreiros para uso de irrigações de salvação no Trópico Semi-Árido**. Petrolina, PE : EMBRAPA-CPATSA, 1981. 43p., il. (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, 3).
- SILVA, A. de S.; PORTO, E.R.; LIMA, L.T. de; GOMES, P.C.F. **Captação e conservação de água de chuva para consumo humano**: cisternas rurais; dimensionamento, construção e manejo. Petrolina, PE : EMBRAPA-CPATSA, 1984. 103p., il. (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, 12).
- SOARES, J.M. **Sistemas de irrigação por mangueiras**. Petrolina, PE : EMBRAPA-CPATSA, 1986. 130p., il. (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, 13).
- SPEEDING, C.R.W. **Sistemas agrários**. Zaragoza, España : Acribia, [s.d.]. 189p., il.
- STANFORD, L.O. **Análise de sistemas empresariais**. Rio de Janeiro, RJ : Livros Técnicos e Científicos, 1981. 122p.

- TIGRE, C.B. Barragens subterrâneas e submersas como meio rápido e econômico de armazenamento d'água. **Anais do Instituto do Nordeste**, Fortaleza, p.13-29, 1949.
- TOURTE, R.; BENOIT-CATTIN, M. **Une méthodologie d'étude des systèmes de production pour une agriculture paysanne tropicale**. Montpellier : IRAT, 1980. 17p., il.
- TOURTE, R.; BILLAZ, A. Approche des systèmes agraire et fonction recherche-développement; contribution à la mise au point d'une démarche. **Agronomie Tropicale**, v.37, n.3, p.223-232, 1982.
- VIVALLO P., A.G. **Análisis descriptivo de los pequeños agricultores de Rio Bueno**. Valdivia, Chile : Universidad Austral de Chile, 1970. 148p.
- VIVALLO P., A.G.; WILLIAMS F., C.O. **Pequenos agricultores I : métodos de pesquisa em sistema sócio-econômicos**. Petrolina, PE : EMBRAPA-CPATSA, 1984a. 213p., il. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 24).
- VIVALLO P., A.G.; WILLIAMS F., C.O. **Pequenos agricultores II : métodos de avaliação econômica e financeira**. Petrolina, PE : EMBRAPA-CPATSA, 1984a. 97p., il. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 25).
- WILLIAMS F., C.O. **Métodos de asistencia tecnica y desarrollo de pequeños productores del Proyecto Digua y Maule Norte**. Talca, Chile : Comisión Nacional de Riego, 1979. 280p.
- WILLIAMS FUENTES, C.O.; SOUZA, R.A. de; VIVALLO PINARE, A.G. **Pequenos agricultores IV : método de programação de sistemas rurais**. Brasília, DF : EMBRAPA-DDT, 1987. 111p. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 44).