

MÉTODOS DE PESQUISA AGRONÔMICA  
SOBRE AS LIMITAÇÕES DOS RENDIMENTOS CULTURAIS  
A NÍVEL DE PEQUENOS E MÉDIOS AGRICULTORES  
DO TRÓPICO SEMI-ÁRIDO DO BRASIL



EMBRAPA

CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO TRÓPICO SEMI-ÁRIDO

Documentos  
Número 10

ISSN 0100-9729  
Setembro, 1981

MÉTODOS DE PESQUISA AGRONÔMICA  
SOBRE AS LIMITAÇÕES DOS RENDIMENTOS CULTURAIS  
A NÍVEL DE PEQUENOS E MÉDIOS AGRICULTORES  
DO TRÓPICO SEMI-ÁRIDO DO BRASIL

Evaristo Eduardo de Miranda, Docteur

EMBRAPA

Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido

ISSN 0100-9729

Comitê de Publicações

Centro de Pesquisa Agropecuária  
do Trópico Semi-Árido (CPATSA)

Rua Presidente Dutra, 160

Caixa Postal, 23

56.300 Petrolina - PE

Telefone: (081) 961-0122\*

Telex : (081) 1878

Miranda, Evaristo Eduardo de

Métodos de pesquisa agronômica sobre as limitações dos rendimentos culturais a nível de pequenos e médios agricultores do Trópico Semi-Árido do Brasil. Petrolina, EMBRAPA-CPATSA, 1981.

55p. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 10)

1. Agricultura(Sequeiro)-Pesquisa-Métodos. 2. Agricultor-Limitações-Brasil-Regiões Semi-Áridas. I. Título. II. Série.

CDD-631.586

©

EMBRAPA

## APRESENTAÇÃO

As limitações que enfrentam a produção e a produtividade de agrícola nunca poderão ser entendidas nem solucionadas através de estudos e ações monodisciplinares isoladas. Há sempre uma interdependência lógica entre os diferentes componentes da atividade agrícola que, se desprezada, tornará improficuos os investimentos e os esforços, uma vez que, mesmo num quadro geral de problemas da atividade, existe um equilíbrio natural a ser considerado.

O Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA) vem desenvolvendo métodos de pesquisa agropecuária a nível de meio rural que permitem, através da análise das interações clima/solo/planta/técnicas culturais, oferecer os meios para uma hierarquização dos principais fatores e condições limitantes da produtividade.

Este trabalho expõe parte dos métodos desenvolvidos bem como os principais resultados obtidos durante a primeira fase dos estudos concernentes às culturas alimentares anuais. Pretende, ainda, exortar pessoas e instituições para uma reflexão mais profunda sobre a complexidade da atividade agrícola onde repousa a essência do seu entendimento.

RENIVAL ALVES DE SOUZA  
Chefe do Centro de Pesquisa Agropecuária  
do Trópico Semi-Árido.

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	3
RESUMO/ABSTRACT/RESUMÉ .....	7
INTRODUÇÃO .....	9
MÉTODOS DESENVOLVIDOS .....	13
Métodos de obtenção de dados .....	13
Primeiro problema: a escolha das propriedades ..	13
Segundo problema: o que estudar na propriedade ..	16
Terceiro problema: o que estudar a nível de par_	
cela .....	16
Método de tratamentos dos dados .....	23
PRINCIPAIS RESULTADOS OBSERVADOS .....	23
Com relação aos fatores e às condições de produção. 23	
Com relação aos níveis e à variabilidade dos rendi_	
mentos .....	27
EXPLICAÇÃO AGRONÔMICA DO QUE LIMITA A PRODUTIVIDADE A	
PARTIR DA ANÁLISE DAS INTERAÇÕES CLIMA/SOLO/PLANTA/TÉC_	
NICAS CULTURAIS .....	28
Equação do rendimento .....	28
Ciclo vegetativo e elaboração do rendimento .....	29
Germinação ou número de grãos germinados por hec_	
tare .....	30
Rompimento e o número de plantas/ha .....	33
Crescimento e o número de vagens/planta .....	37
Floração/frutificação e o número de grãos/vagens	40
Maturação ou o peso médio e a qualidade dos grãos	43
CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS .....	45
CONCLUSÕES .....	49
REFERÊNCIAS .....	51

MÉTODOS DE PESQUISA AGRONÔMICA SOBRE AS LIMITAÇÕES DOS RENDIMENTOS CULTURAIS  
A NÍVEL DE PEQUENOS E MÉDIOS AGRICULTORES DO TRÓPICO SEMI-ÁRIDO DO BRASIL

Evaristo Eduardo de Miranda<sup>1</sup>

**RESUMO** - O que limita a produtividade das culturas a nível de pequenos e médios agricultores do Trópico Semi-Árido do Brasil? O autor expõe os métodos de obtenção e tratamento de dados desenvolvidos na região de Ouricuri-PE com vistas a responder de modo circunstanciado a esta pergunta. Os métodos propostos permitem uma avaliação dos níveis e da variabilidade dos rendimentos das culturas anuais para amostras de propriedades que resultam de uma estratificação agroecológica e sócio-econômica. Através de métodos agrônômicos de análise das interações clima/solo/planta/técnicas culturais, o autor propõe os meios de uma hierarquização dos principais fatores e condições limitantes da produtividade. Apesar do objetivo essencialmente metodológico, o trabalho apresenta resultados relativos à cultura de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) e conclui sobre a necessidade de consolidar-se a agronomia como ciência de relações.

AGRICULTURAL RESEARCH METHODS ON THE FACTORS LIMITING CROP YIELDS  
AT THE SMALL AND MEDIUM-SIZED FARMS IN BRAZILIAN SEMI-ARID TROPICS

**ABSTRACT** - What is limiting crop yield in small and medium-sized farms in the Semi-Arid of Brazil? The author presents methods to obtain and to treat data which were developed in the Ouricuri-PE region leading to answering such question in a circumstantial way. The proposed methods allow for an evaluation of the level and variability of annual crop yields for "sample farms" resulting from an agroecological and socio-economic stratification. The author proposes ways to the ranking of major factors and limiting conditions to agricultural productivity, by means of agronomical methods to analyze interactions among climate/soil/plant/tillage practices. Despite the essentially methodological goal, the work presents results related to cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) and concludes on the necessity of regarding Agronomy as a science of relationship.

METHODES DE RECHERCHE AGRONOMIQUE SUR LES CONTRAINTES DES RENDEMENTS CULTURAUX  
AU NIVEAU DES PETITS ET MOYENS AGRICULTEURS DU TROPIQUE SEMI-ARIDE DU BRÉSIL

**RESUMÉ** - Qu'est-ce qui limite les rendements culturaux des petits et moyens agriculteurs du Tropique Semi-Aride du Brésil? L'auteur expose les méthodes d'obtention et de traitement des données développées dans la région de Ouricuri-PE en vue de répondre, de façon circonstanciée, à cette question. Les méthodes proposées permettent une évaluation des niveaux et de la variabilité des rendements des cultures annuelles pour un échantillon d'exploitations agricoles défini à partir de critères agroécologiques et socio-économiques. Par des méthodes Agronomiques d'analyse des interactions clima/sol/plante/téchniques culturales, l'auteur propose les moyens d'une hiérarchisation des principaux facteurs et conditions limitantes des rendements. Malgré son but essentiellement méthodologique, le travail présente des résultats relatifs à la culture du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) et conclue sur le besoin de consolider l'agronomie en tant que science de relations.

<sup>1</sup> Docteur Ingénieur en Écologie Générale et Appliquée, Pesquisador do CPATSA-EMBRAPA.

MÉTODOS DE PESQUISA AGRONÔMICA  
SOBRE AS LIMITAÇÕES DOS RENDIMENTOS CULTURAIS  
A NÍVEL DE PEQUENOS E MÉDIOS AGRICULTORES  
DO TRÓPICO SEMI-ÁRIDO DO BRASIL

Evaristo Eduardo de Miranda<sup>1</sup>

INTRODUÇÃO

O que limita a produção e a produtividade das culturas a nível de pequenos e médios produtores?

Agrônomos, economistas, sociólogos, pesquisadores, extensionistas e responsáveis pelo desenvolvimento rural apontam múltiplas causas, de naturezas diversas e frequentemente discordantes. Poucos técnicos, em raros trabalhos, indicam, de um modo circunstanciado e hierarquizado, a intervenção desse conjunto de causas a nível de pequenos e médios produtores.

Na busca de técnicas e tecnologias capazes de permitir o aumento da produtividade das culturas, a pesquisa agropecuária carece de informações sobre o nível e a variabilidade (no tempo e no espaço) dos rendimentos culturais no meio rural. Rendimento entendido como o resultado das interações clima/solo/planta/técnicas culturais. Ora, estas informações exigem métodos não tradicionais de pesquisa, adaptados à complexidade do espaço rural.

Tal exigência implica que os métodos desenvolvidos sejam capazes de:

a) Fornecer uma informação sintética e representativa sobre os níveis, a variabilidade (no tempo e no espaço) e a qualidade dos rendimentos culturais dos pequenos e médios produtores.

b) Explicar as razões dos resultados obtidos a partir de uma análise agronômica das interações clima/solo/planta/técnicas culturais.

---

<sup>1</sup> Docteur Ingénieur en Écologie Générale et Appliquée, Pesquisador do CPATSA-EMBRAPA.

Este trabalho tem a finalidade de expor parte dos métodos de pesquisa agropecuária a nível do meio rural desenvolvidos pelo Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CPATSA-EMBRAPA), na região de Ouricuri-PE, assim como os principais resultados obtidos durante a primeira fase destes estudos relativos às culturas alimentares anuais, junto a pequenos e médios produtores.

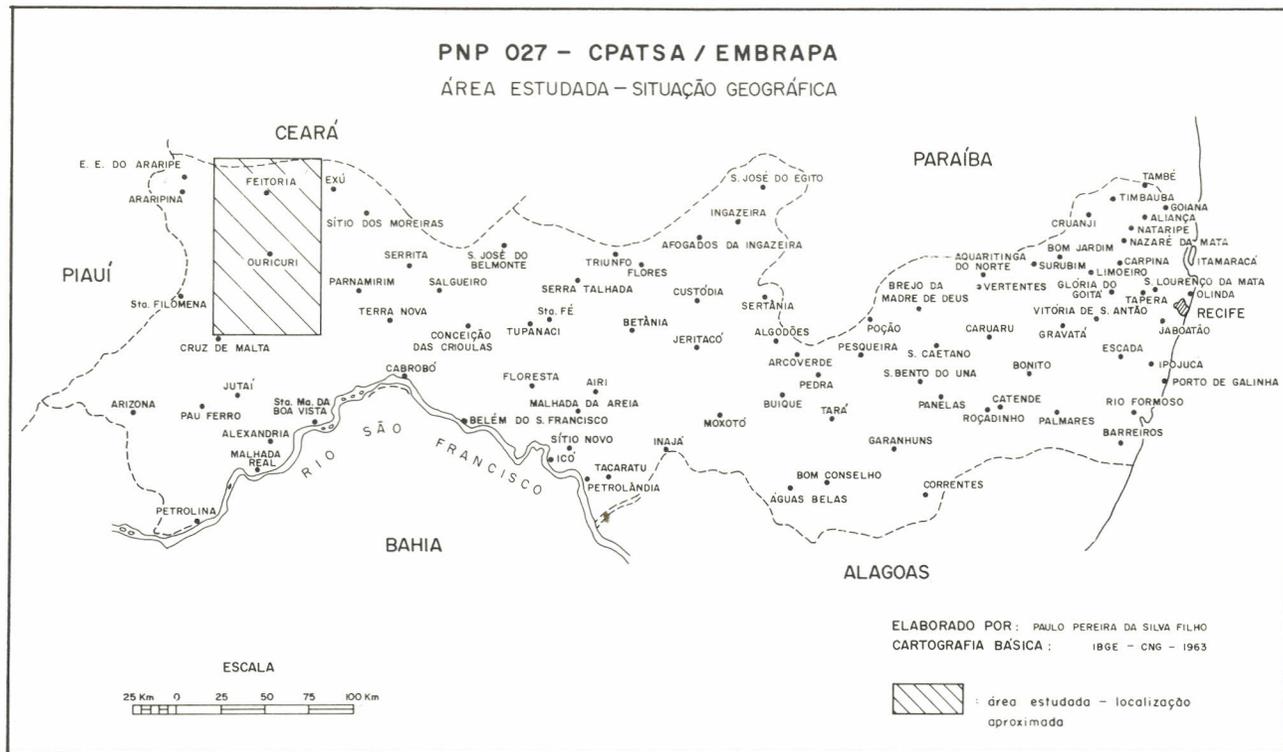
Diante da impossibilidade de reproduzir-se em campo experimental, a infinita complexidade de situações agrícolas existentes no meio rural do Trópico Semi-Árido, e levando-se em conta que essas situações conhecem uma flutuação no tempo, bastante importante (transformações sócio-econômicas, variações climáticas, ...), o essencial do trabalho vem sendo realizado a nível de produtores, a nível de meio rural.

Além de detectar e identificar os diferentes fatores e condições que limitam a produtividade das culturas, o método desenvolvido busca hierarquizá-los; se, certamente, para muitos desses problemas a pesquisa agropecuária já dispõe de soluções técnicas viáveis, para outros as respostas deverão ser objeto de novas investigações a nível de laboratório ou de campos experimentais. Essa alimentação da pesquisa experimental, a partir de um conhecimento circunstanciado e hierarquizado dos problemas do meio rural, coaduna-se com os objetivos do CPATSA-EMBRAPA e é também uma das razões do desenvolvimento dos métodos expostos a seguir.

Por razões logísticas e de diversidade de situações ecológicas, o trabalho está sendo realizado na região de Ouricuri-PE (Mapa 1) onde o CPATSA-EMBRAPA possui, atualmente, cerca de doze projetos de pesquisa através do Programa Nacional de Pesquisa 027 - "Avaliação dos Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Trópico Semi-Árido", Miranda & Billaz (1980). O trabalho vem sendo desenvolvido com o conjunto de culturas alimentares anuais existentes na região, mas por exigências de clareza e concisão, neste caso, limitar-nos-emos ao feijão macassar ou caupi (*Vigna unguiculata* Walp). No texto, a palavra feijão será sempre empregada nesse sentido.

Convém salientar que os métodos apresentados são do estrito domínio da ciência agrônômica, abordando a questão das limitações da produtividade agrícola sob o ponto de vista técnico. Os métodos de análise agrônômica propostos permitem a identificação e a hierarquização dos fatores e condições que limitam a produtividade das culturas a nível de campo. Não se trata de reduzir o problema da produtividade a questões estritamente agrônômicas, pois estamos conscientes de que as razões e as respostas a esse problema podem estar em outros níveis, os dos sistemas de cultivo e de produção, os da unidade de produção e de sua inserção nas estruturas agrárias ... Todavia, diante do caráter predominantemente generalizador das análises que dispomos sobre essa questão nesses níveis mais abrangentes, os métodos propostos permitem a identificação e a qualificação concreta a partir de uma reconstituição empírica do que se passa "in situ", a nível de campo, a nível de meio rural.

Assim, conhecer o que limita a produtividade das culturas do ponto de vista agrônômico, leva diretamente à questão da tecnologia *na* e *da* agricultura (processos de geração, difusão e adoção), terreno privilegiado para um encontro entre agrônomos e economistas.



Mapa 1

## MÉTODOS DESENVOLVIDOS

### Métodos de obtenção de dados

Já que o pesquisador não pode transportar ou reproduzir, a nível de campo experimental o conjunto da realidade de que lhe interessa, neste caso, ele é obrigado a examinar amostras limitadas do espaço rural. Assim, o primeiro problema prático que temos de resolver é o de determinar os locais onde serão examinadas essas amostras, Godron (1976). Os resultados e a significação ulterior do trabalho dependerão dessa amostragem.

Assim, serão expostos, a seguir, os problemas e os critérios de amostragem considerados.

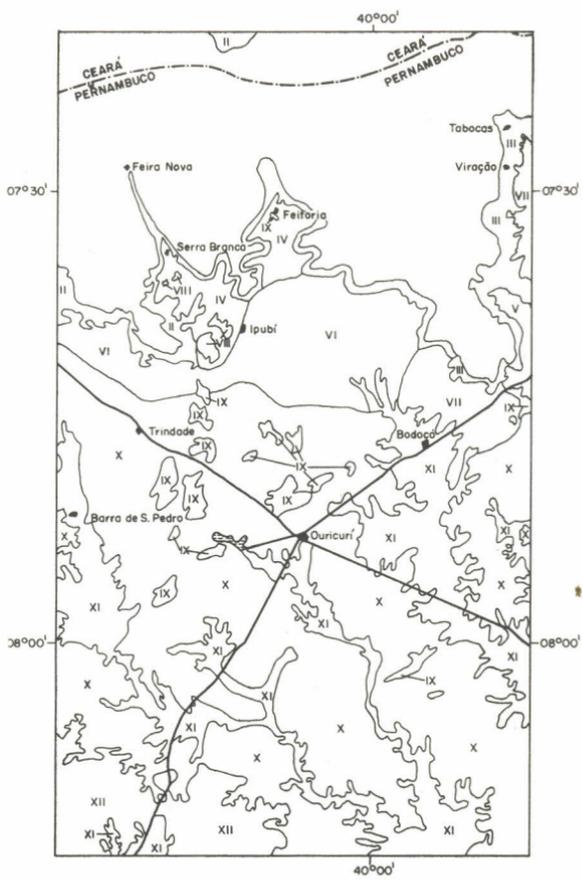
**Primeiro problema: a escolha das propriedades.** Para definir o procedimento de amostragem mais adequado a esse primeiro problema, levamos em consideração o conjunto de documentos disponíveis sobre a região estudada.

Da análise crítica desses documentos, obtivemos uma síntese que permitiu postular:

- . a produtividade e a produção das culturas estão diretamente ligadas aos sistemas de cultivo e de produção;
- . esses sistemas variam de uma propriedade para outra em função de sua situação agroecológica e sócio-econômica.

Para conhecermos as grandes situações agroecológicas da região de Ouricuri-PE, a partir dos documentos disponíveis e de prospecções de campo, foi realizado um zoneamento ecológico preliminar (Mapa 2). Esse zoneamento distinguiu, pelo menos, doze situações bastante diferentes em que a prática agrícola defronta-se com problemas distintos pelo menos do ponto de vista do meio físico (natureza dos solos, profundidade, disponibilidade em água, vegetação natural, etc.).

Quanto às situações sócio-econômicas, realizou-se uma síntese sobre as várias categorias de pequenos e médios produtores que poderíamos obter na região em função do critério utilizado (área disponível, área cultivada, área



AVALIAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO TRÓPICO SEMI-ÁRIDO.  
 Programa Nacional de Pesquisa 027 - CPA/SA/ EMBRAPA.

**ZONEAMENTO ECOLÓGICO**

Região de Ouricuri - PE.



GRANDES UNIDADES FISIOGRAFICAS	UNIDADES DE BASE	CÓDIGO
CHAPADA	AREIAS	I
VERTENTES DA CHAPADA	ARENÍTICAS	II
	GRANÍTICAS	III
VALES DA CHAPADA	ARENÍTICOS	IV
	GRANÍTICOS	V
PEDIMENTOS DA CHAPADA	ARENÍTICOS	VI
	GRANÍTICOS	VII
RELEVOS RESIDUAIS	ARENÍTICOS	VIII
	EMBASAMENTO	IX
PEDIMENTOS DO EMBASAMENTO	MOSAICOS COMPLEXOS	X
PRINCIPAIS EIXOS HIDROGRAFICOS	FUNCAIONAIS E NAO FUNCAIONAIS	XI
RELEVOS DO SUL	ESCARPAS E INTERFLÚVIOS	XII

autor  
 EVARISTO EDUARDO DE MIRANDA  
 desenho  
 PAULO PEREIRA DA SILVA FILHO

Mapa 2

cultivada por ativo agrícola, tipo de produção, ...).

Diante destes resultados, indagamo-nos sobre três tipos de amostragens possíveis: aleatória, sistemática e estratificada.

A amostragem aleatória seria interessante se não dispéssemos de nenhum dado sobre a região de Ouricuri-PE. No caso presente, não seria criteriosa pois haveria proporcionalidade entre o número de amostras por unidade agroecológica em função de sua superfície. Assim, as propriedades localizadas em unidades como os relevos residuais por exemplo, no caso de uma amostragem aleatória, provavelmente seriam subamostradas e os pedimentos do embasamento superamostrado (Mapa 2).

A amostragem sistemática, além dos problemas supracitados, poderia induzir a erros quando houvessem orientações geográficas nos ecossistemas que coincidissem com a orientação espacial da malha de amostra. Seria, provavelmente, o caso dos eixos hidrográficos que orientam a localização das propriedades ou, por exemplo, o caso dos vales e das vertentes da Chapada (Mapa 2). Todavia, ela poderia ser interessante no caso de unidade onde fosse constatada uma graduação ou um gradiente, o que não foi o caso para o nível de percepção deste primeiro estudo.

A amostragem estratificada foi escolhida como a mais adaptada ao problema estudado pois garante uma judiciosa comparação qualitativa dos sistemas de produção praticados em função das situações agroecológicas de cada propriedade, cobrindo com um mínimo de esforço um máximo de representatividade.

Um raciocínio análogo ao precedente foi realizado com relação à situação sócio-econômica das propriedades. Assim, a partir de dados fornecidos pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE - Projeto Sertanejo) e com complementos obtidos por documentos do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) foram analisadas 200 pequenas e médias propriedades da região. Este estudo será o objeto de uma outra publicação, mas a título de ilustração, indicamos, no anexo 1, as principais variáveis consideradas. Os dados obtidos foram

tratados graficamente, numericamente e, sobretudo, cartograficamente. A título de exemplo, apresentamos quatro mapas dos treze realizados e que serviram à estratificação sócio-econômica da amostra (Mapas 3, 4, 5 e 6).

Combinando essa dupla estratificação, agroecológica e sócio-econômica, foram selecionadas cerca de 106 pequenas e médias propriedades (Mapa 7).

A partir da localização espacial das propriedades selecionadas, definiram-se aquelas a serem sistematicamente acompanhadas (Mapa 8), levando-se em conta os objetivos do trabalho e a disponibilidade logística (sobretudo em pessoal e transporte).

**Segundo problema: o que estudar na propriedade.** Delimitou-se, esquematicamente, a área de cada propriedade e a localização espacial de seus campos. Isto produziu um número variável de campos por propriedade em função de sua situação agroecológica ou sócio-econômica.

Em função dos objetivos deste estudo, definiu-se que seriam estudados apenas os campos onde se praticassem culturas anuais. Entretanto, pelo fato da cultura consorciada ser generalizada na região, praticamente todos os campos cultivados de cada propriedade foram acompanhados.

A nível de cada campo, estabeleceu-se, pelo menos, uma parcela de acompanhamento. O objetivo dessa parcela não era estimar a produção do campo, mas sim a indicação sobre a evolução das culturas, que permitissem explicar seus rendimentos em termos de interações clima/solo/planta/técnicas culturais.

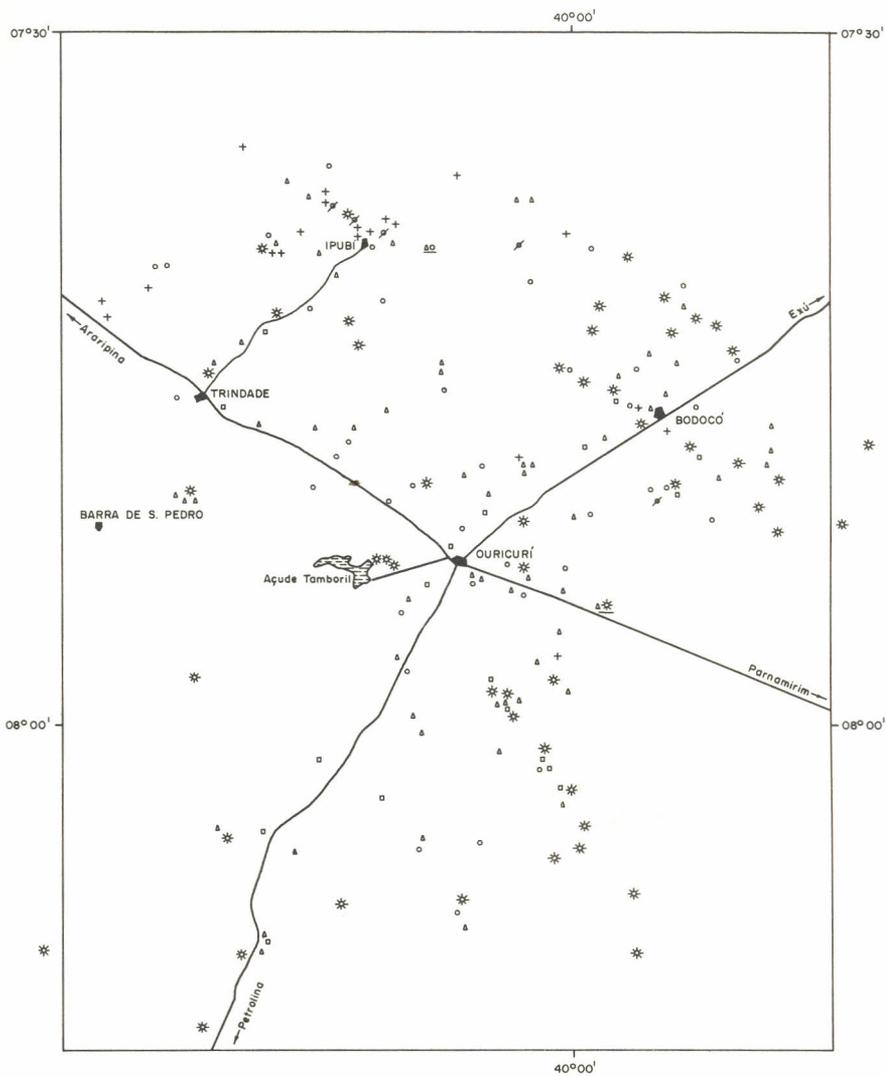
Dada a constante existência de heterogeneidades nos campos dos agricultores, evitaram-se as principais (beiras de estradas, árvores, termiteiras ...), localizando as parcelas nas áreas mais representativas das condições médias observáveis.

O tipo de arranjo no consórcio determinou a forma e o tamanho das parcelas que variou em torno de 100 m<sup>2</sup>.

**Terceiro problema: o que estudar a nível de parcela.** A nível de cada parcela foi realizado um acompanhamento semanal, desde o plantio até a colheita, que incluiu uma série de observações qualitativas e quantitativas vinculadas

# ÁREA REAL DAS PROPRIEDADES

Região de Ouricuri-PE.



## LEGENDA

ÁREA REAL DAS PROPRIEDADES

+ - 0	— 25 ha.	* - 100	— 250 ha.
o - 25	— 50 ha.	□ - 250	— 500 ha.
Δ - 50	— 100 ha.		

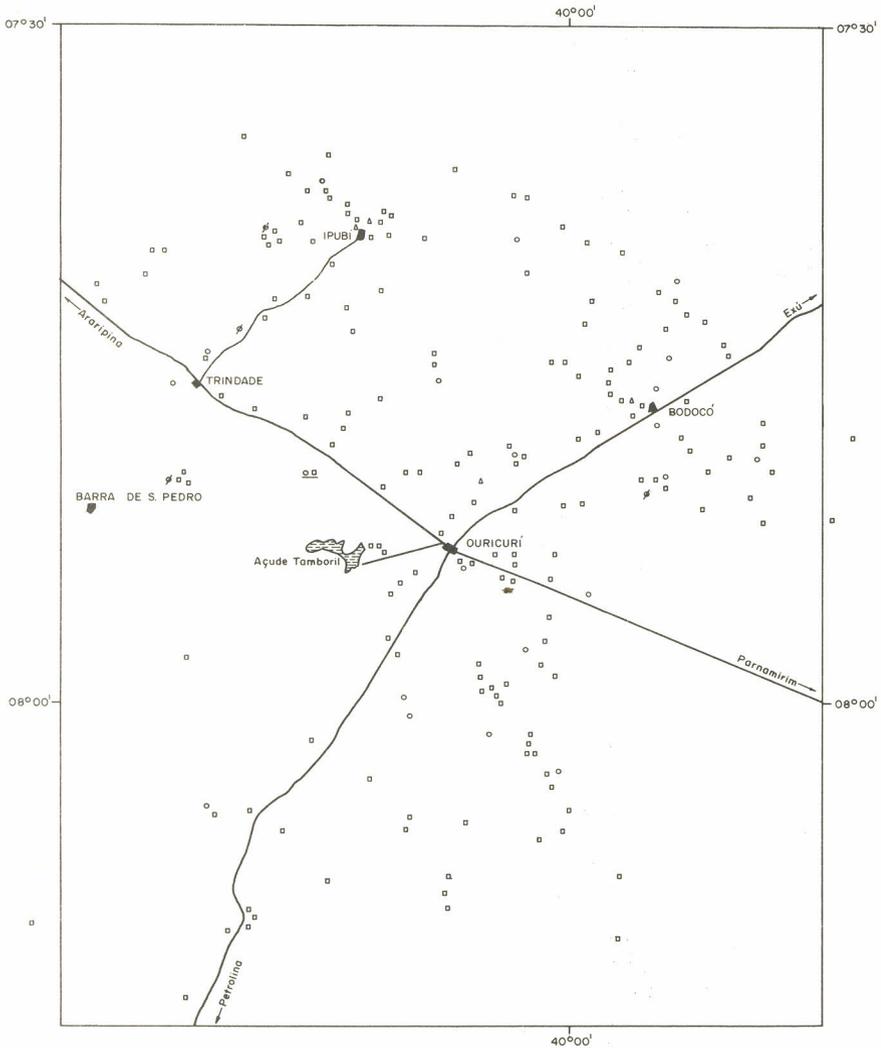
Mapa 3

∅ — DADOS INCOMPLETOS

**AUTOR**  
 EVARISTO EDUARDO DE MIRANDA  
**DESENHO**  
 JOSÉ CLETIS BEZERRA

RELAÇÃO ENTRE ÁREA CULTIVADA E ÁREA REAL

Região de Ouricuri-PE.



LEGENDA

RELAÇÃO ENTRE ÁREA CULTIVADA E ÁREA REAL

- - 0 — 0,25
- - 0,26 — 0,50
- △ - 0,51 — 0,75
- \* - 0,76 — 1

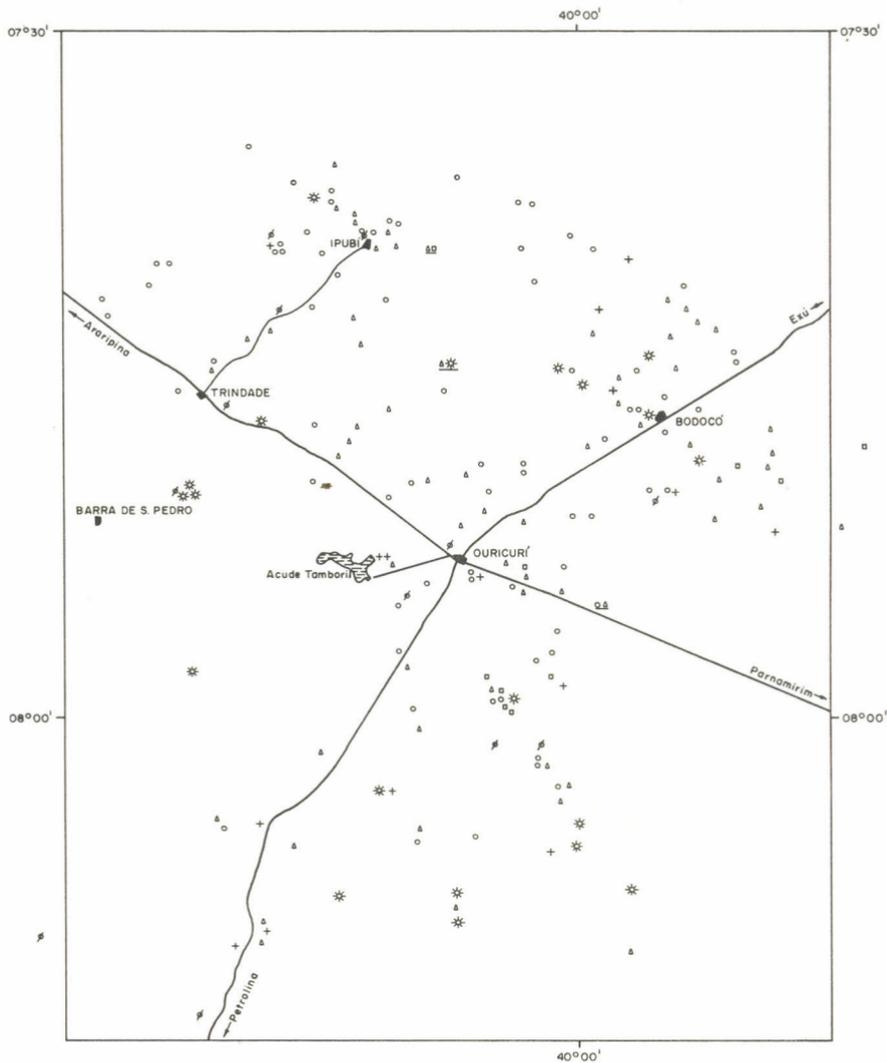
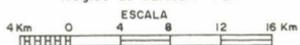
Mapa 4

⊘ — DADOS INCOMPLETOS

AUTOR  
 EVARISTO EDUARDO DE MIRANDA  
 DESENHO  
 JOSÉ CLETIS BEZERRA

# ÁREA TOTAL DISPONÍVEL POR ATIVO AGRÍCOLA

Região de Ouricuri-PE.

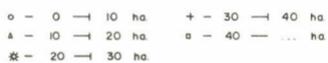


LEGENDA

Mapa 5

♣ - DADOS INCOMPLETOS

ÁREA TOTAL DISPONÍVEL POR ATIVO AGRÍCOLA

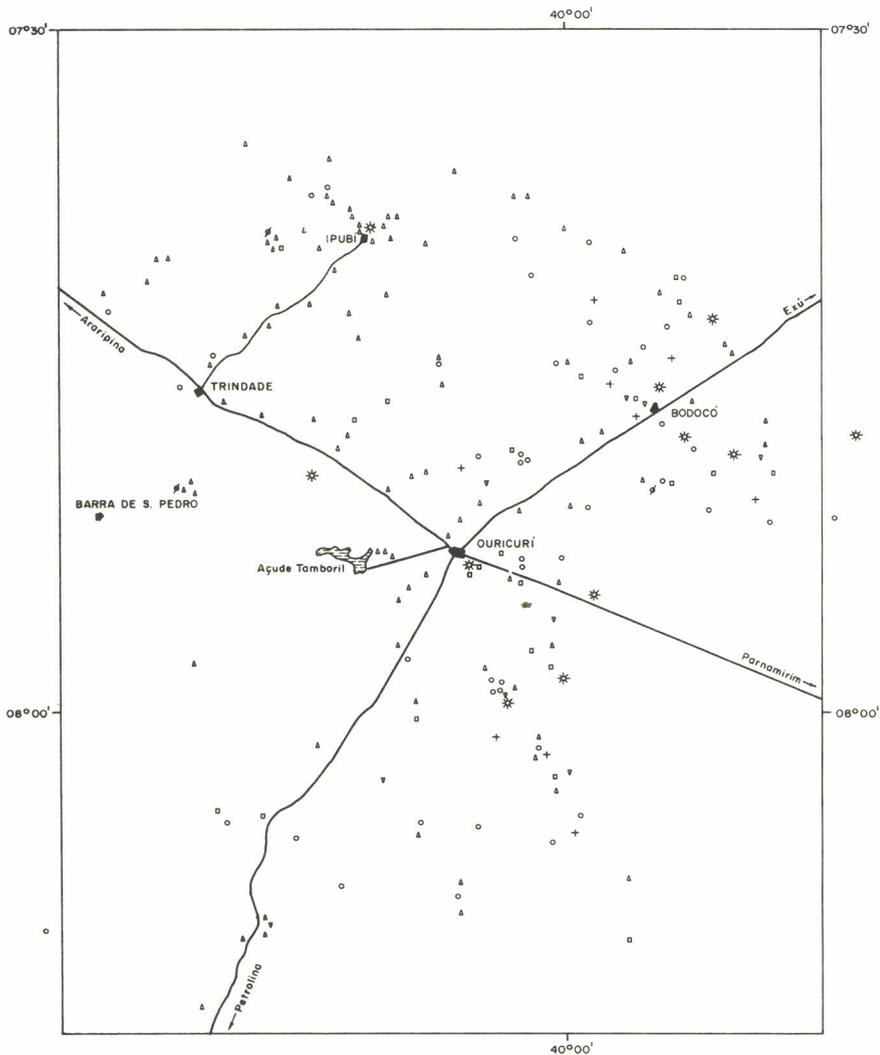
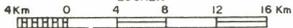


AUTOR  
 EVARISTO EDUARDO DE MIRANDA  
 DESENHO  
 JOSÉ CLETIS BEZERRA

## ÁREA CULTIVADA POR ATIVO AGRÍCOLA

Região de Ouricuri-PE.

ESCALA



## LEGENDA

## Mapa 6

ÁREA CULTIVADA POR ATIVO AGRÍCOLA EM ha.

▲ - 0	— 1	* - 3,1	— 4
○ - 1,1	— 2	+ - 4,1	— 5
□ - 2,1	— 3	∇ - 5,1	— ...

\* - DADOS INCOMPLETOS

## AUTOR

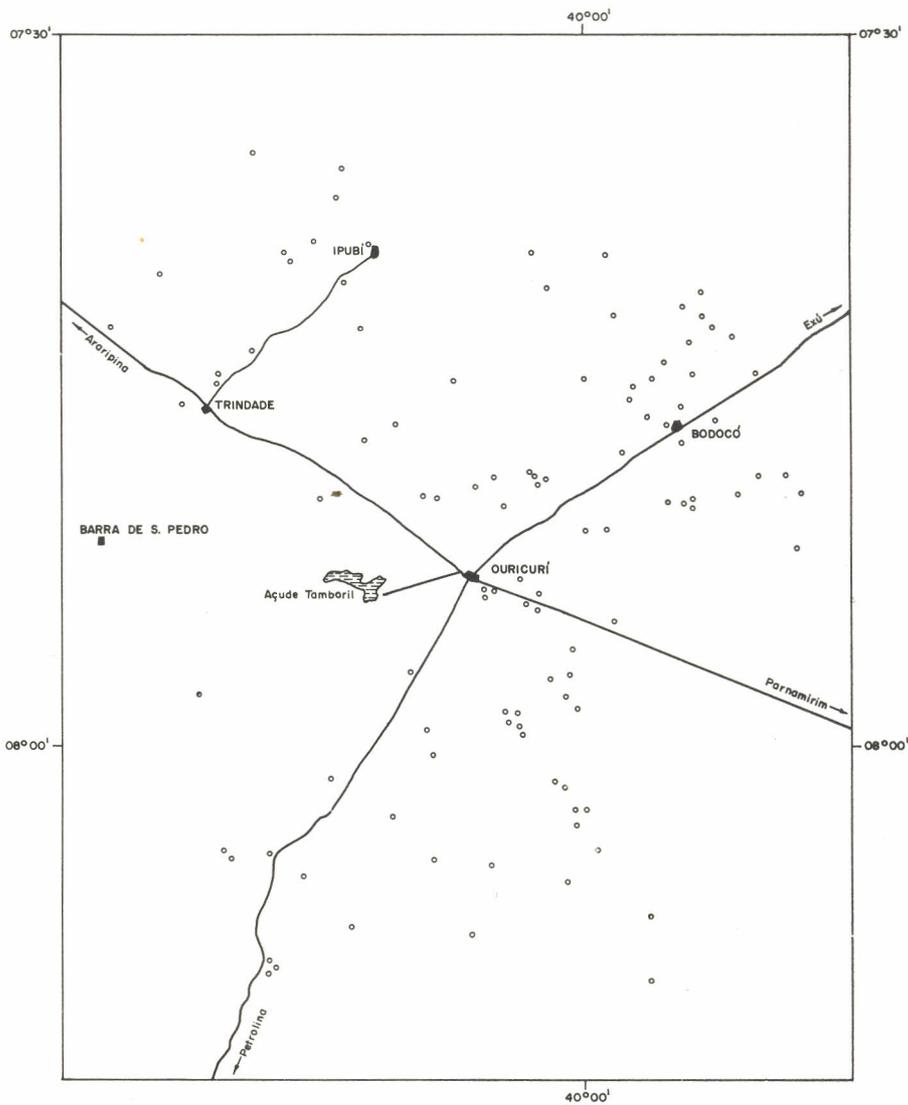
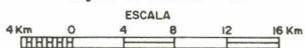
EVARISTO EDUARDO DE MIRANDA

## DESENHO

PAULO PEREIRA DA SILVA FILHO

PROPRIEDADES SELECIONADAS

Região de Ouricuri - PE.



LEGENDA

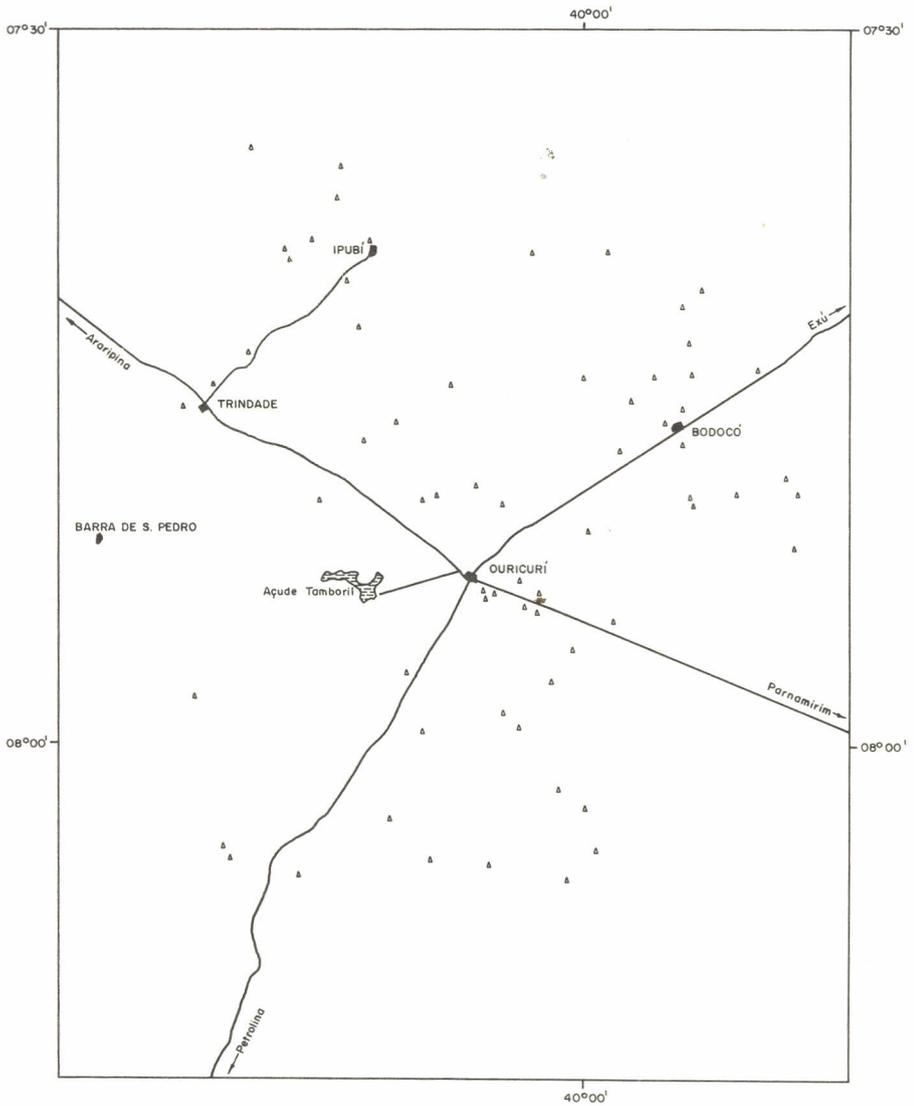
○ — PROPRIEDADES SELECIONADAS

Mapa 7

AUTOR  
 EVARISTO EDUARDO DE MIRANDA  
 DESENHO  
 PAULO PEREIRA DA SILVA FILHO

PROPRIEDADES ACOMPANHADAS

Região de Ouricuri - PE.



LEGENDA

▲ — PROPRIEDADES ACOMPANHADAS

Mapa 8

AUTOR  
 EVARISTO EDUARDO DE MIRANDA  
 DESENHO  
 PAULO PEREIRA DA SILVA FILHO

das ao clima, à planta cultivada, às adventícias, aos produtores, ao solo e às técnicas culturais. Essas observações foram completadas por informações obtidas junto ao produtor sobre os antecedentes e precedentes culturais do campo estudado. A Tabela 1 resume os dados coletados e o anexo 2 fornece um detalhamento das variáveis consideradas.

### Métodos de tratamento dos dados

O trabalho de pesquisa a nível de produtor exige método dos próprios não só na obtenção como no tratamento dos dados, tendo em vista: o caráter frequentemente aleatório e não matemático da maioria das variáveis estudadas, a heterogeneidade do meio físico e humano e sua variabilidade no tempo e no espaço, Miranda & Billaz (1980).

O procedimento analítico, indo do geral para o particular, utilizado na obtenção dos dados, deve, agora, ser substituído por uma abordagem sintética interpretativa que por aproximações sucessivas caminhe do particular para o geral.

Um primeiro nível de síntese é o da classificação e do ordenamento dos dados relativos aos fatores e às condições de produção.

O segundo nível confronta esses primeiros resultados com os dados obtidos sobre a população vegetal do campo estudado (níveis de rendimento, equações do rendimento, relação entre rendimento e as condições de produção,...).

O terceiro nível é o da variabilidade no tempo (sucessões culturais, rotações, flutuação climática ...) e no espaço (afolhamentos) em função dos sistemas de produção e cultivo, que não será abordado neste trabalho.

### PRINCIPAIS RESULTADOS OBSERVADOS

Com relação aos fatores e às condições de produção

Durante o período de cultura 1980/1981, ocorreu no Trópico Semi-Árido uma ausência de chuvas de quase dois meses cujas consequências agrícolas e sociais foram bastan

TABELA 1. Resumo dos dados coletados a nível de propriedades, campos e parcelas.

OBJETO	OBSERVAÇÕES	
	QUALITATIVAS	QUANTITATIVAS
CLIMA	OCORRENCIA DE CHUVAS	ESTIMAÇÃO DA PLUVIOMETRIA
PLANTA CULTIVADA	ESTADOS FENOLÓGICOS	MEDIDAS DE CRESCIMENTO MEDIDAS P/ EQUAÇÃO DO RENDIMENTO
ADVENTÍCIAS	ESPECIES DOMINANTES	CONTROLE PELO AGRICULTOR
PREDADORES	ESPÉCIES PRINCIPAIS	INTENSIDADES DAS AÇÕES
ESTADO SUPERFICIAL DO SOLO	COMPACTAÇÃO FORMAÇÃO DE CROSTAS	ESPESSURA DA CROSTA
MORFOGÊNESE	NATUREZA DO PROCESSO ( HÍDRICO, EÓLICA, ANTRÓPICA )	ESTIMATIVA FÍSICA DO FENÔMENO
PERFIL CULTURAL	ESTADO DO PERFIL	CRESCIMENTO DAS RAÍZES
TÉCNICAS CULTURAIS	OPERAÇÕES EXECUTADAS	EFICÁCIA E TECNICIDADE DO TRABALHO
ANTECEDENTES E PRECEDENTES CULTURAIS	CULTURAS PRATICADAS TÉCNICAS UTILIZADAS	PERIODICIDADE

te graves. Os resultados obtidos representam o que observamos durante esse período. Apesar da variabilidade dos resultados no espaço, não podemos inferir sobre sua variabilidade no tempo (um ano normal ou chuvoso, por exemplo). Todavia, como o objetivo deste trabalho é, sobretudo, metodológico, os resultados obtidos permitem plenamente expor os métodos desenvolvidos.

Foram as seguintes as condições gerais da produção, observadas no conjunto da região estudada:

a) Precipitações:

. novembro	38,5 mm
. dezembro	53,2 mm
. janeiro	84,0 mm
. fevereiro	0,0 mm
. março	0,0 mm (até o dia 10)

Total em 120 dias: 175,7 mm

b) Datas de plantio

A estação chuvosa começou normalmente. Os agricultores começaram a plantar com as primeiras chuvas (15 de novembro) e por volta do dia 15 de dezembro a totalidade dos campos acompanhados estavam semeados com culturas anuais (milho, feijão, algodão, sorgo, amendoim e fumo).

c) Fertilização mineral

Nenhum dos campos acompanhados recebeu qualquer forma de fertilização mineral, tanto neste ano como nos precedentes.

d) Tratamento de sementes

Nenhuma das sementes plantadas no conjunto dos campos cultivados recebeu qualquer forma de tratamento fitossanitário.

e) Variedades selecionadas

Nenhum dos agricultores utilizou sementes selecionadas. Todas as sementes são de variedades tradicionais, com exceção do milho, que sem ser selecionado, recebeu uma in

fluência genotípica da introdução regional de certos híbridos.

#### f) Tratamentos fitossanitários

O acompanhamento semanal dos campos não detectou nenhum tratamento fitossanitário, apesar da importância dos problemas de pragas e doenças, uma pesquisa complementar junto ao agricultor confirmou esses dados.

#### g) Manejo de água

Nenhuma das propriedades pratica qualquer tipo de manejo de água "sensu" irrigação, quer seja por métodos tradicionais ou não. A agricultura pratica-se em condições estritamente pluviais.

#### h) Associações culturais

Na totalidade dos campos estudados, os agricultores praticam culturas associadas. Essa associação é extremamente complexa por várias razões: de um lado envolve plantas anuais (feijão Vigna e Phaseolus, fumo, milho, sorgo, algodão, amendoim) e plurianuais ou perenes (palma, fumo, mamona, mandioca, banana, algodão, vários tipos de capins...), em combinações diversas; para uma mesma associação de plantas as datas de sementeiras podem variar de um campo para outro numa mesma propriedade; o arranjo espacial dessas culturas varia muito em função das localidades, das propriedades, dos solos, da história cultural do campo, do nível de equipamento da propriedade, etc. Praticamente, sob esses dois critérios, "sensu stricto", cada campo representa um tipo de consórcio. Qual será a flutuação no tempo dessa variabilidade espacial constatada? Quais as razões que determinam essa grande dispersão?

#### i) Datas de colheita

Apesar das condições de produção, onde se destaca a falta de chuva, os agricultores colheram e obtiveram produções significativas de feijão na maioria dos campos cultivados. Essa colheita foi realizada basicamente entre os dias 1 e 15 de março. O nível e a variabilidade dos rendimentos observados nessas condições de produção serão apre

sentados a seguir.

### Com relação aos níveis e a variabilidade dos rendimentos

A primeira ressalva necessária ao tratarmos do rendimento do feijão é que, na realidade, o que medimos foi uma produtividade parcial, já que não se tratava, em nenhum caso, de uma cultura pura. Em muitos casos, esses rendimentos deveriam ser multiplicados por 2 ou por 3 para termos uma equivalência com as médias agrônômicas de referência em cultura pura.

Em segundo lugar, como ocorre frequentemente nesse tipo de pesquisa em meio não controlado, Miranda (1979), algumas das melhores parcelas acompanhadas foram colhidas pelos agricultores diante da situação de penúria através da em decorrência da seca. Houve até casos de parcelas colhidas à noite por pessoas desconhecidas, quando do auge da estiagem.

Em função das nossas limitações logísticas e de pessoal, face à grande quantidade de variáveis acompanhadas, certas fichas ficaram incompletas ou incorretas. Assim, após ordenamento, classificação e homogeneização dos dados, vários campos foram eliminados do estudo do rendimento, apesar de possuírem informações válidas para outros segmentos da pesquisa.

A média dos rendimentos de grãos em quilos por hectare foi de:

$$67,6 \pm 13,6 \text{ (40,2; 94,9)}$$

Uma remessa final sobre os rendimentos obtidos: tratou-se, de fato, de uma primeira colheita; com as chuvas que só ocorreram de meados de março a meados de abril (385 mm), a maioria dos campos voltou a florir e uma segunda colheita foi realizada em grande parte das parcelas acompanhadas. Assim, estabeleceu-se uma média definitiva dos rendimentos de feijão por ha, como segue:

$$259,5 \text{ kg/ha} \pm 22,3 \text{ (214,8; 304,2)}$$

Como interpretar, agronomicamente, o significado do nível e da variabilidade dos rendimentos observados? Trata-se de um dos objetivos principais e centrais dos métodos

desenvolvidos, que apresentaremos a seguir.

**EXPLICAÇÃO AGRONÔMICA DO QUE LIMITA A PRODUTIVIDADE  
A PARTIR DA ANÁLISE DAS INTERAÇÕES  
CLIMA/SOLO/PLANTA/TÉCNICAS CULTURAIS**

**Equação do rendimento**

A variabilidade dos níveis de rendimento observados, junto aos pequenos e médios produtores, permite uma classificação sumária dos campos estudados em quatro grandes categorias:

Categorias sumárias	Níveis de rendimento em kg/ha de feijão
A	0 —  50
B	50 —  150
C	150 —  250
D	250 —  400

Como explicar essa variabilidade em termos de interações clima/solo/planta/técnicas culturais? Em que medida podemos considerar que o conjunto dos agricultores que se enquadram na categoria "A" enfrentam limites de produtividade da mesma natureza?

Para analisar os Rendimentos culturais (Rdt) utilizamos uma equação lógica do rendimento para o feijão, análogo à que tivemos ocasião de utilizar para o milho, Miranda (1977), onde consideramos:

$$\text{Rdt kg/ha} = (\text{Número de plantas/ha}) \times (\text{Número de vagens/plantas}) \times (\text{Número de grãos/vagem}) \times (\text{Peso médio de um grão})$$

Esta equação simples e multiplicativa (se um termo for igual a zero o rendimento é zero) realiza-se a nível de campo, ao longo do tempo. Assim, cada estado ou fase do

ciclo da planta determina o valor de cada membro da equação. É o que chamaremos de elaboração do rendimento (Figura 1).

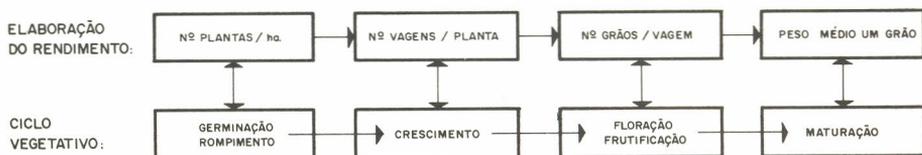


FIGURA 1. Relações entre Ciclo Vegetativo e Elaboração do Rendimento

O acompanhamento de cada fase do ciclo vegetativo do feijão, na região de Ouricuri-PE, permitiu uma síntese sobre os principais fatores e condições de produção que analisaremos a seguir, em termos de interações clima/solo/planta/técnicas culturais.

### Ciclo vegetativo e elaboração do rendimento

A realização, mais ou menos boa, de cada fase do ciclo vegetativo do feijão determina cada membro da equação do rendimento e finalmente a produtividade da cultura. A elaboração do rendimento pode então ser estudada através de uma esquematização para cada fase do ciclo vegetativo das relações clima/solo/planta/técnicas culturais (intervenções do agricultor que podem alterar o resultado dessas relações).

Cada fase do ciclo vegetativo será estudado através de uma Figura explicativa, onde os fatores e condições de produção específicas ao feijão serão especialmente comentados. Nessas Figuras as interações entre fatores (flechas horizontais) foram eliminadas por razão de clareza na exposição. Eles representam uma redução analítica de uma situação complexa e sintética que ocorre a nível de campo. Todas essas Figuras podem ser facilmente "complexificadas" com a introdução de outros aspectos pedológicos, climatológicos, fisiológicos ou tecnológicos que não in

cluimos por não julgá-los essenciais para o presente estudo.

Neste trabalho, limitar-nos-emos a observações quase sempre qualitativas quanto às interações clima/solo/planta/técnicas culturais ao nível de cada fase do ciclo vegetativo. Posteriormente, quando estivermos de posse do conjunto dos resultados obtidos pelos diferentes segmentos de pesquisa, apresentaremos um trabalho mais quantitativo, cujo principal objetivo serão os resultados e não os métodos, como é o caso presente.

**Germinação ou número de grãos germinados por hectare.** A primeira componente do rendimento é o número de pés por hectare e esta encontra-se sob a dependência de duas fases vegetativas: a germinação e o rompimento.

No que diz respeito à germinação, constatamos a intervenção de vários fatores e condições, muitas vezes em interação (Figura 2). Podemos destacar os seguintes aspectos na tentativa parcial de resposta à pergunta: o que limita a produtividade das culturas a nível de produtor?

#### a) Alimentação em água

A alimentação do grão em água não é uma condição específica do feijão, mas nos parece importante assinalar que, para germinar, o grão de feijão deve atingir um teor em água de, aproximadamente, 50% (30% para o milho), o que supõe:

- . uma boa umidade do solo: essa umidade, como mostra a Figura 2, é função da textura do solo, da porcentagem de matéria orgânica (capacidade de retenção) e das precipitações úteis ou efetivas (posição topográfica);
- . um bom contato grão-solo: nesse sentido, a cultura do feijão exige um leito de semente bastante fino.

Em Ouricuri-PE, constatou-se que as precipitações não foram um fator limitante da germinação, pois o começo da estação das chuvas foi normal. Todavia, os diferentes preparos de solo (tipo de instrumento, umidade dos solos na data do trabalho e tipo de trabalho realizado) assim como

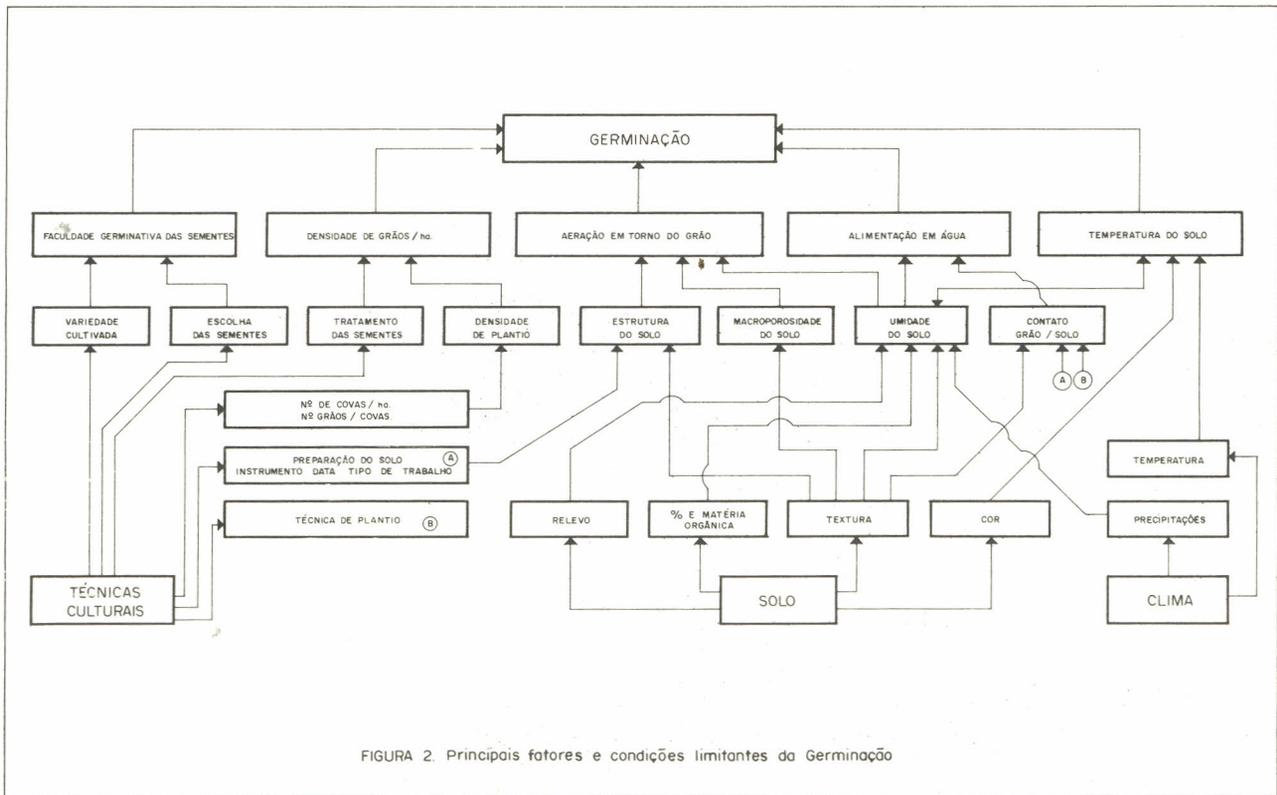


FIGURA 2. Principais fatores e condições limitantes da Germinação

as técnicas de plantio tiveram uma influência preponderante sobre esse primeiro aspecto.

b) Aeração em torno do grão

Não se trata de uma condição específica do feijão; a Figura 2 mostra a diversidade de fatores que determinam esse ponto.

c) Temperatura do solo

Na situação de Ouricuri-PE, não se trata de uma condição específica do feijão, nem limitante em termos de zero germinativo. Sua influência pode ser indireta através da umidade do solo (evaporação).

d) Faculdade germinativa das sementes

A faculdade germinativa das sementes intervém diretamente sobre a germinação. Na Figura 2, constatamos que ela se encontra sob a dependência da variedade cultivada e da escolha das sementes.

As variedades cultivadas pelos agricultores são bastante diversificadas a ponto de estarmos iniciando um segmento de pesquisa sobre esse ponto. Podemos destacar, "a priori", pela denominação vernacular, pelo aspecto do grão e pelo comportamento da planta, pelo menos seis variedades. Suas faculdades germinativas são desconhecidas. Um segmento de pesquisa também está sendo lançado atualmente sobre esse aspecto.

Essas variedades chegam ao agricultor de modo bastante diverso (colheita anterior, compra em mercado ou feira, doação de amigos e vizinhos, ...).

A pureza específica deve ser bastante baixa, a presença de grãos estranhos é frequente e a faculdade germinativa é atualmente desconhecida. Parece-nos que a interação qualidade da semente, sensibilidade ao ataque de fungos é relativamente importante. Atualmente, podemos estimar que a faculdade germinativa das sementes deve ser bastante limitada (condições de conservação do grão, itinerários percorridos entre a colheita e o plantio), mas testes futuros permitirão uma quantificação.

### e) Densidade de grãos/hectare

A densidade de grãos por hectare não intervém diretamente sobre a germinação propriamente dita, mas sobre o número de grãos germinados por hectare, e desse modo sobre o número de plantas por hectare. Essa densidade de plantio, em Ouricuri-PE, parece ser função da variedade e do modo de cultivo. O espaçamento tenderia a diminuir em função da precocidade da variedade, o que aumentaria a densidade de sementeira (caso dos feijões "40 dias" e "Panelinha"). No caso de associação cultural com várias espécies perenes, o espaçamento interplanta e interlinha pareceria tender a aumentar, enquanto que na simples associação com o milho esse espaçamento tenderia a diminuir.

Além da dependência da densidade de plantio, a densidade de grãos/hectare depende do tratamento das sementes. Constatou-se a ausência, em todos os campos, dessa prática cultural. Os agricultores parecem adotar uma tática de aumentar o número de grãos por cova para garantir-se um número mínimo de pés no "stand" final. Dentre essas condições de produção, pudemos observar a validade dessa prática. Todavia, ela acarreta um consumo médio de 20 kg/ha de sementes, quando 10 kg/ha bastariam para densidades e sementes equivalentes.

Enfim, a ausência de tratamento das sementes influenciou na densidade de grãos por hectare sobretudo em solos pouco arejados. Muitas interações foram constatadas com relação à qualidade das sementes, o que trataremos a seguir.

**Rompimento e o número de plantas por hectare.** Na medida que avançamos ao longo do ciclo, as ações e interações dos fatores e condições de produção complexificam-se. Entendemos por rompimento a fase vegetativa que vai da germinação do grão no solo a sua emergência com o início da atividade fotossintética, em geral, efetiva a partir do aparecimento das duas primeiras folhas.

A Figura 3 resume esquematicamente as interações clima/solo/planta/técnicas culturais. Seria cansativo comentarmos todos os aspectos constatados em Ouricuri-PE sobre essa fase vegetativa. Salientamos os principais:

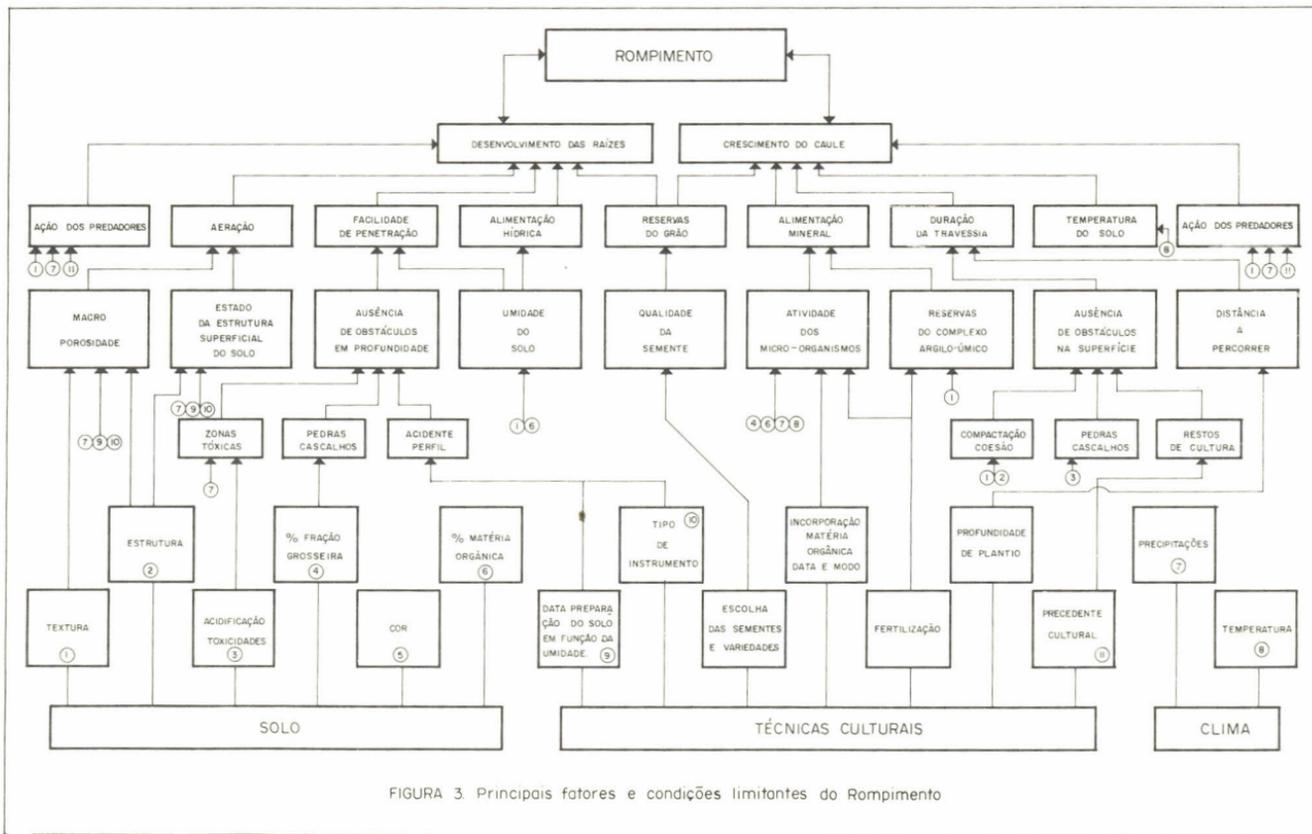


FIGURA 3. Principais fatores e condições limitantes do Rompimento

### a) Reservas do grão

As reservas do grão dependem pouco da variedade. Variam sobretudo a nível de campo em função da qualidade da semente, pois parte dessas reservas será utilizada por organismos saprófitas ou predadores, onde se destacam, principalmente, os fungos (*Fusarium* spp., *Macrophomina phaseolina*). Essas reservas devem garantir a emergência da planta através do crescimento das raízes e do caule até o começo da fotossíntese.

### b) Duração da travessia do caule

A duração da travessia do caule até a emergência é função, sobretudo, da distância a percorrer, que está na dependência da profundidade de plantio. Ora, esse último ponto varia bastante com as técnicas culturais dos agricultores. Em vários campos, constatamos plântulas mortas, após esgotamento das reservas sem chegarem a emergir, da uma profundidade de plantio demasiadamente grande.

Em terras argilosas, localizadas em baixios, a profundidade de sementeira deveria limitar-se a 3 ou 4 cm, enquanto em terras arenosas, que secam mais rapidamente, ela deveria situar-se em torno de 6 a 7 cm. Essa variação da profundidade de sementeira propiciaria uma melhor alimentação hídrica ao nível das raízes durante o rompimento.

A duração da travessia depende, também, da ausência de obstáculos na superfície. Dentre esses, constatamos a importância da coesão e da compactação em certos campos cultivados, pois a preparação do solo tinha conduzido a uma pulverização superficial que, limitando, em parte, a aeração, deu origem a uma crosta superficial sob a ação das chuvas. Essa crosta é difícil de ser rompida pelo feijão, dada a dimensão dos cotilédones. O milho, por exemplo, ao nível dos mesmos campos, rompe com maior facilidade, dada sua forma de emergência. Essa crosta facilita a perda de água por escorrimento, principalmente no início do ciclo.

### c) Alimentação hídrica

A alimentação em água não foi um fator limitante na maioria dos campos estudados, dado o bom início da estação chuvosa, garantindo reservas hídricas suficientes a

nível do solo, mesmo para os plantios tardios.

d) Alimentação mineral

O feijão, como a maioria das plantas, esgota grande parte de suas reservas durante a germinação. Para garantir um bom rompimento e um "assentamento" da cultura é necessária uma disponibilidade bastante grande de alimentos minerais durante o rompimento. O fósforo, o potássio são necessários durante todo o ciclo vegetativo. O nitrogênio do solo também é importante, enquanto não se instalam e se formam as nodosidades ao nível das raízes. Nenhum agricultor utiliza a fertilização mineral. Em certos campos, cujo nível de fertilidade parece bastante baixo, seria interessante testar-se o efeito da aplicação de 10 a 20 unidades de nitrogênio (kg/ha) ou de esterco animal sobre esse ponto preciso (rompimento).

e) Ação dos predadores

Enfim, um dos fatores importantes que agiu no final do rompimento do feijão foi a ação de predadores, onde se destacou a lagarta *Elasmopalpus lignosellus* Zeller. Apesar do conhecimento insuficiente que dispomos sobre sua biologia e dinâmica populacional, Moraes & Ramalho (1980), constata-se sua proliferação durante períodos de estiagem. A lagarta prejudica diretamente as plântulas alimentando-se de seus tecidos ao nível do colo. Indiretamente, causa o tombamento do pé mal sustentado sob ação do vento, limita a alimentação hídrica e facilita a entrada e o ataque de fungos (*Macrophomina phaseolina*).

A intensidade dos ataques variaram com os precedentes culturais (menor nos campos cultivados sem pousio, maior quando a precedente cultural era uma capoeira) e com a textura dos solos (maior nos solos arenosos e menor em solos argilosos).

Pensamos que, no final desta ação de pesquisa, poderemos realizar um cômputo quantificado da ação dessa lagarta. Sua ação foi induzida ou favorecida pela ausência de chuvas, que influenciaram bastante o crescimento das plantas que analisamos a seguir.

Crescimento e o número de vagens por planta. O número de vagens por planta está sob a dependência estrita do número de flores fecundadas, mas o crescimento determina o número de ramificações (frutíferas ou não) e tem grande importância sobre o número total de vagens por planta.

A Figura 4 ilustra a complexidade dos fatores e condições que influenciam o crescimento. Assinalaremos os que nos pareceram principais em Ouricuri-PE, no caso do feijão, destacando primeiro a parte relativa ao desenvolvimento radicular e depois do sistema aéreo.

#### a) Alimentação em água

A ausência de chuvas limitou, em parte, o crescimento das plantas, mesmo se como fator direto sua grande influência foi sobre a floração. Todavia, observamos comportamentos vegetativos bastante diferentes em função do controle mais ou menos eficaz das adventícias. A eliminação por capina, da quase totalidade das adventícias, auferiu a certos campos um desenvolvimento vegetativo da ordem de duas vezes superior aos campos não capinados. Diferenças notáveis foram observadas em função do controle das adventícias sobre a taxa de recobrimento do solo e a altura da vegetação. A falta de água, em certos campos, parece ter induzido uma diminuição do ciclo, pois nos casos mais críticos a aparição de vagens foi um pouco mais precoce (cerca de 10 dias).

#### b) Alimentação mineral

Na alimentação mineral do feijão, a fixação do nitrogênio atmosférico pelas bactérias das nodulosidades é de importância, sobretudo nas condições em que se pratica a agricultura de sequeiro em Ouricuri-PE. Além dos efeitos sobre a própria cultura, o efeito residual sobre culturas posteriores é apreciável. No caso do feijão ou de outras leguminosas, existe uma interação muito grande entre o desenvolvimento radicular e a quantidade de nodosidades que garantem uma alimentação em nitrogênio à planta. Não observamos efeito depressivo no momento de instalação das nodosidades, todavia seu número era bastante reduzido nas plantas observadas. A coloração interna das nodosidades

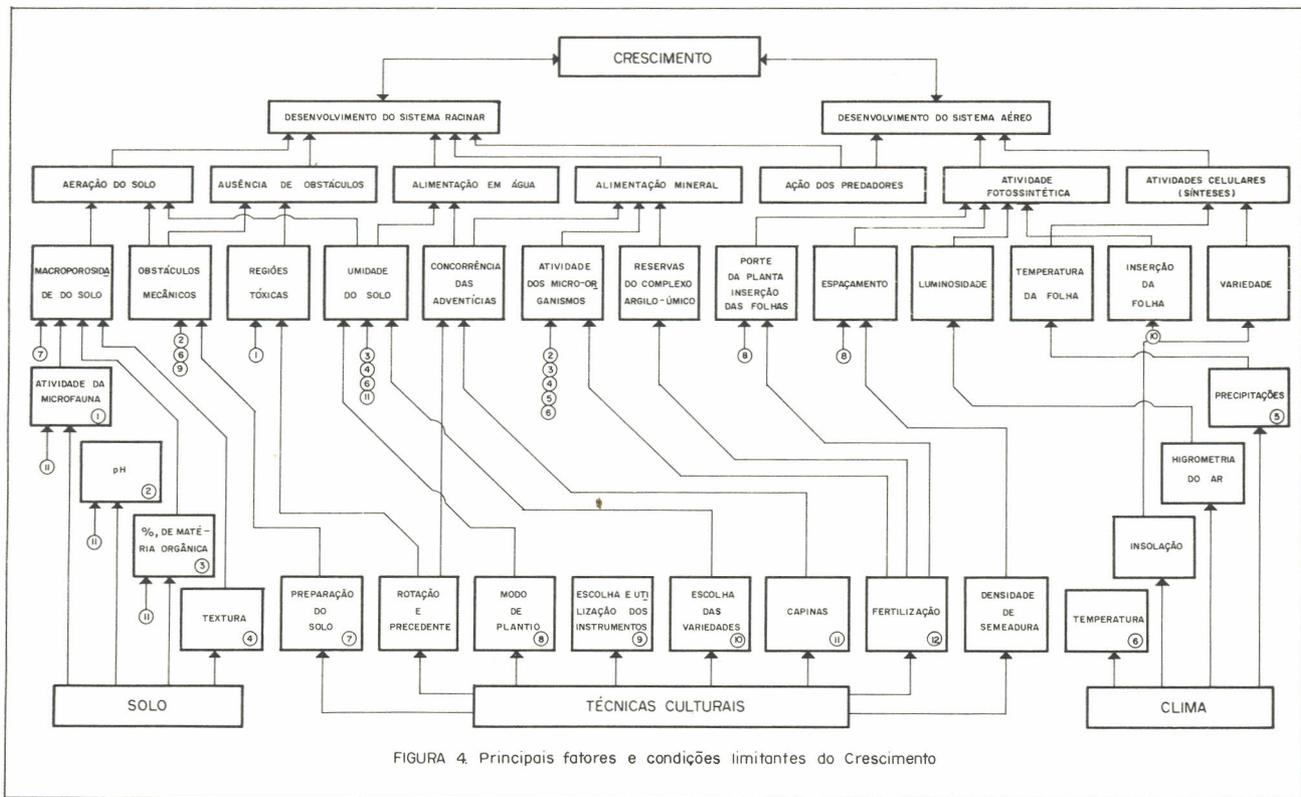


FIGURA 4. Principais fatores e condições limitantes do Crescimento

indicava, em geral, um bom funcionamento.

Os outros elementos minerais tiveram, sem dúvida, uma influência sobre o crescimento das plantas, mas esse conjunto de dados (qualitativos) ainda não foi tratado totalmente. Um segmento de pesquisa mais quantificado será desenvolvido sobre esse ponto, pois sabemos que o feijão responde bem à fertilização orgânica e mineral. Vale a pena recordar que, com fertilização ou não, uma colheita de 100 kg de grãos exporta, aproximadamente, 5 kg de N; 1,7 kg de  $P_2O_5$ ; 4,8 kg de  $K_2O$ ; 0,4 kg de S; 1,6 kg de CaO; 1,5 kg de MgO.

Enfim, ao nível da alimentação mineral a concorrência das adventícias teve um papel importante nos campos que os agricultores não puderam capinar no começo do ciclo (falta de mão-de-obra) ou que abandonaram ao longo do ciclo (ocorreu frequentemente: falta de comida e de água potável na propriedade destacavam-se aparentemente entre os fatores principais). A ausência de equipamentos e de técnicas mais diversificadas para o controle das adventícias (na totalidade dos campos esse trabalho era executado manualmente) constitui uma grave limitação. Assim, o problema da concorrência e do controle das plantas adventícias, parece-nos ser uma questão central entre os fatores que limitam a produção sob condições estritamente pluviais. Observou-se certa variabilidade ao nível das espécies de adventícias e de sua quantidade em função dos solos, da fertilização orgânica e dos precedentes culturais, difícil de ser discriminada precisamente.

### c) Ação dos predadores

A ação dos predadores fitófagos foi constatada tanto a nível de desenvolvimento radicular (ação da *Elasmo* na inserção da raiz) como, sobretudo, ao nível do aparelho vegetativo. Foram observados vários tipos de insetos (*Empoasca kraemeri*, Roos & Moore; *Caliothrips phaseoli*, Hood; *Elasmopalpus lignosellus*, Zeller; ? *Aracanthus* spp.), sendo que, em alguns casos, o nível de infestação comprometia o desenvolvimento da planta. Nosso único objetivo é o de assinalar a importância dos predadores. Uma análise circunstanciada do problema será fornecida posteriormente

pela equipe de fitossanidade do CPATSA, que acompanhou, se manalmente, a vegetação e os agentes.

#### d) Variedades

Constataram-se diferenças marcantes quanto à inserção das folhas e seu comportamento durante a estiagem entre as variedades cultivadas. Esses fatores, dificilmente quantificáveis numa pesquisa desta natureza, têm grande importância sobre o rendimento fotossintético e a temperatura da folha, e será incluído no segmento de pesquisa sobre as variedades locais. As variedades cultivadas em Ouricuri-PE mostraram uma grande diversidade de comportamento quanto à duração e a importância da floração, como veremos a seguir.

**Floração/frutificação e o número de grãos por vagem.** A etapa examinada agora é composta, na realidade, por várias fases onde se destacam: a floração, a polinização e a frutificação. No caso de uma cultura como a do milho, planta alógama, a polinização é de grande importância. No caso do feijão, planta autógama, decidimos, por questão de clareza e concisão, grupar na Figura 5 as fases de floração e frutificação, cujos fatores e condições limitantes serão examinados em conjunto.

#### a) Alimentação hídrica

É, sem dúvida, um ponto essencial nessa etapa do ciclo, pois é o momento em que a planta é mais exigente em água. Não dispomos de dados sobre o consumo de água da planta nessas fases em condições próximas das que trabalhamos. Todavia, três períodos críticos podem ser definidos por três estados vegetativos:

- . primeiras folhas: aproximadamente, 50 dias depois do rompimento;
- . primeiras vagens: aproximadamente, 70 dias depois do rompimento;
- . primeiros grãos : aproximadamente, 90 dias depois do rompimento.

Se o primeiro período crítico pode ser "recuperado" pe

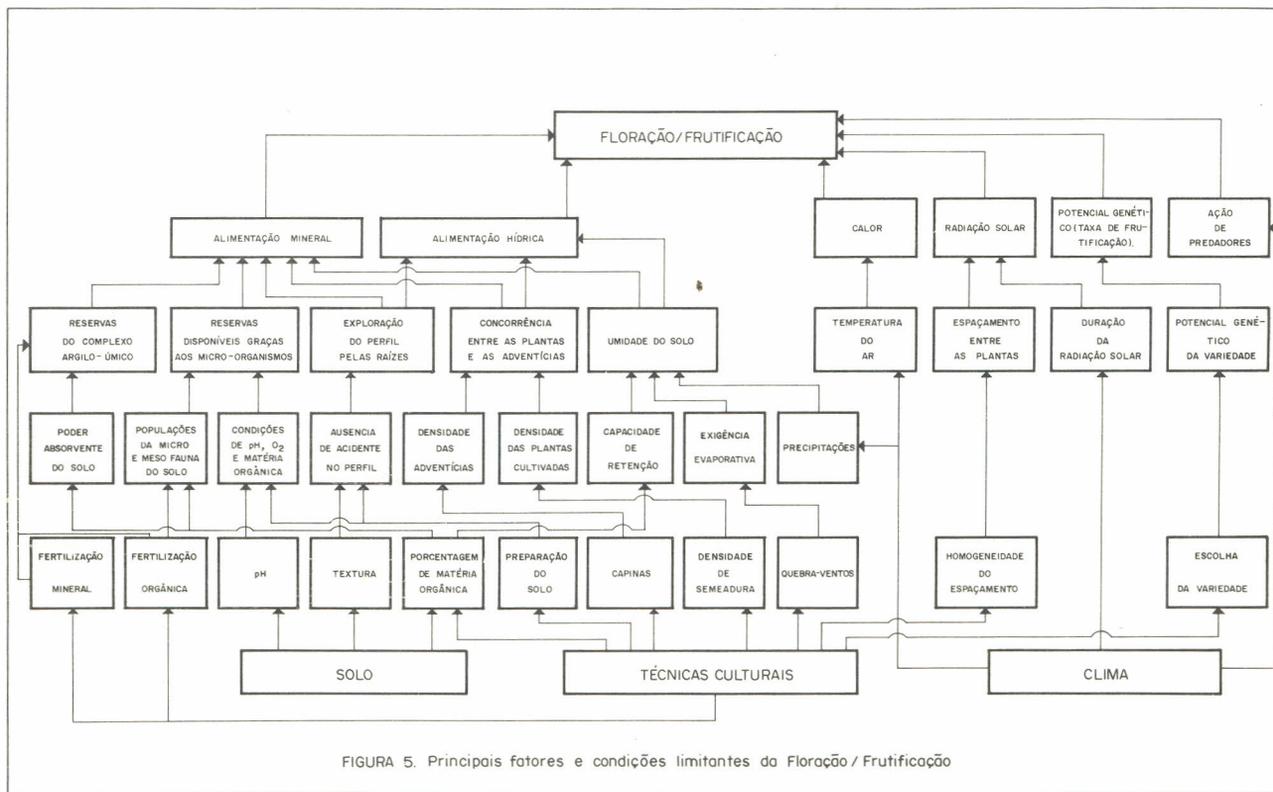


FIGURA 5. Principais fatores e condições limitantes da Floração / Frutificação

la duração da floração, todo déficit hídrico importante a partir da formação das primeiras vagens penaliza fortemente o rendimento. Apesar do importante sistema radicular do feijão e da diminuição do número de plantas por hectare a maioria das plantas começou essa fase com uma disponibilidade de reservas de água no solo, certamente inferior a 150 mm. Nessas condições, o número de vagens por planta sofreu uma importante redução: 1 a 2 vagens por planta quando a média em boas condições é de 10 a 15 vagens.

#### b) Alimentação mineral

Diante das condições limitantes em água, a alimentação mineral em muitos campos ficou extremamente reduzida. Observamos uma relação significativa na exploração do perfil pelas raízes e, certamente, a atividade dos microrganismos do solo deve ter diminuído. No momento da mobilização das reservas existentes na planta para a formação dos grãos, certamente o processo foi prejudicado.

#### c) Potencial genético da variedade ou taxa de frutificação

A limitação da alimentação hídrica, agravada pela ausência ou pelo atraso das capinas na maioria dos campos, não permitiu que fossem evidenciadas diferenças importantes entre as variedades, salvo no que é trivial: as variedades de ciclo curto apresentaram uma melhor frutificação. Todavia, se o nível de consumo de água aumenta com as variedades tardias, seria importante conhecermos se existem diferenças na velocidade de consumo, já que é, sobretudo, no momento da formação dos grãos que as diferenças intervarietais ocorrem.

Constatamos uma maior produção de matéria seca entre as variedades precoces e tardias, o que também influi sobre a formação dos grãos (reservas disponíveis ao nível da planta). Os dados disponíveis não permitem evidenciar uma ação unifatorial variedade/número de grãos por vagem, apesar de uma taxa de frutificação potencialmente diferente entre as diversas variedades.

#### d) Ação de predadores

A importância do ataque de certos predadores fitófagos durante várias fases do ciclo vegetativo, entre os quais destacou-se a cigarrinha verde do feijoeiro (*Empoasca kraemeri*, Ross & Moore), deve ter acarretado uma diminuição do número de vagens e do número de grãos por vagem como mostram os resultados experimentais realizados no CPATSA, Moraes et al. (1980). Todavia, resultados ulteriores poderão quantificar esse aspecto.

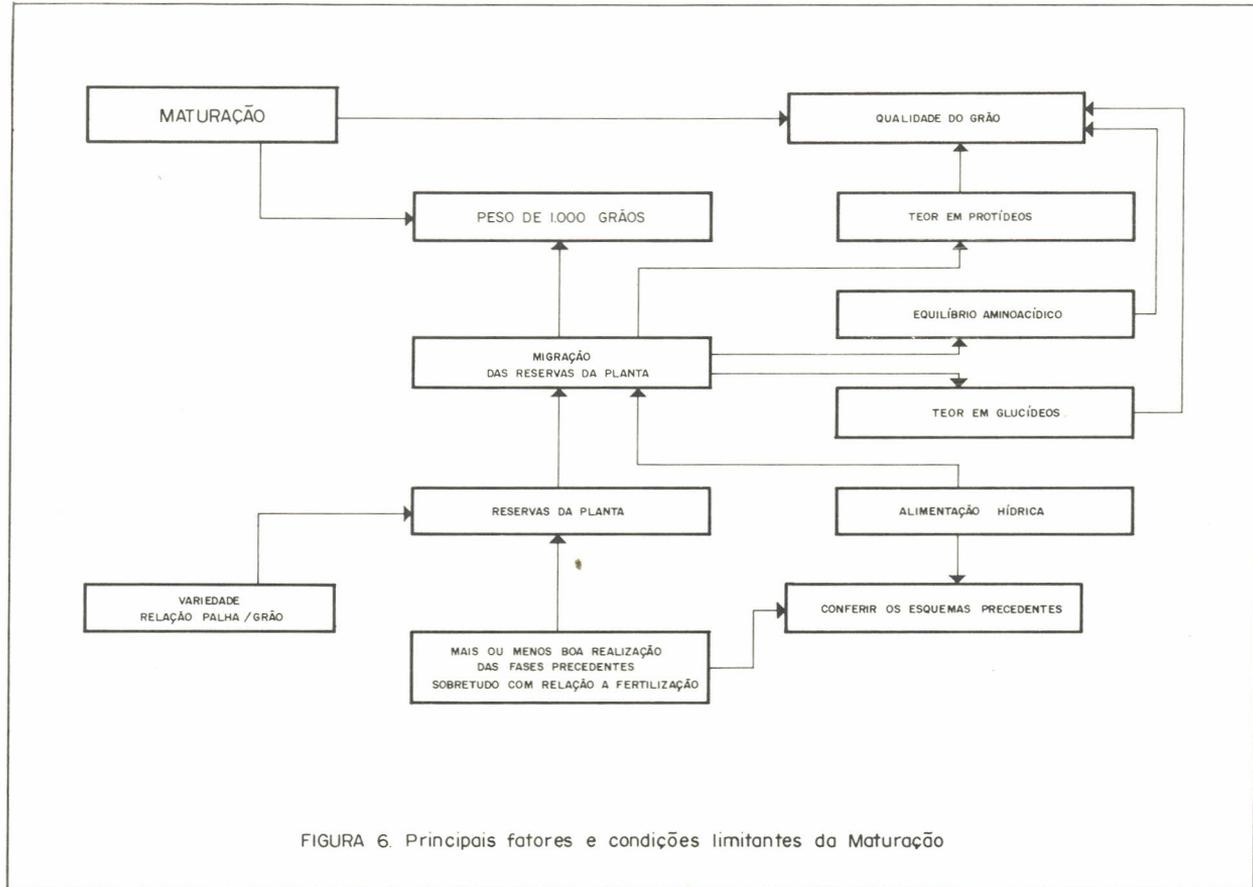
**Maturação ou o peso médio e a qualidade dos grãos.** Nas fases precedentes tentamos destacar, entre os múltiplos fatores e condições que intervêm na elaboração do rendimento do feijão, os vinculados ao clima, ao solo e às técnicas culturais.

Diante da impossibilidade ou da grande dificuldade existente para mudarmos, nas condições sócio-econômicas dos agricultores do Trópico Semi-Árido, o clima, o solo, muita coisa pode ser transformada a nível das técnicas culturais. A pesquisa agropecuária dispõe de muitos resultados e outros deverão ser perseguidos nessa ótica. Todavia, durante a maturação pouco pode fazer o agricultor.

Aos esquemas relativamente complexos das fases anteriores, substitui-se um quadro relativamente simples, onde as flutuações são difíceis de ser apreciadas pois, apesar de serem o resultado direto das fases anteriores, dependem estritamente de processos fisiológicos internos à planta (Figura 6).

Dois pontos importantes a destacar são a importância das variedades em termos de relação palha/grão na formação das reservas da planta e a ação dos predadores. Os predadores que se manifestaram ao longo do ciclo são de natureza diversa. Quando da maturação, observou-se uma predação relativamente importante por parte de pássaros. Essa predação parecia estar bastante vinculada a certas regiões ecológicas.

Com essa última etapa vegetativa conclui-se a elaboração do rendimento. O peso médio de um grão observado foi relativamente elevado e uniforme (0,2 g com um desvio padrão de 0,006), pois situa-se próximo das médias obtidas



em condições "normais". Quanto à qualidade dos grãos e sua variabilidade (porcentagem entre protídeos e glúcideos) essas análises não foram realizadas, como também não foi analisada a variação da composição em ácidos aminados nos protídeos sintetizados.

### CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

1. A tentativa de explicação agrônômica das interações clima/solo/planta/técnicas culturais, através da equação do rendimento proposta, permite questionar as visões reducionistas unifatoriais. O rendimento cultural se encontra sob a dependência de uma série de fatores que, sob a ação do agricultor, criam condições mais ou menos favoráveis a cada fase ou estado do ciclo vegetativo da planta. Neste sentido, os métodos propostos buscam substituir a relação:

Técnicas → Rendimento

por uma série de relações explicativas intermediárias, conforme a Figura 7.

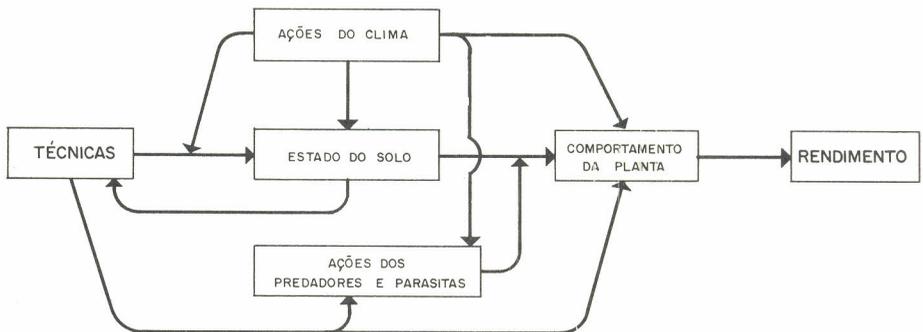


FIGURA 7. Abordagem das interações Técnicas / Rendimento

— Esquema simplificado —

O método tenta substituir as relações unifatoriais tradicionais (efeito da água sobre o rendimento, efeito da densidade sobre o rendimento, efeito da fertilização sobre o rendimento, efeito da variedade sobre o rendimento, ...) por um conjunto plurifatorial onde as razões, as causas e os efeitos são identificados.

2. Além de poder explicar as diferenças de níveis de produção entre agricultores, a equação e os métodos utilizados permitem separar dentro de um mesmo nível de produção, agricultores com problemas agrônômicos distintos. Assim, dentro de um conjunto de agricultores com rendimentos médios de feijão em torno de 100 kg/ha podemos distinguir um subconjunto onde o que limita a produção é o número de plantas por hectare (problema fitossanitário, por exemplo). Um segundo subconjunto pode ser constituído por agricultores que, apesar de terem um bom número de plantas por hectare, vêm seus rendimentos limitados pelo número de vagens por planta (um problema de fertilidade ou de variedade, por exemplo). E assim sucessivamente.

Um dos interesses maiores do método é que, ao identificar e hierarquizar os fatores e condições que limitam a produtividade das culturas, ele permite mostrar para agricultores situados num mesmo nível de rendimento, seus problemas agrônômicos específicos, e esses podem ser bem distintos.

3. Essa identificação e hierarquização dos fatores limitantes da produtividade em termos de interações clima/solo/planta/técnicas culturais permitem uma orientação às pesquisas de campos experimentais sobre o que é prioritário em termos de intensificação da produção. Neste sentido, é importante salientarmos que seria totalmente ilusório tentarmos reproduzir as condições de cultura do agricultor por uma simples ausência de certos insumos (fertilizantes, variedades selecionadas, ...). Os resultados obtidos mostram que, para uma situação geral de ausência de insumos, os rendimentos culturais podem variar de modo extremo entre as propriedades (situações agroecológicas e sócio-econômicas) e entre os próprios campos de uma mesma propriedade (decisão do agricultor quanto à disponibili-

de e à utilização dos fatores de produção).

4. Com objetivos estritos de pesquisa (e não de extensão ou de desenvolvimento), seria importante experimentar e testar, no meio rural, de preferência em condições desfavoráveis, as técnicas isoladas ou combinadas que se dispõe em resultados de pesquisa. Além de validar a experimentação a nível de produtor, uma ação de pesquisa dessa natureza permitiria a elaboração de funções de produção integrando os fatores locais.

5. Enfim, o baixo nível dos rendimentos na produção do feijão mostra a necessidade e a possibilidade de intensificação que, conforme a análise realizada, pode seguir trajetórias as mais diversas possíveis. Intensificação da produção não é contrária a securização da lavoura diante das flutuações climáticas, Tourte (1974). O que conduz ao fracasso certas tentativas de intensificação é que elas se apoiam frequentemente sobre um único fator julgado de determinante. Sem uma ação modulada sobre vários fatores, as vias de intensificação e de diversificação da produção são fadadas ao fracasso tendo em vista as condições específicas da agricultura do Trópico Semi-Árido. Neste sentido, é interessante notar que um fator de melhoramento da produtividade como as variedades selecionadas, que em outras regiões do Brasil dão resultados significativos com pouco custo e poucas mudanças no sistema de cultivo e de produção do agricultor, ainda não encontraram o devido sucesso no Trópico Semi-Árido. Isto se explica, em grande parte, pelo fato de que essas variedades só dão resultados satisfatórios quando acompanhadas de uma implementação geral dos fatores de produção, Miranda (1979). Nas condições atuais as variedades tradicionais produzem resultados mais satisfatórios (Figura 8). Enquanto a ênfase vem sendo colocada sobre a diferença Y (as referências bibliográficas são inúmeras nesse sentido), a pesquisa realizada a nível do meio rural e dos produtores tem que colocar ênfase na diferença X. Enquanto essa diferença não for ultrapassada, a menos de uma mudança no perfil agrônomo das variedades selecionadas ou "melhoradas" para a situação concreta da região, os resultados serão li

mitados e beneficiarão uma parcela restrita de produtores (os maiores).

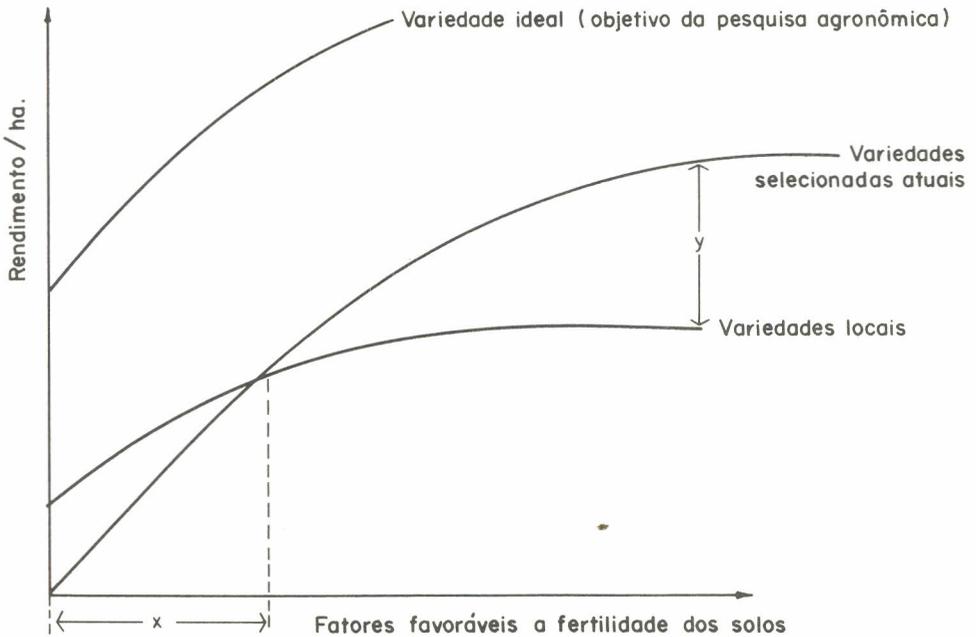


FIGURA 8. Exemplo esquemático das diferentes respostas varietais ao melhoramento da fertilidade dos solos.

## REFERÊNCIAS

- GODRON, M. Les échantillonnages phytoécologiques. Paris, Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique, 1976. 23p. (DGRST. Note, 8)
- MIRANDA, E.E.de. Le cycle d'eau et les cultures pluviales en milieu aride (Sahel) problématique et considération. Paris, ESAT-ISARA, 1977. 170p.
- MIRANDA, E.E.de. Etude des déséquilibres écologiques et agricoles d'une région tropicale semi-aride au Niger. Bordeaux, Univ. de Bordeaux II; D.G.R.S.T., A.C.C., Lutte contre l'aridité en milieu tropical, 1979. 81p.
- MIRANDA, E.E.de. & BILLAZ, R. Méthodes de recherche en milieu sahélien: les approches écologiques et agronomiques d'une démarche pluridisciplinaire: l'exemple de Maradi au Niger. *Agronomie Tropicale*, 35 (4):357-73, 1980.
- MORAES, G.J.de. & RAMALHO, F.de S. Alguns insetos associados a *Vigna unguiculata* Walp no Nordeste. Petrolina, EMBRAPA-CPATSA, 1980. 10p. (EMBRAPA-CPATSA. Boletim de Pesquisa, 1).
- MORAES, G.J.de.; OLIVEIRA, C.A.V.; ALBUQUERQUE, M.M.de.; SALVIANO, L.M.C. & POSSÍDIO, P.L.de. Efeito da época de infestação de *Empoasca kraemeri* Ross & Moore, 1957 (Cigarrinha verde do feijoeiro) Homoptera: Typhocibidae) na cultura de *Vigna unguiculata* Walp (Feijão macassar). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 9(1):67-74, 1981.
- SEBILLOTE, M. Agronomie et agriculture. Essai d'analyse des tâches de l'agronome. Cahiers ORSTOM, Ser. Biol., (24):3-25, 1974.
- SILVA, M.B.A. Analyse du processus de génération et adaptation technologie agricole dans la région semi-aride de l'état de Pernambuco Brésil. Montpellier, Université de Montpellier, Faculté de Droit et des Sciences Économiques 1980. 226p. Tese Doutorado.

TOURTE, R. Réflexions sur les voies et moyens  
d'intensification de l'agriculture en Afrique de  
l'Ouest. *Agronomie Tropicale*, 29(9):917-46, 1974.

## CONCLUSÕES

Agronomia se constitui como ciência na medida em que define seus métodos e obtém resultados positivos a nível do meio rural. Inspirando-se em problemas concretos existentes na prática agrícola, a pesquisa a nível experimental busca soluções no estudo da ação de fatores conhecidos sobre o rendimento. Todavia, esse estudo de leis de variação não pode levar à descoberta das fontes de variação, extremamente diversificadas e complexas para serem reproduzidas. O agrônomo não pode se limitar ao resultado experimental. A obtenção de um modelo ou a validação de uma hipótese em condições experimentais não deve ser seu objetivo, mas uma etapa. O objetivo final do agrônomo é que seu modelo ou sua hipótese se revelem de acordo com os fatos observáveis a nível de campo, a nível da prática agrícola. Neste sentido, não existe verdadeira ciência agrônômica sem a preocupação de confrontação com o real, com o que se passa nas condições de campo, a nível de agricultura, Sebillotte (1974).

Até princípios do século, a comunidade científica só reconhecia como ciência "verdadeira" a que tivesse como objeto uma parte do real, nitidamente identificada, e que a definisse. Nesta concepção, toda atividade que estudasse as relações entre os objetos não passava de um prolongamento de uma ou de outra ciência. Esta opinião, baseada numa falsa atitude reducionista, perdeu terreno e várias ciências de relações emergiram e afirmaram-se (ecologia, bioclimatologia, ergonomia, bioquímica, ...) já que nenhuma abordagem podia reduzi-las a uma das ciências que elas parcialmente utilizam. Cabe aos agrônomos constituir verdadeiramente sua praxis teórica e prática em ciência autônoma. E isto não depende só da filosofia das ciências, na medida em que a prática é função das equipes de pesquisa e dos métodos empregados. Esta preocupação, num organismo de pesquisa, deve ser coletiva pois, diante de recursos obrigatoriamente limitados, ela deve orientar a racionalidade e a validade das ações de pesquisa, assim como a gestão econômica dos meios necessários, Sebillotte (1974).

Dispor de métodos adequados para identificar e hierarquizar o que limita a produtividade dos sistemas vegetais e animais a nível do meio rural é uma primeira etapa indispensável, sem a qual tudo pode ser hipotecado. Na busca e no aperfeiçoamento desses métodos pelo CPATSA, para o Trópico Semi-Árido, este trabalho também só representa uma etapa.

- . Medidas de crescimento (milho)
- . Estado sanitário das culturas
- . Evolução do enraizamento (não sistemática)

### Vegetação espontânea (adventícias)

- . Precocidade e recobrimento das adventícias
- . Velocidade de recuperação após primeira capina
- . Identificação das principais espécies dominantes
- . Apreciação global do controle das adventícias

### Antecedentes e precedentes culturais

- . Identificação dos precedentes culturais
- . Identificação das rotações culturais e dos afolhamentos
- . Data e duração do último período de pousio
- . Natureza e importância das restituições orgânicas

### Sistema de cultivo

- . Tipo de preparação do solo
- . Técnicas de semeadura ou plantio
- . Técnicas de capina ou de controle das adventícias
- . Técnicas de pulverização
- . Técnicas de colheita
- . Técnicas de desbaste
- . Outras técnicas intervindo no cultivo
- . Natureza e tipo de fertilização mineral
- . Tratamentos fitossanitários (natureza e frequência)
- . Variedades selecionadas (origem, espécie, nome).

PEDE-SE PERMUTA DE PUBLICAÇÕES  
ON DEMANDE L'ÉCHANGE DE PUBLICATIONS  
WE ASK FOR PUBLICATION EXCHANGE  
MAN BITTET UM PUBLIKATIONAUSTAUSCH

Diagramação, desenho, composição e montagem  
Editoração do Comitê de Publicações do CPATSA  
Impressão GRAFSET

## Anexo 1

## ESTRATIFICAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA

## Análises realizadas

- . Numéricas
- . Gráficas
- . Cartográficas

## Dados analisados por propriedade

- . Área legal
- . Área real
- . Área disponível/ ativo agrícola
- . Área explorada/Área real
- . Área cultivada/Área real
- . Culturas principais
- . Culturas secundárias
- . Área explorada/ativo agrícola
- . Área cultivada/ativo agrícola
- . Atividades para-agrícolas
- . Atividades extra-agrícolas
- . Agricultores atípicos
- . Propriedades selecionadas
- . Propriedades acompanhadas

### VARIÁVEIS OBSERVADAS A NÍVEL DE CAMPO

A maioria das variáveis foram acompanhadas semanalmente (vegetação, estado superfície do solo, etc.) mas nem todas as medidas eram sistemáticas (análise de solo, perfil cultural, etc.).

#### Solo

- . Apreciação da textura dos horizontes superficiais
- . Tentativa de classificação do solo
- . Presença de matéria orgânica não decomposta sobre a superfície da parcela (natureza e quantidade estimadas)
- . Estado estrutural do perfil cultural (não sistemática)
- . Análise físico-química e granulométrica (só para certos campos)
- . Pedregosidade
- . Compactação, coesão

#### Fenômenos morfo genéticos

- . Escorrimento (nulo, difuso, concentrado com ravinamento incipiente, concentrado com ravinamento)
- . Ações eólicas (erosão, corrosão, ripple-marks)
- . Crosta superficial (várias classes de 0 a 10 mm)
- . Inundação (nula, excepcional, frequente)
- . Posição topográfica e interações com o micro-relevo da parcela

#### Vegetação cultivada

- . Identificação das espécies e variedades cultivadas
- . Densidade e orientação dos plantios
- . Arranjos e espaçamentos
- . Povoamentos vegetais (nº plantas/unid. de superfície)
- . Número de espigas ou de vagens/planta
- . Número de grãos por espiga e por vagem
- . Peso médio dos grãos
- . Estados e fases fenológicas (porcentagem de plantas)