

CATIE

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales

DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL DE SISTEMAS
DE PRODUÇÃO AGRICOLA

Gilberto Páez

Documento presentado en el Curso Intensivo sobre Sistemas de Producción Agrícola para el Trópico, Turrialba, Costa Rica, CATIE, Febrero 17-Marzo 26, 1975.

Turrialba, Costa Rica

1976

1. INTRODUÇÃO

Há fatos que revelam a necessidade de desenvolver a **pesquisa-em sistema** de produção agrícola. Enumeraremos a continuação, alguns aspectos importantes:

1. Com frequência menciona-se que a pesquisa no setor agropecuário muitas vezes é resultado da problemática individual e não obedece necessariamente a necessidade sentida pelos usuários dos resultados.
2. Observa-se que a pesquisa agropecuária tem dado mais ênfase aos aspectos básicos ou aplicados, orientando a utilização de tecnologia avançada. Este último ponto levantou a questão de transferibilidade dos resultados aos produtores, que ainda estão na faixa de agricultura itinerante e transacional, que não tem condição de aproveitar em forma direta e imediata uma tecnologia muito além do sistema de produção com o que ele convive.
3. Outro ponto levantado frequentemente é que a pesquisa desenvolvida por disciplina ou por área específica, isoladamente dos demais componentes do sistema de produção, ou introduzem tendenciosidade nos resultados, no sentido de que a soma aritmética dos "ótimos" individuais de cada fator de produção não é igual a um ótimo sistêmico.
$$(\sum o_t(i) \neq O_t_s)$$
4. Menciona-se que a tecnologia desenvolvida em um ambiente não pode ser adotada indiscriminadamente em outro ambiente, devido ao diferencial de sistemas produtivos.
5. Por outra parte, reconhece-se que o nosso sistema tropical (maior parte de A. L.) tem vocação para produzir uma gama de produtos econômicos, mais que o sistema de produção tem que guardar simetria com as leis de produção imperantes na área.
6. Sob as condições de recursos escassos deve aplicar-se maior pressão de uso aos recursos mais abundantes, para maximizar o "output".
7. A maioria dos pacotes tecnológicos utilizados na atualidade, são resultados de soma aritmética de componentes, pesquisados isoladamente, não levando em conta a ação do multiplicador de fatores que possui o sistema. O efeito do multiplicador só é possível detectar sob condições de presença simultânea dos fatores de produção. O multiplicador afeta ao "output" do sistema, em diversas formas, dependendo do tipo de sistema produtivo.

Os seis componentes principais associados a pesquisa de Sistema de Produção Agrícola são: 1) identificação; 2) Delineamento do desenho; 3) Implantação; 4) Operação; 5) Controle de sistema e 6) Avaliação da performance do sistema.

Especificamente nos corresponde desenvolver neste curso o ponto 2, ou seja, delineamento de Sistema de Produção Agrícola a ser pesquisado e testado experimentalmente. Na verdade, é difícil tratar independentemente cada um dos componentes enumerados aqui, sem tocar as relações naturais que existem entre eles. No entanto trataremos de centrar nossa discussão sobre o Delineamento de Sistema de Produção e tocaremos só como diferencial as outras partes mencionadas. Por outra parte reconhecemos que existem problemas básicos no desenvolvimento ou construção de Sistema de Produção para testes experimentais; principalmente devido a escassez de material de referência específica sobre o desenho de Sistema de Produção Agrícola, operacionalização, teste experimental, etc.

Neste documento apresentam-se as idéias básicas utilizadas em Desenho de Sistema de Produção Agrícola.

2. RACIONALIZAÇÃO DO ESTUDO DE SISTEMA DE PRODUÇÃO

"Bem-vindo ao Mundo do Sistema". Em termos gerais, falamos que existe um problema que merece pesquisar quando há alternativas de soluções que se visualizam como mais satisfatórias que a situação atual. A situação desejada ou mais satisfatória depende da aspiração de quem toma a decisão.

A solução de um problema consiste na transformação de uma situação atual de insatisfação a uma situação de maior satisfação. A continuação, apresentamos alguns pontos básicos que devem ser considerados para desenhar "realisticamente" os sistemas de produção agrícola, a serem submetidos a testes experimentais:

1. Análise situacional e de alternativas. Como ponto de partida para o desenho devem ser identificados e analisados os sistemas de produção existentes, selecionando deles os que melhor performance e perspectiva oferecem para satisfazer os objetivos e as necessidades imperantes. Observando-se as estruturas dos sistemas de produção, em prática na atualidade pode-se caracterizar que eles diferem marcadamente na sua estrutura e função. A estrutura básica do sistema varia desde a monocultura aos sistemas sequenciais ou rotacionais até chegar aos sistemas produtivos do tipo policultural. Evidentemente, a natureza destes sistemas diferem entre si e, em consequência, observa-se grande heterogeneidade em sua forma de operação.

Em segundo lugar observam-se diferenças marcadas na intensidade de uso de insumos do tipo cultural, laboral e talvez os insumos de fontes infinitas.

É interessante também ressaltar que as diferenças observadas na estrutura e a pressão de uso dos insumos são bastante típicas e acompanhado de ligação entre os componentes de cada sistema. O que parece

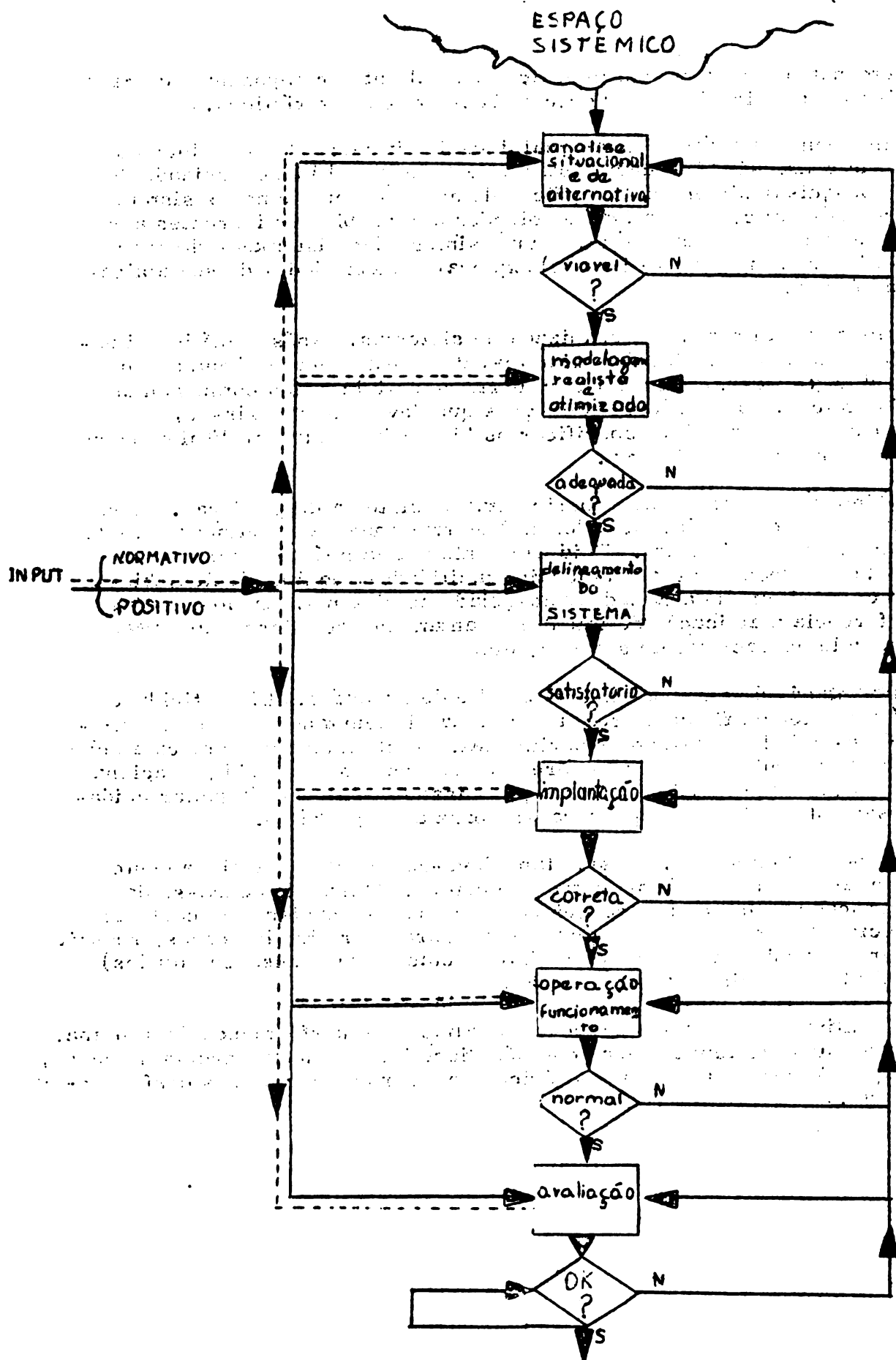
demonstrar que a retroalimentação casual entre componentes de cada sistema adquire forma e aspectos bastante característicos.

Em resumo a análise situacional deve identificar: a) os problemas básicos associados a cada sistema de produção; b) a necessidade de se pesquisar sistemas específicos de uso corrente ou novos sistemas provisórios; c) alternativa de soluções aos problemas inerentes aos sistemas de produção; d) fazer uma síntese dos sistemas e de suas performances comparativas; e) explorar a viabilidades de sua aplicação futura.

2. A modelagem realista e otimizada de sistemas. Após a análise situacional deve ser modelado o sistema, de acordo com um "output" que se deseja obter. A modelagem parte da definição dos componentes sistemicos, as prováveis alterações que devem introduzir-se, os inputs e seus níveis, especificar os "Loops" e testar preliminarmente a performance do sistema.
3. Delineamento para teste experimental do sistema de produção. Nesta etapa deve consolidar-se o desenho de tratamento e o delineamento de campo ou experimental. Evidentemente que também tomam-se em conta os aspectos organizacionais, facilidades, equipe técnica, bio-pert ou cronograma de atividades, associado ao sistema. O bio-pert faz referencia a aplicação de input e levantamento de informação para controle operacional do sistema, etc.
4. Implantação do sistema experimental e de produção. Esta atividade dá a existencia física ou real ao sistema, implantando no campo o modelo escolhido para teste experimental. Neste momento começa a ação direta da equipe de pesquisadores que são os responsáveis por acionar os mecanismos do sistema. Os pesquisadores devem implantar cuidadosamente o sistema e preparar-se para acompanhá-lo.
5. Operação do sistema. Nesta etapa deve-se cuidar do funcionamento normal do sistema já implantado no campo. O manejo ocupa-se da operação do sistema; o pesquisador aciona o mecanismo de controle (decisão) e fica em permanente alerta para corrigir distorções, reduzir o erro e assim evitar ruídos na interpretação das mensagens (dados) emitidos pelo sistema de produção.

Por último tem-se a manutenção e avaliação da performance do sistema. Para estas existem técnicas que nós discutiremos nesta parcela do curso, já que forma parte de outros tópicos, assignados aos outros conferencistas.

A seguir apresenta-se em forma de diagrama de fluxo os aspectos levantados com a lógica do delineamento de sistema de produção agrícola.



3. VOCABULARIO SIMPLIFICADO E DEFINIÇÕES-ILUSTRATIVAS UTILIZADAS EM SISTEMA DE PRODUÇÃO

Em vista de que o dicionário de Sistemas tenha crescido consideravelmente nos últimos tempos, introduzindo novas simbologias e definições, achamos necessário fazer uma simplificação de alguns desses termos que nós utilizaremos em sistema de produção agrícola.

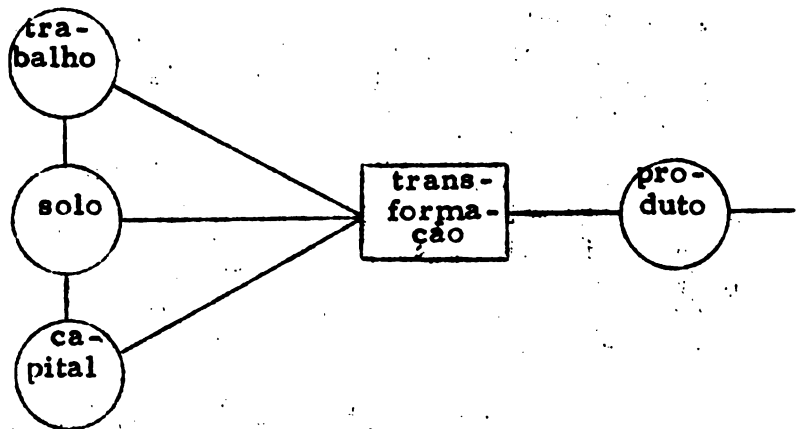
Algumas das definições e modificações que estamos apresentando são essencialmente operacionais, mas que se ajustam a nossa necessidade de momento. Trata-se de fazer uma compatibilização das simbologias descritivas com as operativas, que mais comumente são utilizadas pelos sistemologistas agrícolas.

Evidentemente quando nos referimos a agro-sistema de produção em seu contexto bio-dinamico é necessário e conveniente utilizar a estruturação e símbolos que definem mais detalhadamente o sistema; por outra parte, quando fazemos referencia ao sistema de produção no sentido descritivo, para efeito de análise simulada, utiliza-se a estruturação e simbologia mais apropriada para este caso.

Se compararmos a linguagem bio-dinamica com a linguagem operativa dynamo, utilizada na simulação de sistemas contínuos, encontramos diferenças morfológicas, más que são compatibilizáveis com facilidades.

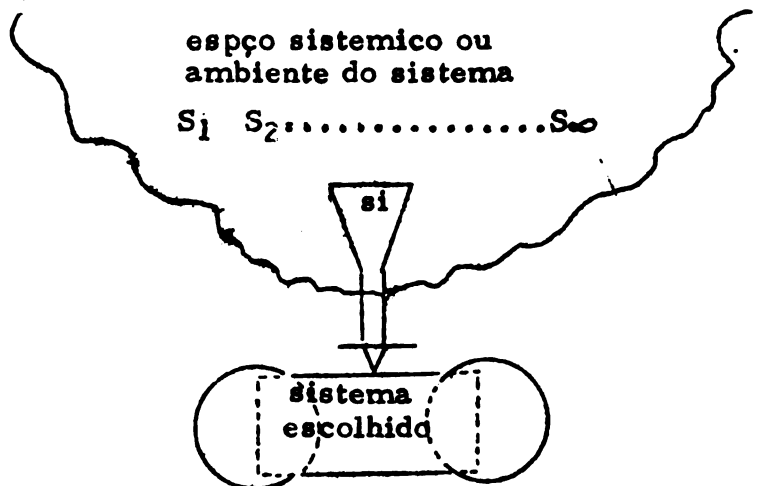
A continuação, apresentamos alguns conceitos, definições e simbologia que utilizaremos no delinamento de sistema de produção.

Sistema: Conjunto organizado de componentes de um todo, interrelacionados entre si estrutural e/ou funcionalmente, para cumprir um objetivo.



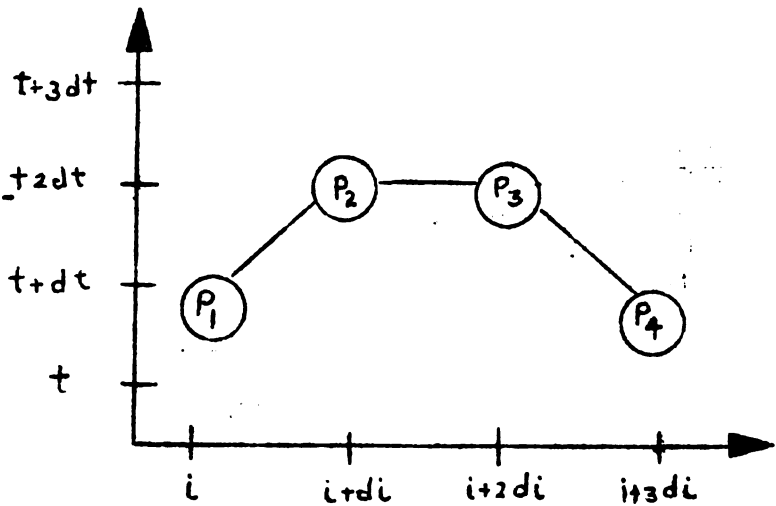
Espaco Sistêmico:

É o ambiente em que o sistema tem existência física ou conceitual.



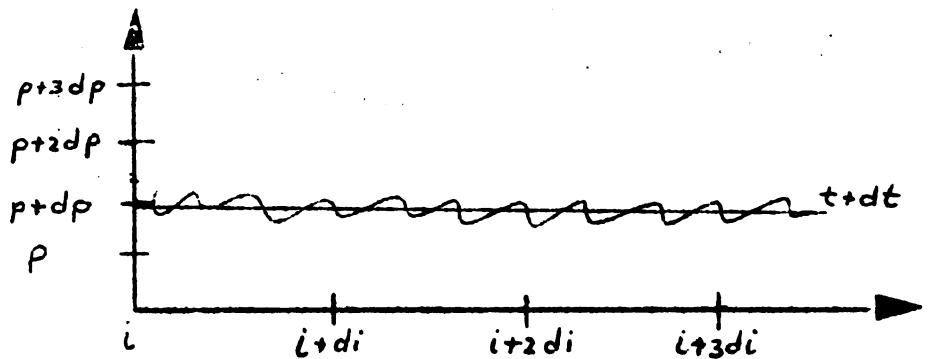
Sistema Dinamico (de atrazo ou commemoria):

É caracterizado pela mudança da variáveis no tempo como consequência da mudança no "input" e das interações entre elementos.



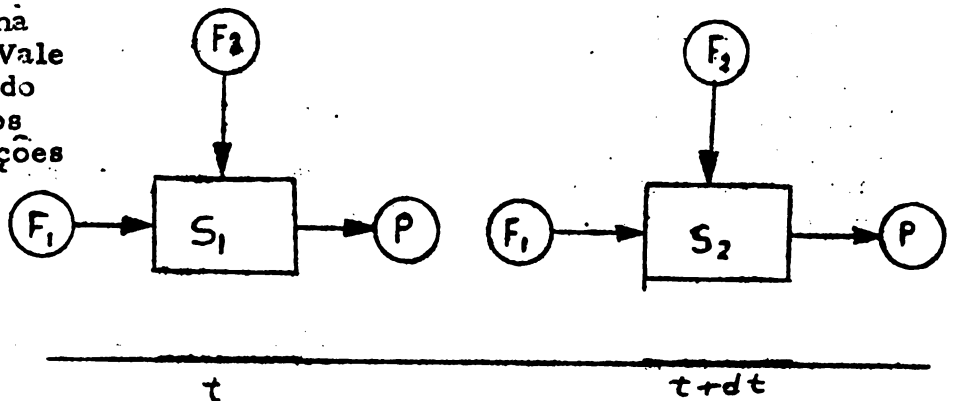
Sistema Estático (sem memoria):

O "output" não depende de valores prévios, tomado pelo "input".

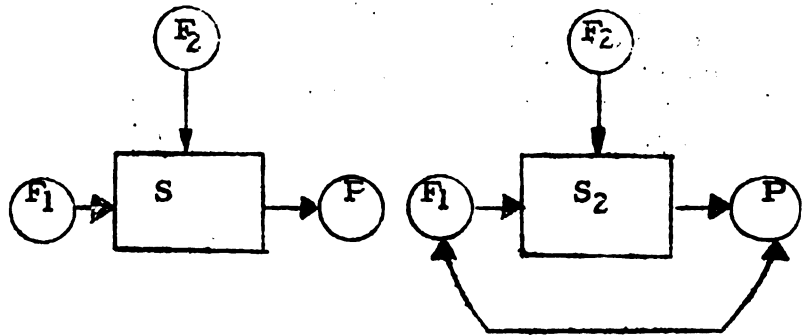


Sistema Fixo no tempo:

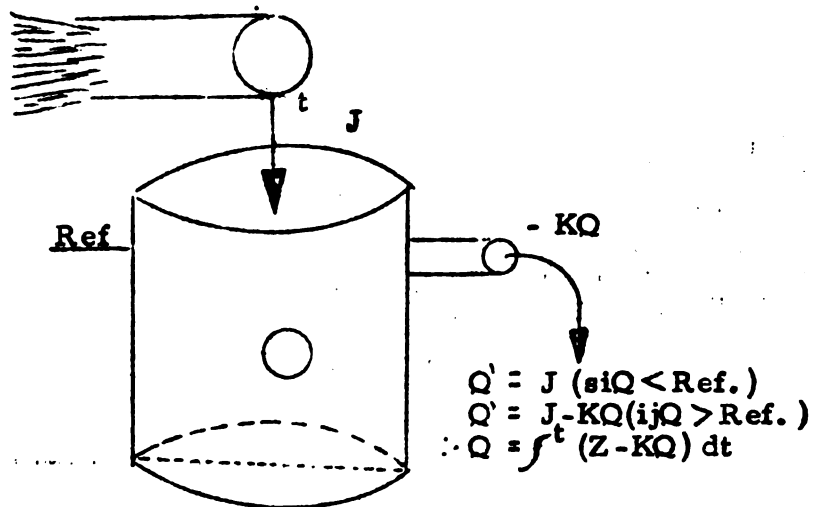
A estrutura do sistema não muda no tempo. Vale dizer, as alterações do do input nao mudamos elementos, as interações e os parâmetros que definem o sistema



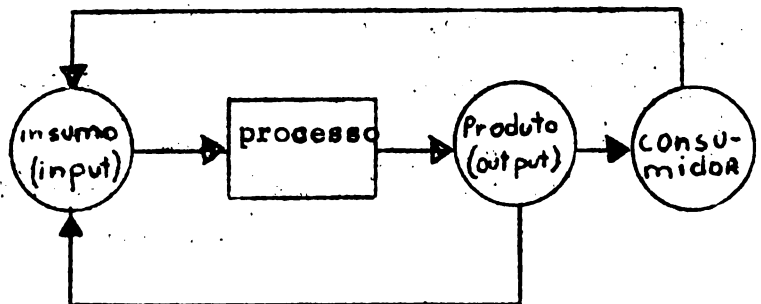
Sistema variável no tempo: A estrutura do sistema muda no tempo. Os eventos são. Funções do tempo.



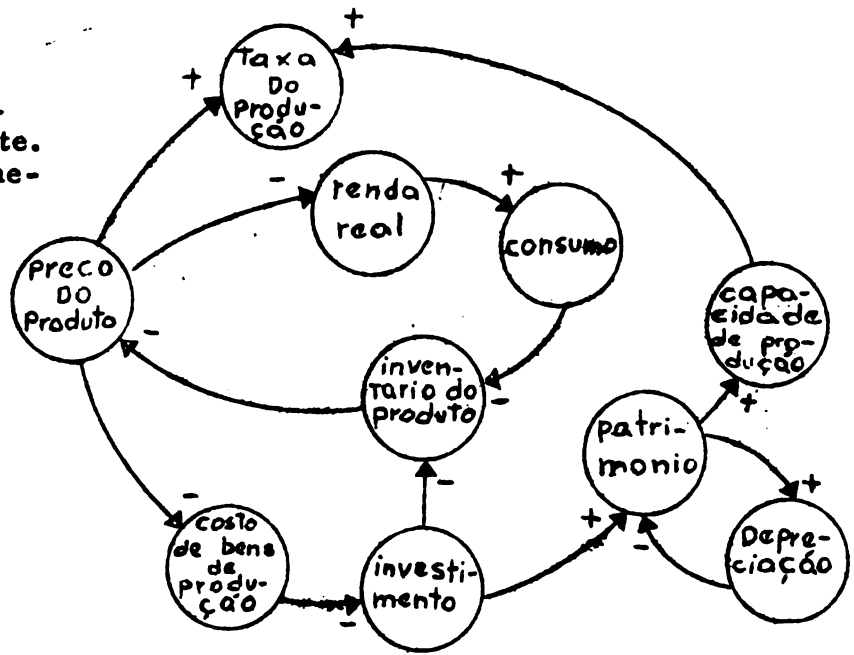
Componentes do sistema: Partes organizadas do sistema que cumprem função específica, mas que devem ser consideradas conjuntamente com os outros elementos do sistema.



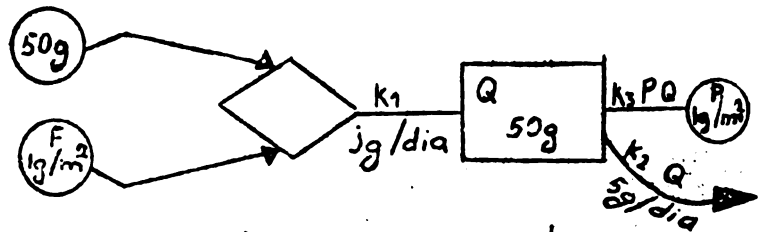
Estrutura do sistema: Representação do conjunto de elementos e interações de um sistema, relacionando explicitamente o input-output e parâmetro.



Retroalimentação: É a reentrada ou recirculação de alguma energia ou produto, em algum componente. Isto pode ser positivo ou negativo.



Performance do sistema: Comportamento geral ou específico do sistema como resposta a mudança induzida.

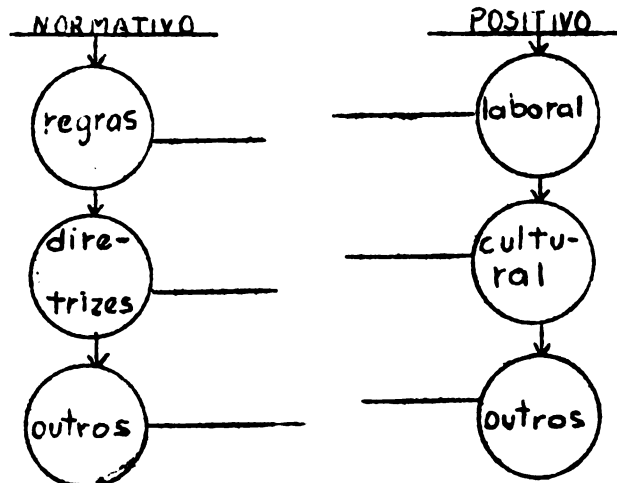


$$\begin{aligned}
 K_j F &= 1g/dia & K_2 Q &= 5g \text{ dia} & K_3 P Q &= 5g/dia \\
 K_1 &= \frac{1g/dia}{1g/m^2} & K_2 &= \frac{5g \text{ dia}}{50g} & K_3 &= \frac{5g/dia}{(50g)(1g/m^2)} \\
 K_1 &= 1m^2/dia & K_2 &= 0 \text{ dia} & K &= -1m^2/d^2/g
 \end{aligned}$$

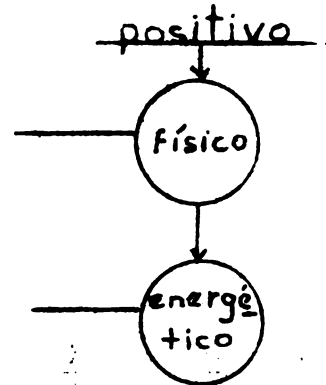
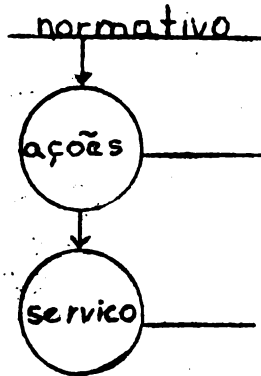
Variável de performance: São indicados os critérios utilizados para medir o comportamento do sistema.

eficacia, productividade, estabilidade, etc.

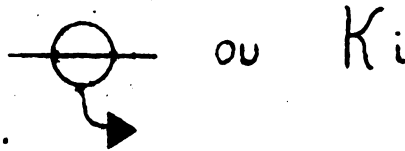
Insumo: Fatores ou variáveis que induzem ou estimulam mudança no comportamento de um sistema. Pode ser de natureza controlável, semi-controlável ou incontrolável.



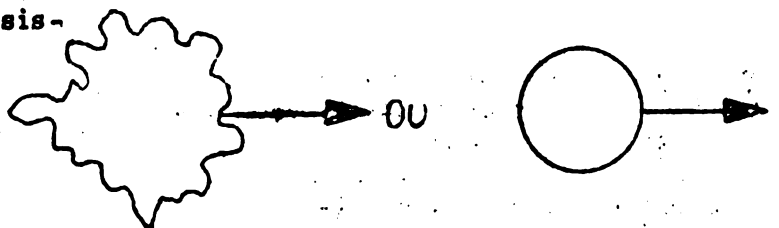
Produto: Fatores ou variáveis produzidas pelo sistema. Pode ser produto desejável ou indesejável, parciais ou totais, primários ou secundários.



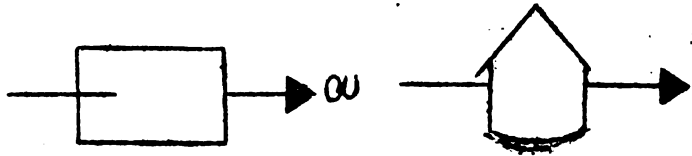
Parâmetro do Sistema: São constantes que especificam a forma em que se relacionam os elementos, fatores, etc., do sistema.



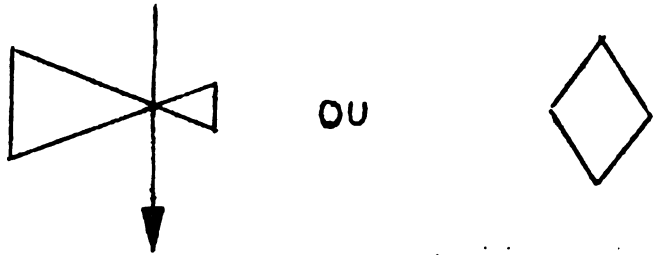
Fonte: Refere-se ao armazem do input ou energia fora do sistema, mais conectado a ele por algum mecanismo de abastecimento.



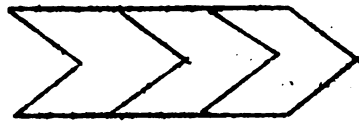
Tanque: Depósito de input ou energia, localizado dentro do sistema onde exerce várias funções.



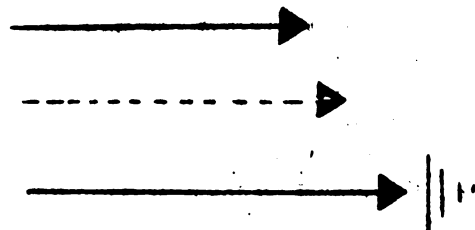
Decisão: Alteração de curso de ação ou regulação do processo sistêmico.



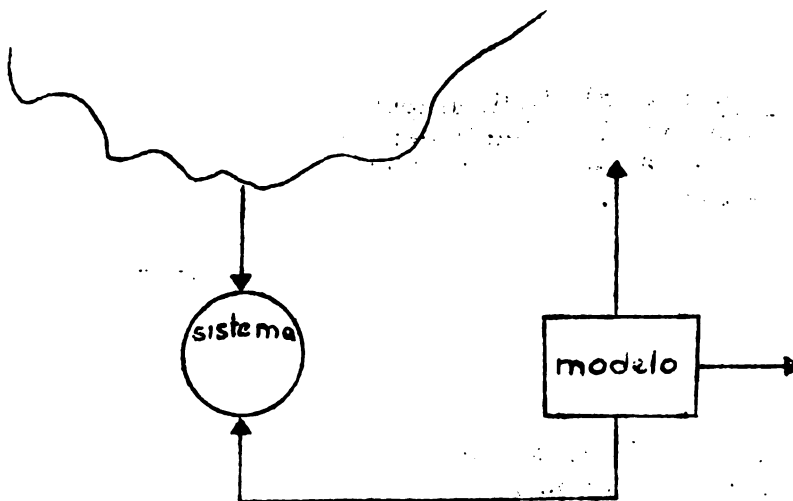
Integrador: Mecanismo que integra o fluxo de energia ou input que converge a um lugar para criar condições ou substrato essencial.



Fluxo: Direção em que o processo se move. Cada fluxo é acompanhado por símbolo ou constante que expressa uma situação.



Modelo: É a representação conceitual ou simbólica de um sistema do mundo real. Distingue-se tres tipos de modelos



Modelo analítico: Expressa relações, explicita fatos conhecidos. Portanto é possível representá-lo por meio de técnicas matemáticas. Modelo deste tipo permite obter soluções otimizadas.

$$Y = f(X, P)$$

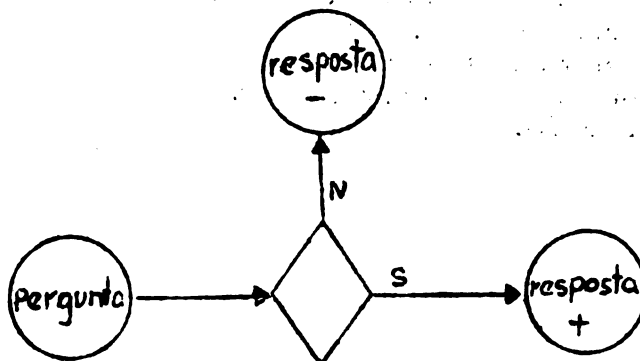
Y_2 = Matriz Produto

X = Matriz de Insumo

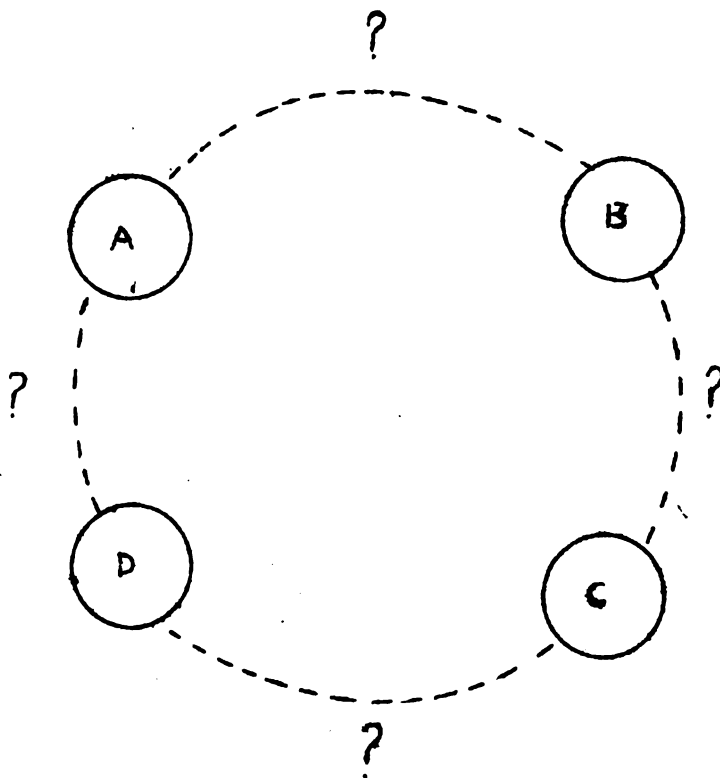
P = Matriz de Parametro

f = Especifica Relacoes

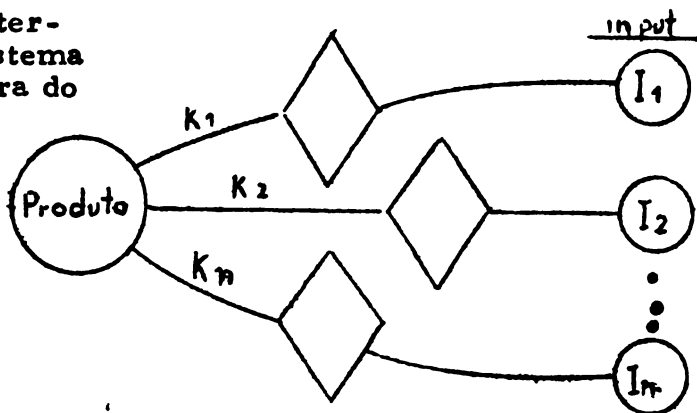
Modelo numerativo ou de simulação: É um modelo de pergunta e resposta gerais. Aplica-se nos casos de que alguns fatos são conhecidos, e outros não. A simulação não oferece soluções ótimas e não informa ao usuário sobre a possível consequência de um curso de ação.



Modelo intuitivo: Quando há pouca evidência dos fatos ou que existe pouco tempo para tentar outras alternativas mais confiáveis ou quando, por razões maiores, não se quer dar detalhe do processo de decisão, se aplica este método.



Análise: É a descrição e interpretação de um output do sistema baseado no input, a estrutura do modelo, e as interrelações entre os componentes sistêmicos.



Desenho (planejamento): Em termos genéricos significa definir um curso de ação; mais concretamente, especificar a estrutura de um sistema, os componentes e interrelações, input e o produto desejado.

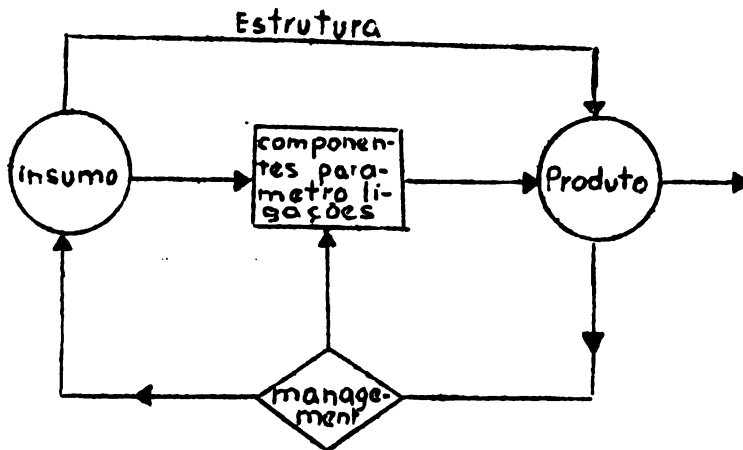
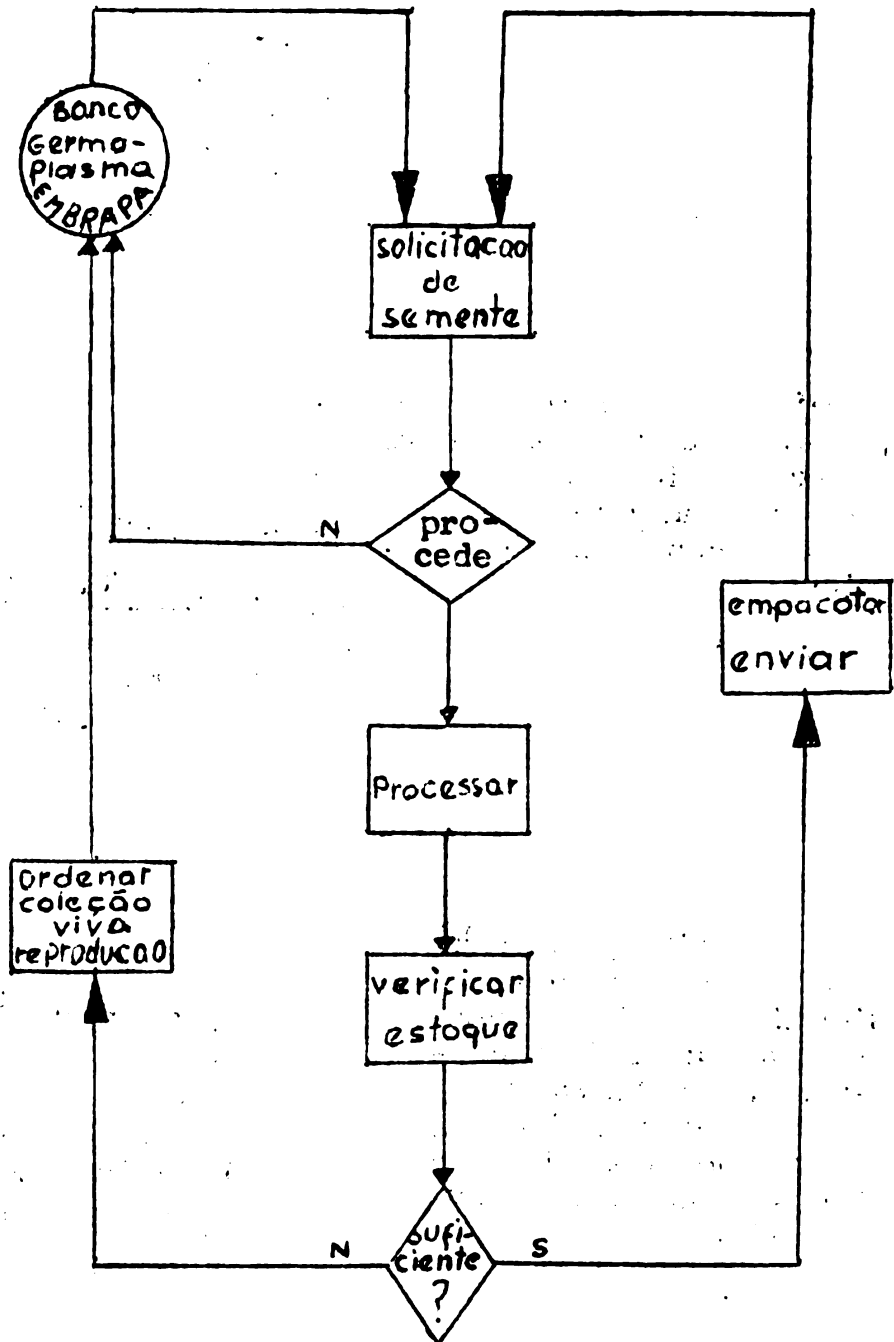
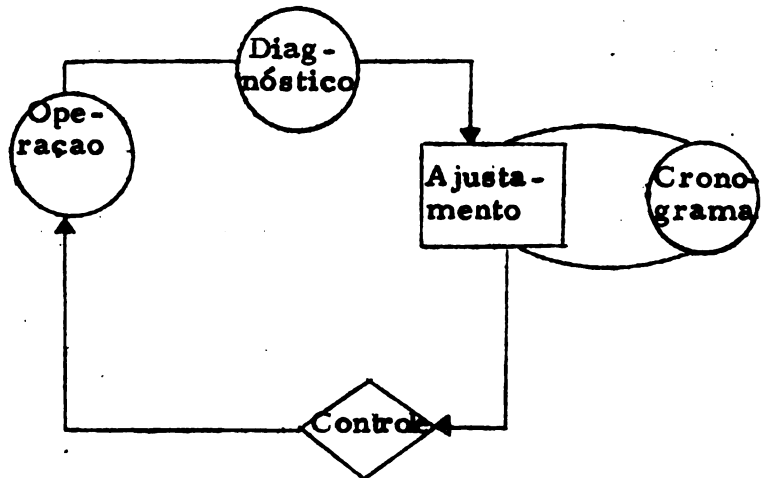


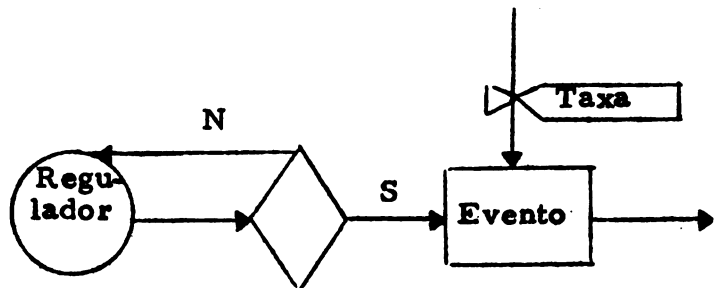
Diagrama: Forma gráfica de representar um sistema.



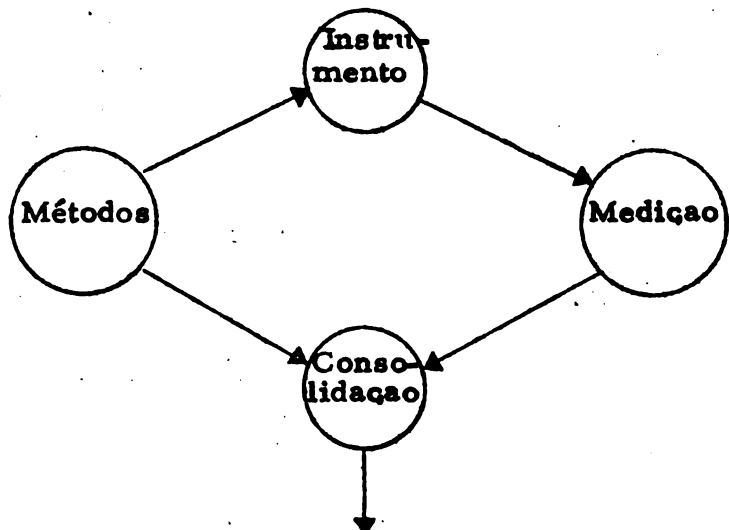
"Management": Controle dos componentes de um sistema para que possa atingir seu objetivo



Controle: Dispositivo ou mecanismo utilizado para alterar o curso de ação do sistema



Dimensionamento: Medir o comportamento sem afetar ao próprio sistema. A coleta do dado requer métodos, instrumento, plano e ação.



4. DESENHO DE SISTEMA DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA

De acordo com a definição geral de desenho dado anteriormente, apresentar-se-á, neste capítulo, o processo de delineamento ou desenho de sistema de produção agrícola. Em primeiro lugar é necessário distinguir tres tipos de desenhos: o racional, o intuitivo e o misto.

O Desenho Racional é aquele em que no processo de delineamento utiliza-se o método objetivo de análise-síntese-avaliação de informação disponível, derivando-se dele o curso de ação a seguir.

O Desenho Intuitivo ou Criativo, como seu nome indica, é altamente subjetivo, no sentido de que não utiliza em forma direta padrões conhecidos, para a construção do desenho. Neste contexto, o desenho é o resultado da intuição do desenhista. Os desenhos criativos em certas áreas do saber humano, tem grande aceitação e sucesso.

Finalmente, o Desenho Misto é um desenho de duas etapas: subjetiva-objetiva; a primeira etapa começa com a intuição ou criação do delineador e na segunda etapa do processo utiliza-se o método racional, para ajustá-lo a realidade imperante.

Nos achamos que o desenho do tipo 3 poderia ter grandes aplicações no delineamento de sistema de produção agrícola.

4.1. Identificação dos componentes do Sistema de Produção Agrícola

4.1.1. Base e forma do Sistema

Dois aspectos se destacam na estrutura do sistema produtivo; um se refere a base e o outro a sua forma. De um modo geral, a base configura as combinações de tipo diferente de atividades de produção bioeconômica; é possível caracterizar 8 bases gerais de produção: a Natural, a Agrícola (A), a Silvícola (S), a Pecuária (P), a Agro-pecuária, a Agro-silvícola, a Silvo-pecuária e a Agro-silvo-pecuária. Cada um desses sistemas por sua vez apresentam formas diferentes e características típicas.

Nosso interesse concentra-se nos desenhos de sistemas agrícolas de produção, que também apresentam sua própria base e sua própria forma típica. Dentro das estruturas agrícolas de produção é possível caracterizar tres bases típicas: a monocultura ou singular, a policultura ou consorciada e a sequencial ou rotacional; claro está que é possível conceber as bases múltiplas, alternando os tres tipos mencionados se considerarmos que não existe restrições no tempo.

Por outra parte os sistemas agrícolas caracterizados pela sua base típica de culturas temporárias e permanentes, apresentam formas diferentes de ocorrência. Assim, observam-se formas de produção completamente consorciada, sequências intensivas com descanso, formas com sequencia, ciclo, fase, período variável, etc.

Do ponto de vista experimental, a forma sequencial tem sido pesquisada desde muito tempo atrás. Sobre este aspecto a pesquisa tem sido dirigida de um ponto de vista de manutenção do potencial produtivo; no entanto, parece que menos atenção tem merecido a associação conceitual com os outros componentes do sistema produtivo.

Por outra parte a forma estrutural associada tem merecido relativamente pouca ênfase na experimentação agrícola. Há pouco tempo que começou a surgir o interesse no tipo e forma policultural de produção.

A seguir apresentamos algumas definições operacionais que ajudam a caracterizar os componentes, base-forma do sistema de produção agrícola.

Monocultivo: Produção de uma cultura sobre a mesma parcela em forma contínua.

$C_1 C_1 C_1 \dots$

Policultivo: Produção simultânea ou associada de várias culturas sobre a mesma parcela.

$C_1 \dots C_1$
 $C_2 \dots C_2$
 $C_3 \dots C_3 \dots$
 \vdots
 \vdots

Cultivo rotacional: Produção de vários cultivos sobre a mesma parcela em tempos sucessivos.

$C_1 C_2 \dots C_n C_1 C_2 C_3 \dots$

Sequencia rotacional: Ordem em que se sucedem as culturas na rotação.

$C_1 C_2 C_3 \dots$

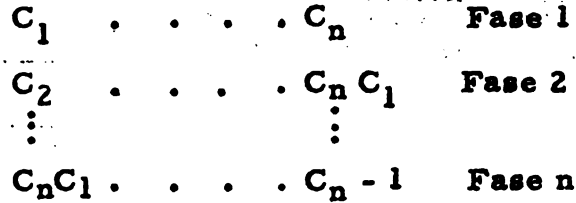
Ciclo rotacional: É uma repetição simples de uma sequencia repetitiva de cultivo

$C_1 C_2 C_3 C_4 \dots C_n, C_1$
 $C_2 C_3 \dots C_n, C_1 \dots$
 $\dots, \text{etc.}$

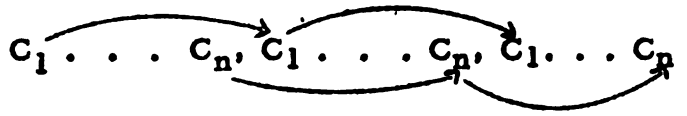
Período rotacional: O tempo que transcorre para completar o ciclo.

$C_1 \dots C_n$
Tempo
 $x \text{-----} x$

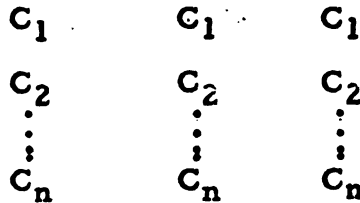
Fase rotacional: Sequencias de ciclo comum, que começam em diferentes pontos de maneira que há n possíveis fases de um período n.



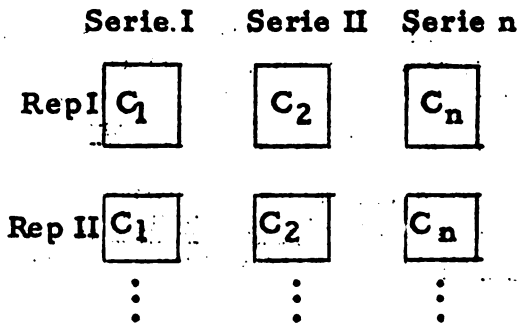
Rotacao: Uma rotação constitui um ciclo definido de um cultivo que cresce em ano sucessivo sobre a mesma parcela.



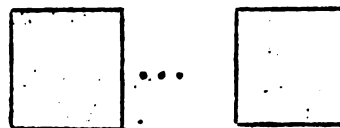
Curso: Os cultivos considerados individualmente em uma rotação. Uma rotação de um curso é um ciclo de cultivos de período n.



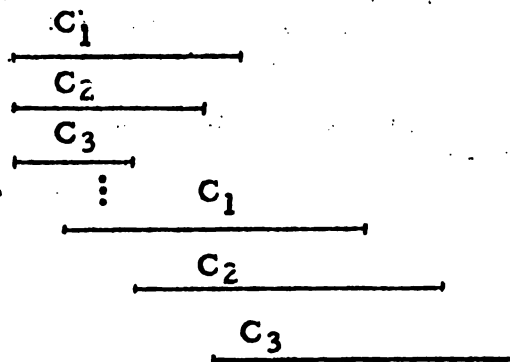
Série: Bloco de cultivos contendo uma cultura dos n cultivos que entram na rotação



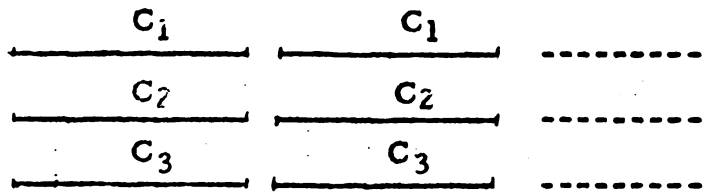
Bloco: Porção de terreno ocupado por cada série. Os blocos podem ser completos ou incompletos



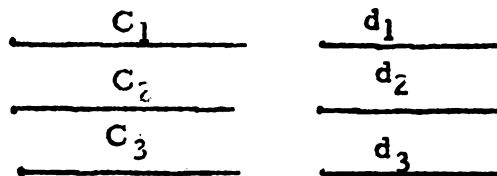
Associatividades: A convivência de mais de um cultivo sobre a mesma parcela, no mesmo tempo. A associatividades modese fisicamente em porcentagem de superposição



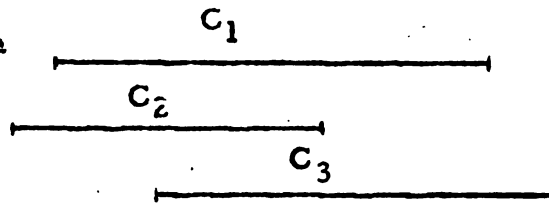
Consortiacao fixa: A base e a forma do sistema permanecem constantes num espaço e tempo



Consortiacao variavel: A base e a forma sofrem alterações no espaço e tempo. Isto pode ser simultaneo ou sequencial, e parcial ou total.



Cultivo de referencia: A cultura que tem maior ciclo vegetativo, em um sistema de produção.



4.1.2. Componentes - insumo do sistema de produção

No sistema produtivo pode-se distinguir vários tipos de insumos que alimentam o sistema. Uma primeira tentativa de classificação poderia considerar os parametros de controle e caracterizar o insumo como controlável, semi-controlável e incontrolável.

Se considerarmos a natureza dos insumos de um sistema o classificaremos de fonte finita e infinita; dentro do primeiro grupo colocam-se os insumos laboral e cultural e dentro do segundo principalmente a energia solar.

Os insumos laborais classificam-se de acordo com sua origem em: humano, animal e trabalho de máquina. Os insumos culturais em: adubo, inseticida, fungicida, herbicida, semente, etc. O insumo de fonte infinita é fornecido pelo sol. A água coloca-se em uma posição intermediária entre os insumos cultural e infinita, devido a que é regulável no evento de escasses ou excesso devido ao fato de que se for escasso, deve ser ali e se for excessivo deve ser controlado.

Um problema que confrontamos é a unidade de medida que deve usar-se.

Nas minhas publicações anteriores tenho usado constantemente a energia em Kcal, para expressar a intensidade de alimentação do sistema produtivo; colegas tem chamado minha atenção sobre a dificuldade de expressar e interpretar certos insumos, como adubo, em termos de energia. De um modo geral as críticas são válidas e estou tentando sugerir algumas outras medidas substitutivas ou complementares.

No quadro seguinte fazemos um resumo de algumas das medidas mais comumente utilizadas no dimensionamento dos inputs que alimentam o sistema produtivo. Estas medidas e outras especificadas aqui poderão servir para quantificar os inputs.

Quadro: Alguma Unidade de Medida de Insumo e Produto do Sistema

| | | Expressão Quantitativa | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--|------------------------|---------|-----------|-------|---------|----------|--------|---------|------------|--------|---------|-----------|
| | | Energéticas | | | | Físicas | | | | Econômicas | | | |
| | | tempo | espço | t/esp. | tempo | espço | t/esp. | tempo | espço | t/esp. | tempo | espço | t/esp. |
| Laboral | | Kcal/a | Kcal/ha | Kcal/a/ha | ho/a | ho/ha | ho/a/ha | Cr\$/a | Cr\$/ha | Cr\$/a/ha | Cr\$/a | Cr\$/ha | Cr\$/a/ha |
| - Homen | | Kcal/a | Kcal/ha | kcal/a/ha | ani/a | ani/ha | ani/a/ha | Cr\$/a | Cr\$/ha | Cr\$/a/ha | Cr\$/a | Cr\$/ha | Cr\$/a/ha |
| - Animal | | Kcal/a | kcal/ha | kcal/a/ha | ma/a | ma/ha | ma/a/ha | Cr\$/a | Cr\$/ha | Cr\$/a/ha | Cr\$/a | Cr\$/ha | Cr\$/a/ha |
| - Máquina (tractor) | | | | | | | | | | | | | |
| - Adubo (N,P,K.Ca...) | | Kcal/a | Kcal/ha | Kcal/a/ha | Kg/a | Kg/ha | Kg/a/ha | Cr\$/a | Cr\$/ha | Cr\$/a/ha | Cr\$/a | Cr\$/ha | Cr\$/a/ha |
| - Inseticida | | Kcal/a | Kcal/ha | Kcal/a/ha | Kg/a | Kg/ha | Kg/a/ha | Cr\$/a | Cr\$/ha | Cr\$/a/ha | Cr\$/a | Cr\$/ha | Cr\$/a/ha |
| - Fungicida | | Kcal/a | Kcal/ha | Kcal/a/ha | Kg/a | Kg/ha | Kg/a/ha | Cr\$/a | Cr\$/ha | Cr\$/a/ha | Cr\$/a | Cr\$/ha | Cr\$/a/ha |
| - Herbicida | | Kcal/a | Kcal/ha | Kcal/a/ha | Kg/a | Kg/ha | Kg/a/ha | Cr\$/a | Cr\$/ha | Cr\$/a/ha | Cr\$/a | Cr\$/ha | Cr\$/a/ha |
| - Água | | Kcal/a | Kcal/ha | Kcal/a/ha | Kg/a | Kg/ha | Kg/a/ha | Cr\$/a | Cr\$/ha | Cr\$/a/ha | Cr\$/a | Cr\$/ha | Cr\$/a/ha |
| - Semente | | Kcal/a | Kcal/ha | Kcal/a/ha | Kg/a | Kg/ha | Kg/a/ha | Cr\$/a | Cr\$/ha | Cr\$/a/ha | Cr\$/a | Cr\$/ha | Cr\$/a/ha |
| <u>Infinita</u> | | | | | | | | | | | | | |
| - Luz Solar | | Kcal/a | Kcal/ha | Kcal/a/ha | Kg/a | - | - | - | - | - | - | - | - |

Kcal = Kilos-calorias
 ho = Trabalho que realiza o homem em 8 horas
 ani = Trabalho que realiza o animal em 8 horas
 ma = Trabalho que realiza a máquina em 8 h.
 a = ano
 Kg = kilograma
 ha = hectare

NOTA: É possível utilizar qualquer outra medida diferente sempre que seja fácil de consolidá-la ao nível do sistema.

4.1.3. Ligações-Loop Causais e Realimentação do Sistema

Um dos componentes da maior importancia de um sistema de produção constitui as conexões dos elementos sistemicos e suas expressões no produto final e no equilíbrio do sistema. Talvez este seja um dos componentes ainda pouco explorado, embora sua identificação natural como o sistema de produção seja evidente em muitos casos. Em particular as conexões causais e retroalimentação devem ser caracterizados e manejados com mais propriedade nos sistemas de produção, atualmente em prática.

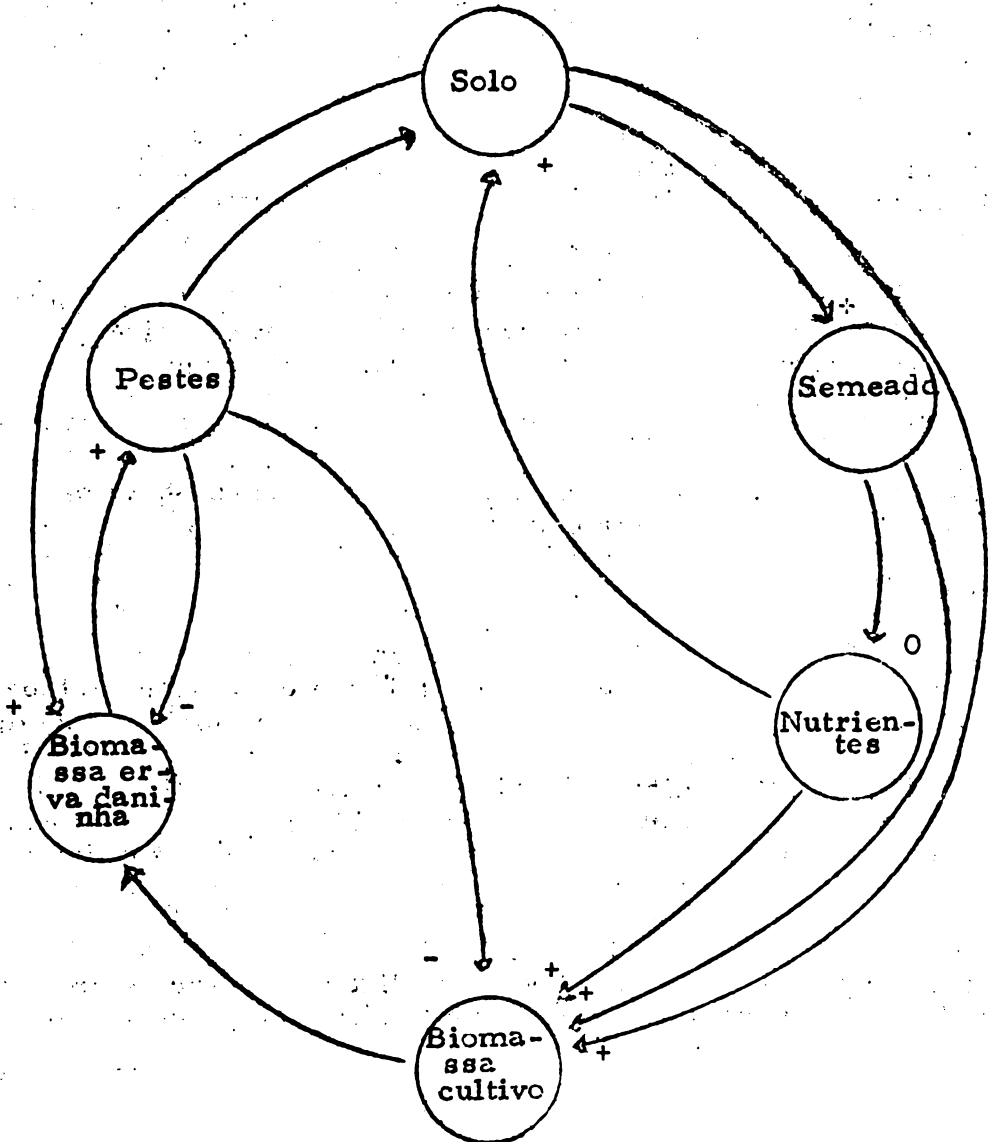
Pensa-se que conhecendo melhor os Loops causais de ação positiva e aqueles de ação negativa é possível tirar deles grandes benefícios o que repercutiria no equilíbrio do sistema e permitiria poupar insumos escassos, obrendo-se maior producto com menos esforço.

No contexto de pesquisa em sistema devem ser desenhadas as ligações entre bases, insumos, processo, etc. de tal maneira que experimentalmente possam ser medidos não só os loops inter-componentes como também intra-componentes.

O integrador de insumos (energia) desempenha um papel destacado na expressão conjunta das ações dos fatores. Dentro dele o pesquisador deve estar capacitado para caracterizar e quantificar a participação direta o indireta de cada insumo, na manutenção do ambiente favorável, a base transformadora dos insumos em produtos.

Há evidencia aparente em que a ação negativa de certos componentes do sistema pode ser reduzido a sua mínima expressão, estabelecendo uma regulagem das entradas de insumos no integrador e dosagem sua saída. Certos prontos produtos do sistema sofrem dois tipos de retroalimentação, uma direta imediatamente após a saída do produto. A base de transformação, e outra indireta, depois que o produto é absorvido por uma fonte externa: Ambos retornam ao ponto de origem nalguna forma de insumo.

Uma apresentação gráfica, simplificada de ligações características entre alguns dos componentes de um sistema agrícola de produção oferece-se a seguir.



4.1.4. Mecanismo de Controle e Energia

O pesquisador, o que comanda o mecanismo de controle de sistema. Tem que estar em permanente alerta, para receber e interpretar as mensagens emitidas pelos sistemas. Os dispositivos de regulagem e controle do sistema devem ser acionados de preferencia para evitar desajustamentos, isto é, na forma preventiva; mas os mecanismos devem ser acionados com a máxima certeza possível de que o desajuste aconteceria e que o efeito previsível sobre o produto seria negativo.

Ultimamente fala-se cada vez mais que o mecanismo de controle deve ser acionado, baseando-se no saldo do fator causal, que evidencia uma ação negativa sobre o produto final ou sobre o equilíbrio do sistema produtivo.

O manejo de sistema de produção em si, deve basearse sobre um BIO-PERT que especifica detalhadamente as atividades cronogramadas de acordo com o desenho do sistema. A título de informação geral do BIO-PERT apresenta-se o Quadro ilustrativo que segue:

Quadro: Um esquema de BIO-PERT, similar ao utilizado pelo CATIE em Turrialba. Exemplo para um cultivo de ciclo X.

| Atividades | Mês 1 | | | | Mês 2 | | | | | | | | Mês X | Insumo Laboral | | | | Informações Técnicas | | | | |
|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|----------------|---|---|---|----------------------|-----|-----|-----|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | | UTH | UTA | UTM | |
| 1. <u>Trabalho Preliminar</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1. Identificação e levantamento local. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2. Amostragem solo. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.3. Levantamento vegetação. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.4. Análise e interpretação conjunta. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.5. Previsão do transcurso climático na fase experimental. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.6. Outras informações. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. <u>Lavras</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1. Aração | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2. Gradagem | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.3. Gradagem/Nivelação | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.4. Curva cont. erosão | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Cont.

| Atividades | Mês 1 | | | Mês 2 | | | | | | Mês X | | | Insumo Laboral | | | Informações Técnicas |
|--|-------|---|-----|-------|---|-----|-------|---|-----|-------|---|-----|----------------|-----|-----|----------------------|
| | 1 | 2 | 3 4 | 1 | 2 | 3 4 | 1 | 2 | 3 4 | 1 | 2 | 3 4 | UTH | UTA | UTM | |
| 3. <u>Plantio/Adubação</u> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.1. Implantação | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. <u>Levantamento 1</u> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.1. Germinação e crescimento inicial. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.2. Ervas daninhas | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.3. Pragas | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.4. Doenças | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.5. Estado de solo | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.6. Transcurso climático | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. <u>Controle</u> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.1. Controle de erva daninha | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.2. Controle de pragas | | | | | | | | | | | | | | | | |

4.1.5. Produto do Sistema

Grande parte dos aspectos levantados ão descrever os insu-
mos tambem é aplicável ao produto, de maneira que não é necessário voltar
sobre o particular. Saliemos que o produto direto do sistema tem duas
naturezas, uma desejável e outra indesejável; na categoria de desejável
incluem-se os produtos de valor económico e os produtos de valor econ-
mico e os produtos que realimentam o sistema. Alguns preferem incluir
tambem dentro dos grupos dos produtos, os indiretos ou normativos os
quais estão ligados ao sistema a través de mecanismo remoto.

4.2. Delineamento de Sistema de Produção para teste Experimental

Devemos confessar que nossa experiencia é bastante limitada no que
diz respeito a desenho de sistema para teste de campo. No entanto, os
experimentos levados a caso na America Central, em particular pelo CATIE
em Turrialba, e outros principalmente de natureza policultural conduzi-
dos pela Carolina do Norte, fornecem informações uteis que servirá de
base para elaborar esta parte.

Para sistematizar as ideias sobre desenho, dividiremos convencional-
mente os desenhos em tres parte que conjuntamente configuram o esquema
experimental de Sistema: O desenho de campo ou experimental, o desenho
da base ou de culturas e o desenho de tratamento.

4.2.1. Desenho de Campo.

Este desenho se refere especificamente ao arranjo ou distri-
buicao dos componentes tratamentos nas unidades principais do Sistema o
no correspondente Satélite.

A Unidade Principal do Sistema é a área dedicada ao experimento central
ou seja a área dedicada a comparação de Sistemas.

As Unidades Satélites sao áreas experimentais dedicadas a pesquisa para
detalhar certos componentes do Sistema.

Estas unidades estão relacionadas sempre ao Sistema Central por
meio de algum componente/tratamento que está presente tanto na Unidade
principal como na unidades satélite. Este artifício experimental faz com
que a unidades principal nao adquira tamanho muito grande, difícil de ser
manejada pelo pesquisador. As unidades satélites são em geral, relativa-
mente pequenas.

As unidades satélites podem ser concebidas em tres niveis: Campo,
casa de vegetação e laboratório mas todos tem a característica comun de
estarem ligados ao sistema central por meio de convenientes tratamentos
comuns. Em continuação se presenta a configuração espacial do esquema.

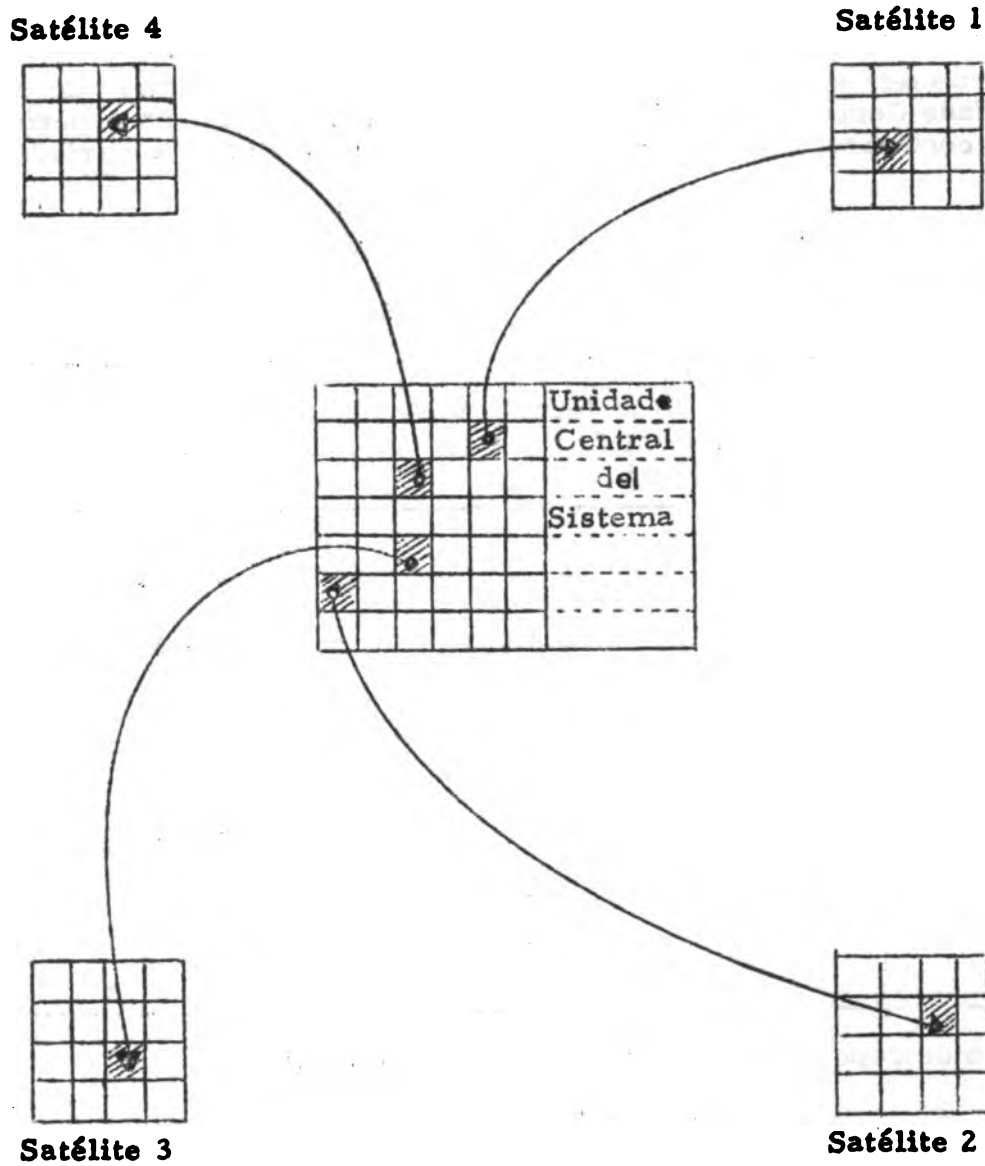


FIG. 2. El experimento central y sus relaciones con los experimentos Satélites. (Tomado de G. Paez⁽¹⁾).

1) Desenho Experimental

Em geral a unidades central é relativamente grande e deve ser escolhida com bastante criterio de homogeneidade, para :eduzir os erros experimentais. Um levantamento de homogeneidade possibilita uma melhor distribuição das unidades experimentais no campo.

2) Numero de repeticoes

Como nao tem sido determinado experimentalmente o numero adequado para a Unidade Central, me principio estamos baseando-nos na experiencia que se tem com ensaios individuais tipo N. P. K, competicao de variedade etc.

De um modo geral o numero de repetição para a unidade central, estamos calculando empiricamente na seguinte forma.

| Número de componentes do Sistema | Número de Repeticao Media em Ensaios Individuais | Repetição Central do Sistema |
|----------------------------------|--|------------------------------|
| 2 | r | $R = \frac{4}{5} \cdot r$ |
| 3 | r | $R = \frac{3}{4} \cdot r$ |
| 4 | r | $R = \frac{2}{3} \cdot r$ |
| 5 | r | $R = \frac{1}{2} \cdot r$ |
| . | . | . |
| . | . | . |

r = número de repetição média para ensaio individual

R = número de repetição para ensaio central do sistema

3) Tamanho de parcela para a unidade central

Em geral se requer parcelas muito maiores do que as unidades em experimentos individuais. Novamente enfrentamos aqui outro problema quando tratamos de unidade central do sistema de produção. Como regra de aumento o número de parcelas, de acordo com o tamanho médio usado em ensaio individuais.

| Número de componentes | Tamanho médio parcelas | Tamanho para experimento central |
|-----------------------|------------------------|---|
| 2 | t | $t + \frac{4}{5} t$ |
| 3 | t | $t + \frac{4}{5} t + \frac{3}{4} t$ |
| 4 | t | $t + \frac{4}{5} t + \frac{3}{4} t + \frac{2}{3} t$ |
| 5 | t | $t + \frac{4}{5} t + \frac{3}{4} t + \frac{2}{3} t + \frac{1}{2} t$ |
| . | . | . |
| . | . | . |

Os satélites como foi dito, constituem unidades experimentais ligadas ao sistema central, que tem a finalidade de fornecer informações mais detalhadas sobre alguns aspectos ou tratamento de sistemas central. Frequentemente também é utilizado para estudar comparativamente novos tratamentos. Os satélites devem sempre incluir um ou mais tratamentos de referência que se encontra na unidade central. Não existem dificuldades em relação ao delineamento, número de repetições e tamanho da parcela a nível de satélites, já que eles se parecem com os ensaios individuais.

4.2.2. Desenho de Tratamentos

Os delineamentos de tratamento, para nosso propósito, refere-se especificamente às combinações de insumos culturais, e, eventualmente, pode compreender também os insumos laborais de fonte ilimitada, quando este dois últimos se referem a níveis.

As combinações de fatores e níveis geram os tratamentos que alimentam o sistema. A fonte de combinar fatores e níveis segue o padrão geral, que vem utilizando-se desde há muito tempo atrás. Se os tratamentos são de

natureza quantitativa, procede a aplicação das técnicas dos elementos faltantes, família de fatoriais, superfície de resposta, etc.

Em geral, a forma de combinar os fatores, é essencialmente igual aos ensaios individuais. Claro está que nos experimentos em sistemas procura-se sempre reduzir o número de combinações para evitar que a unidades central tome tamanho muito grande.

4.2.3. Desenho de base ou de cultura

Tal como foi definido anteriormente, a base constitui o componente principal do sistema que tipifica o sistema de produção. Tres tipos de "arranjo" das culturas geram tres desenhos característicos de sistema: o monocultural, policultural e o sequencial.

Os arranjos sequenciais são bem conhecidos, e já estão em prática, há muito tempo. Os arranjos policulturais ou consorciados são ainda pouco conhecidos no campo da pesquisa.

Os desenhos de culturas multiplas baseia-se na combinação de culturas na forma básica de $\binom{n}{r}$, onde n é o número de culturas e r o número que se associa de cada vez.

Na prática tem sido constatado que é sumamente difícil lograr simetria nas associações de culturas, incluindo todas as combinações possíveis. O problema de associatividade quase sempre impede conseguir todas as combinações de cultivos. Isto dificulta a interpretação dos resultados. Por outra parte a forma em que se constrói as superposições, geram outro número grande de combinações diferentes. A inda no sistema policultural existe um sem número de variants, que em alguns casos constituem verdadeiros sistemas. Mais adiante oferece-se, a maneira de ilustração, um sistema típico de produção.

5. ALGUMAS ILUSTRACOES DE DELINEAMENTO

DE SISTEMA DE PRODUÇÃO

Há tres formas diferentes para ilustrar a estrutura do sistema: a) A estrutura tabelar ou ilustrativa, em que se especificam os componentes do sistema, os loops positivos (+), negativos (-) em que não se conhece a direção exata do efeito mais que deve ser pesquisado; b) A estrutura formal ou bio-dinamica, em que a descrição diagramática indica detalhes do processo e suas relações com todos os componentes e c) A estrutura de nível ou operativa, em que se ilustra a linguagem de simulação (dynamo para nosso caso), a forma em que funciona o sistema e o mecanismo de controle para regulagem dos componentes.

A seguir apresentam-se tres estruturas esquemáticas do sistema de produção. No quadro seguinte tenta-se representar na forma tabelar um sistema de produção monocultural. Na figura apresenta-se um sistema bicultural (exemplo Feijao-Milho) em diagrama formal ou biodinamico e finalmente apresenta-se o sistema de produção sequencial trigo-soja, expressado em linguagem de simulação, dynamo.

| Componentes | Componentes | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | L | V | D | S | A | E | C | P | F |
| Controle Erva (E) | ± | ± | + | ± | ± | | ± | ± | + |
| e ₁ | | | | | | | | | |
| e ₂ | | | | | | | | | |
| e ₃ | | | | | | | | | |
| e ₄ | | | | | | | | | |
| Controle Doen-(C) cas | ± | ± | + | ± | ± | ± | | ± | + |
| c ₁ | | | | | | | | | |
| c ₂ | | | | | | | | | |
| c ₃ | | | | | | | | | |
| c ₄ | | | | | | | | | |
| Controle praga (P) | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | | + |
| p ₁ | | | | | | | | | |
| p ₂ | | | | | | | | | |
| p ₃ | | | | | | | | | |
| p ₄ | | | | | | | | | |
| Colheita (F) | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | ± | |

+ = relação positiva

- = relação negativa

± = Loop condicional, dependendo do caso

LITERATURA CONSULTADA

1. ASIMOW, M. 1962. Introduction to Design, Prentice Hall, Englewood cliffs, N.J.
2. BAZAN, R. et al, 1974. Desarrollo de Sistema de Producción Agrícola, una necesidad para el trópico, CATIE, Turrialba, Costa Rica.
3. BURROUGHS, 1973. Dynamo Users Manual. Burroughs Corporation, USA.
4. DENT, J. B. e ANDERSON, J. R. 1971. Systems Analysis in agricultural management. John Wiley and sons.
5. EMERY, F. E. 1971. Systems Thinking, Penquin Books Ltda, England.
6. FORRESTER, J. 1971. World Dynamics, MIT press, Cambridge, Mass, USA.
7. MANETSCH, T. J. e PARK, G. L. 1974. System Analysis and simulation with palication to economic and social system. Vol. I, II, MSU, East Lansing, USA.
8. PAEZ, G. 1974. Configuracao típica de algum sistema de producao agrícola, In Reuniao Internacional sobre Sistemas de Producción para el Trópico Americano, Lima, Perú.
9. PAEZ, G. e DUTRA, S. 1974. Algumas consideracoes sobre o deli-
neamento de sistemas de producao. In Reuniao do grupo inter-
disciplinar de trabalho sobre diretrizes de pesquisa agrícola
para Amazonia, EMBRAPA, Brasilia, Brasil.
10. VON BETALANFFY, L. 1968. General System Thory, Braziller.