

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE O DELINEAMENTO
DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Gilberto Páez e Saturnino Dutra
CCAPD/EMBRAPA

I. INTRODUÇÃO

Antes de abordar diretamente o tema sobre "delineamento de agrossistemas de produção", tornam-se necessários alguns conceitos básicos relacionados com a matéria.

A palavra "sistema", talvez seja uma das mais frequentemente utilizadas no mundo inteiro nos últimos cinco anos. Às vezes é empregada simplesmente como um sinônimo de métodos ou procedimentos; outras vezes usa-se para referir-se a conjuntos ou aglomerados de objetos ou pessoas. Também, com muita frequência a referida palavra é usada para significar relacionamentos ou conexões. O vocábulo "sistema" tem sido comumente usado associando-se seu significado com estilo, como por exemplo "cabeleireira sistema Eliana", frase encontrada em uma placa de propaganda, que faz referência a penteados feitos no estilo Eliana. Assim por diante, pode-se citar vários exemplos do uso e abuso do vocábulo "sistema".

Especificamente, diremos que o vocábulo sistema conduz a um significado totalista, que engloba membros ou entidades, a organização, processo de energia, mecanismo de controle e reciclagem de produto primário ou secundário. Isto nos leva a concluir, que um sistema não constitui o simples relacionamento das partes de um todo, já que isto é irrelevante, mas sim as partes como componentes de um todo e não as partes do per se.

Os sistemas de produção agrícola não se afastam do significado geral de sistemas, e sim acompanham-no simetricamente em toda sua extensão, e profundidade caracterizando-se por uma marcada interação entre a energia fornecida por fontes finitas e infinitas com o processo de produção e o produto final.

Este trabalho tem por objetivo principal fazer algumas considerações sobre o delineamento de sistemas de produção agrícola e teste experimental de sistemas.

II. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Antes de abordar os aspectos mais específicos do desenvolvimento e delineamento de sistemas de produção, há necessidade do conhecimento dos seguintes aspectos: identificação dos sistemas existentes, modo de operação, sua razão de

ser, restrições, coeficientes de eficácia, etc. Nos limitamos a fazer somente algumas considerações a respeito, algumas de ordem geral e outras mais específicas.

A. TIPOLOGIA DE SISTEMA

Distinguem-se dois tipos principais de sistemas: sistemas abertos e sistemas fechados. A diferença fundamental entre os dois tipos de sistemas reside no fato de que o sistema aberto possui a capacidade e habilidade de intercambiar energia com meio externo, ou seja, influe e é influido por sistemas exógenos; enquanto que o sistema fechado não possui esta propriedade. No Quadro 1 são apresentados alguns representantes do universo de sistemas.

B. O AGRO-SISTEMA DE PRODUÇÃO

O sistema agrícola de produção por sua própria natureza é tipicamente um sistema aberto. Na Figura 1 apresenta-se em forma esquemática e simplificada o que poderia chamar-se de estrutura geral de um agro-sistema de produção, de acordo com as características citadas anteriormente. Na Figura 1 o círculo superior representa a fonte finita de energia e está principalmente constituída pelos sub-conjuntos Laboral e Cultural. Dentro da fonte laboral inclui-se o homem, o animal e a máquina como geradores deste tipo de energia. As taxas médias estimadas de energia insumida em atividades agrícolas pelas três fontes Laborais são: o homem gasta em torno de 200 ± 50 Kcal/h, o animal de trabalho gasta em torno de 2.500 ± 30 Kcal/h e a máquina de médio porte gera 8.500 ± 800 Kcal/l. A energia Laboral gerada e convertida no processo produtivo pelo homem e o animal, está dimensionada em Kilocalorias por hora de trabalho, e a máquina está medida em Kilocalorias por litro de combustível. A outra fonte de energia finita é a Cultural, na qual, além da energia fornecida pela base física de produção, incluem-se insumos tais como, adubos, pesticidas, herbicidas, etc. Na realidade estes elementos não são energéticos no sentido propriamente dito da palavra, mas sim o são operacionalmente, já que na preparação de adubos, inseticidas, etc., se isume uma fração respeitável de energia e além disso estes elementos

Quadro 1. Características Básicas de alguns Tipos de Sistemas

CARACTERÍSTICAS	TIPOS DE SISTEMAS			
	Sistema Fechado	Sistemas Abertos		
	Sistema Físico	Sistemas Sociais	Sistemas Biológicos	Sistemas de Produção
Entidade (membro)	Máquina	Homem	Planta - animal	Híbrido
Estrutura	Sólida	Fluido	Sólida	Sólida
Mutabilidade (dinamismo)	Insensível às mudanças ambientais	Responde às mudanças do meio.	Responde às mudanças do meio.	Responde às mudanças do meio.
Adaptabilidade	Não possui mecanismo de reajuste	Possui mecanismo de reajuste	Possui mecanismo de reajuste	Possui mecanismo de reajuste.
Capacidade interativa	Independente	Interdepende Interinflui Interaciona	Interdepende Interinflui Interaciona	Interdepende Interinflui Interaciona
Processo energia	Transforma energia térmica a mecânica	Transforma ambiente para lograr seu objetivo.	Transforma energia física-química em bioproduto	Transforma energia Laboral-Cultura e Solar em produto econômico
Parâmetro típico de Avaliação	Eficiência	Eficácia	Eficiência	Eficácia

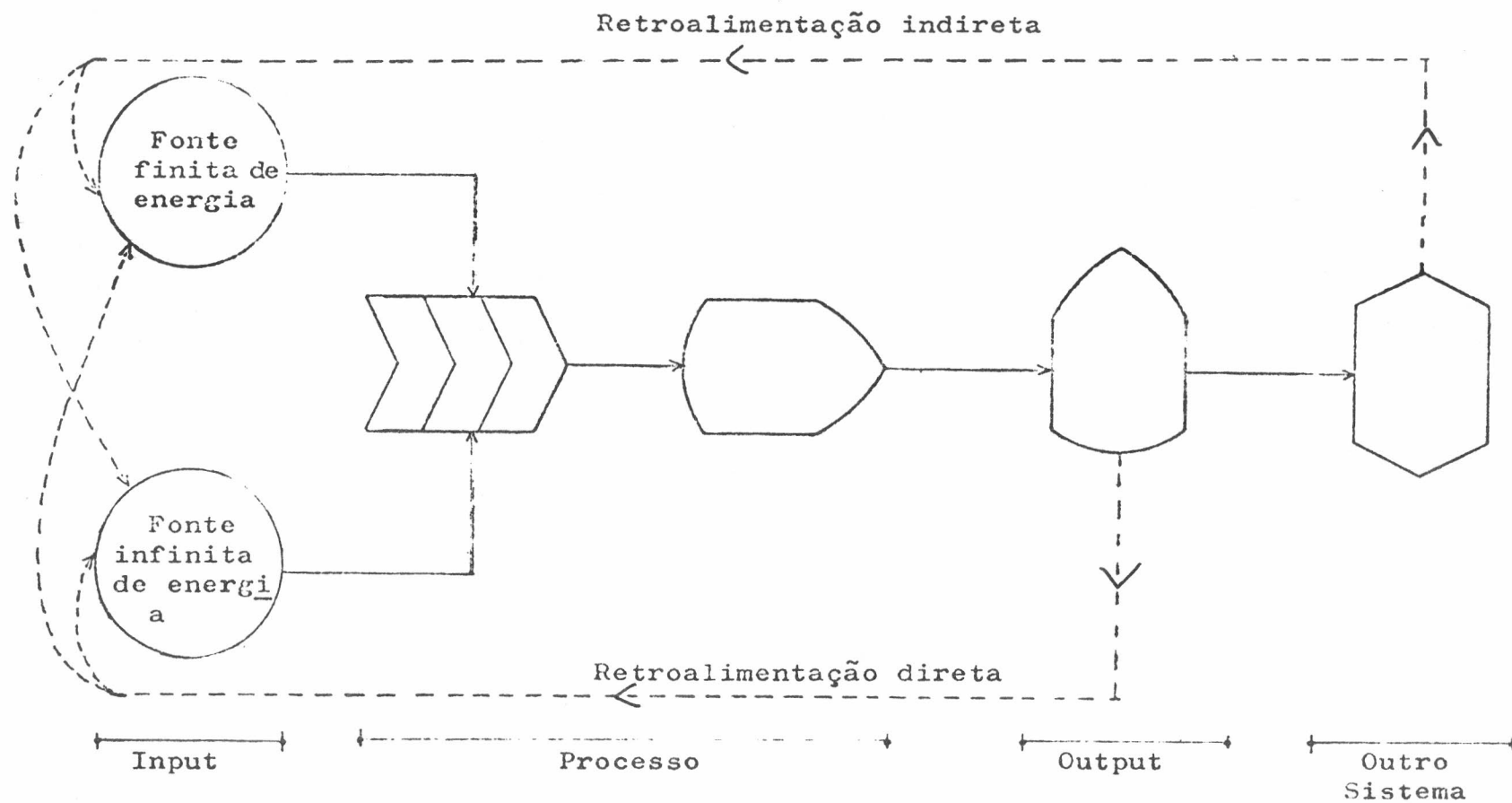


Figura 1. Esquema simplificado do sistema de produção

participam direta ou indiretamente da elaboração de bio-energia, com um determinado coeficiente de eficácia. Em vista disto, esses insumos podem ser incorporados dentro da família de fontes energéticas.

Finalmente consideraremos a fonte infinita de energia, representada pelo sol, que produz em torno de 15×10^9 Kcal/ano, da qual apenas uma fração mínima é utilizada sendo a restante absorvida por outros sistemas.

C. PADRÃO DE INSUMO ENERGÉTICO DE ALGUNS SISTEMAS DA AGRICULTURA

Parece conveniente e oportuno apresentar-se neste capítulo a descrição do insumo energético de acordo com o sistema de agricultura e as fontes geradoras do mesmo. Embora os valores apontados no Quadro 2, não devam ser considerados como absolutos já que eles constituem uma estimativa muito grosseira do que seria o verdadeiro valor. Mesmo assim esses valores podem ser considerados como referências ou de tendência, e tem grande valor de orientação, revelando a ineficiência absoluta na utilização de energia.

Os valores que aparecem no Quadro 2 foram derivados aplicando a taxa de insumo energético no processo laboral apresentado na secção 2.2. obtidos através de revisões bibliográficas de dados secundários e outros artifícios de cálculos como as simulações.

D. ALGUNS INDICADORES DE ENERGIA INSUMIDA NO PROCESSO PRODUTIVO AGRÍCOLA

No Quadro 3, apresentam-se valores estimativos da produção, área e produtividade e, no Quadro 4 apresentam-se as taxas de incremento de cada uma dessas variáveis mencionadas. As estimativas foram feitas para algumas culturas bem difundidas no Brasil. Para tal procedimento foram aplicados três modelos: linear, logarítmico e geométrico, e os resultados foram interpretados segundo um ponto de vista otimista, conservador e pessimista. A idéia básica é discriminar para cada produto a contribuição de energia correspondente a cada fonte; porém essa possibilidade não foi viável devido a problemas técnicos no simulador, que exigia especificações mais rígidas.

Quadro 2. Estimativas da relação média entre energia fornecida e energia produzida em vários tipos de agricultura (Kcal/Ha/Ano) de cultivos anuais.

F O N T E S	TIPO DE AGRICULTURA			
	SUBSISTÊNCIA	TRANSICIONAL	INTERMEDIÁRIA	TECNIFICADA
<u>Fonte Finita</u>				
<u>Energia Laboral (EL)</u>	<u>100.000</u>	<u>265.000</u>	<u>2.000.000</u>	<u>5.000.000</u>
Homem	50.000	35.000	30.000	20.000
Animal	50.000	160.000	25.000	---
Máquina	---	70.000	1.945.000	4.980.000
<u>Energia Cultural (EC)</u>	---	<u>75.000</u>	<u>700.000</u>	<u>2.000.000</u>
Adubo	---	50.000	400.000	1.200.000
Pesticida	---	22.000	250.000	700.000
Outros	---	3.000	150.000	100.000
<u>Fonte Infinita</u>				
<u>Energia Solar (ES)</u>	15.000.000.000	15.000.000.000	15.000.000.000	15.000.000.000
Total Input	<u>15.000.100.000</u>	<u>15.000.340.000</u>	<u>15.002.700.000</u>	<u>15.007.000.000</u>
Total Out put	<u>1.200.000</u>	<u>2.150.000</u>	<u>5.000.000</u>	<u>14.000.000</u>
Input/Out put	12.500	6.977	3.000	1.072
EL/Out put	0,08	0,12	0,40	0,36
EC/Out put	---	0,03	0,14	0,14
ES/Out put	12.500	6.977	3.000	1.071

Isto obrigou-nos utilizar os indicadores diretamente como variáveis cri
tério para discriminar a contribuição de cada fonte energética apresen
tados no Quadro 2. A metodologia utilizada para definição das funções
indicadoras foi a seguinte:

$$\begin{array}{l}
 \left. \begin{array}{l} 1 \\ \{P\} \end{array} \right\} \begin{cases} 1 = \text{Produção aumentada} \\ \\ 0 = \text{Produção estacionária ou em declínio} \end{cases} \\
 \\
 \left. \begin{array}{l} 1 \\ \{A\} \end{array} \right\} \begin{cases} 1 = \text{Área de produção aumentada} \\ \\ 0 = \text{Área de produção estacionária ou em declínio} \end{cases} \\
 \\
 \left. \begin{array}{l} 1 \\ \{P\} \end{array} \right\} \begin{cases} 1 = \text{Produtividade física aumentada} \\ \\ 0 = \text{Produtividade estacionária ou em declínio} \end{cases}
 \end{array}$$

Baseando-se no exposto fez-se uma tentativa de interpretação (Convencio
nal) das informações que aparecem nos Quadros 3 e 4. A associação dos
estados desses indicadores com os tipos de energia demandada no proces
so produtivo apoia-se nos seguintes critérios:

1. Se a produção e área aumentam proporcionalmente, a produtividade fí
sica fica estacionária. Isso poderia indicar uma predominância de
uso da energia Laboral.
2. Se a produção aumenta e a área não aumenta, implica que a produtivi
dade aumenta, possivelmente devido a uma utilização mais densa da
energia Cultural.
3. A produção e a área aumentam, mas a produção aumenta mais rapidamen
te que a área, aumentando em consequência a produtividade o que po
de significar uma melhor utilização da energia Cultural e de fontes
infinitas.

Quadro 3. Produção, (t) área (Ha) e produtividade (ton/ha) para 10 culturas no Brasil, estimadas segundo modelos linear, logarítmico e geométrico ano de 1973.

Culturas	Quantidade (t)			Área (Ha)			Rendimento (t/Ha)		
	Otimista	Conservador	Pessimista	Otimista	Conservador	Pessimista	Otimista	Conservador	Pessimista
Algodão em Carvão	2343833	2342920	2310323	4623223	4611531	4411839	0,509	0,508	0,507
Arroz de Sequeiro	6713719	6691208	6345806	5090584	5066367	4876327	1,672	1,670	1,538
Café em Coco	2897618	2839389	2829266	2081079	2080663	1964164	1,696	1,647	1,421
Cana de Açúcar	85115699	84973279	81459927	1785656	1778743	1712039	43,949	43,922	43,277
Feijão	2575357	2572939	2549476	3993991	3987606	3964501	0,648	0,647	0,646
Cacau	229230	226792	225073	421631	419815	402836	0,545	0,541	0,532
Soja	3434564	3257922	2726024	2475117	2369283	2020341	1,379	1,379	1,388
Mandioca	33125560	32798671	32433928	2171432	2158218	2141244	15,260	15,255	15,152
Milho	15907653	15636379	15577101	11077299	10886192	10933132	1,436	1,433	1,431
Trigo	1946604	1840485	1835810	2799634	2659102	2469166	0,760	0,703	0,697

Quadro 4. Taxa de incremento anual da Produção, Área e rendimento físico como indicadores de tipos de energia insumida no processo produtivo de 10 culturas no Brasil

Culturas	Quantidade (t)			Área (Ha)			Rendimento (t/Ha)		
	Linear	Logarítmico	Geométrico	Linear	Logarítmico	Geométrico	Linear	Logarítmico	Geométrico
Algodão em Carço	67636,641	2,194	1,033	102638,938	1,025	0,025	0,004	0,540	1,008
Arroz de Sequeiro	4655,467	0,064	1,001	101734,406	1,523	1,023	0,036	3,490	1,051
Café em Coco	33187,570	2,144	1,032	177227,844	4,064	0,942	0,138	13,470	1,220
Cana de Açúcar	1638536,753	1,443	1,021	19943,621	0,842	1,012	0,140	0,201	0,997
Feijão	55235,336	1,647	1,024	84612,813	1,634	1,024	0,001	0,008	1,000
Cacau	8239,351	3,010	1,045	6809,834	1,000	0,985	0,024	4,017	1,061
Soja	308356,063	17,823	1,302	212484,750	15,225	1,252	0,044	2,599	1,039
Mandioca	958729,627	2,355	1,035	47061,836	1,704	1,025	0,143	0,658	1,010
Milho	567935,252	3,160	1,047	303913,751	2,202	1,033	0,018	0,949	1,014
Trigo	153396,875	9,678	1,153	229349,938	11,614	1,188	0,014	1,928	0,971

4. A produção e a área aumentam, mas a produção não acompanham o ritmo de crescimento da área decrescendo em consequência a produtividade. Isto pode significar um uso mais denso da energia cultural e um desperdício de energia de fonte infinita (incorporação de área marginal).

Como exemplo, isto poderia ilustrar o consumo energético na ausência dos algoritmos apresentados no Quadro 2. Existem outras combinações e associações além das mencionadas anteriormente, que deixamos a critério dos técnicos para uma interpretação mais completa.

III. DELINEAMENTO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA

No contexto experimental, a palavra delineamento (desing) é um vocábulo de significado muito mais profundo que aquele frequentemente a ele atribuído, já que ela envolve o diagnóstico situacional, desenvolvimento de sistemas, implantação, acompanhamentos, coletas de dados, modelos e análises de informação, processamento de dados, testes de credibilidade - confiabilidade - precisão e subsídio na fase de inferência etc. Com respeito ao delineamento de sistema somente discutiremos alguns aspectos dos mencionados acima.

Fazendo uma incursão no mundo bibliográfico encontraremos que a pesquisa agropecuária, quase que de modo geral está organizada por produto ou por disciplina, que constituem componentes isolados de um sistema mais complexo de produção. Se aceitamos o princípio "totalista" de sistema, o que é válido não poderíamos conceber uma soma aritmética dos componentes do sistema, mas deve ser tratado como um todo. É aqui nosso ponto fraco, já que toda nossa experiência está mais ligada a pesquisa de problemas específicos que requerem delineamentos relativamente simples e até clericais.

Neste capítulo tentaremos fazer uma incursão dentro do campo de delineamento de sistema de produção. Por razões simplicidade desdobraremos o conteúdo do delineamento em duas partes: delineamento de tratamento e delineamento experimental ou de campo.

A. DELINEAMENTO DE TRATAMENTO

1. Delineamento de tratamento de primeira ordem

Sob esse nome incluem-se todas as formas possíveis de combinação de linhas de produção agrícola que serão submetidas a teste experimental. Considerando a produção agrícola no seu sentido amplo podem ser reconhecidos três tratamentos principais ou de primeira ordem: Agrícola (A), Pecuário (P) e Florestal (F). Os três têm modalidades um tanto diferentes no manejo, o que dificulta seu delineamento para teste. Sem especificar as variantes existentes em cada área pode ser criado um conjunto de tratamentos gerados pelas combinações das principais áreas de produção, como indica o Quadro 5.

O valor 1 (um) significa linha predominante de atividade e o 0 (zero) aplica a ausência ou baixa densidade de uso.

2. Primeira Hierarquia dos Tratamentos de 1ª. Ordem

Dentro de cada um dos macrotratamentos é possível conceber-se, uma série de sub-divisões de acordo com a modalidade do subsistema a ser testado. Cada Tratamento pode gerar um número grande de sub-tratamento.

Com respeito a linha agrícola poderia fazer-se uma nova sub-divisão em agricultura permanente e temporária. Da mesma forma poderia considerar-se a pecuária com a hierarquia de animais de grande, médio e pequeno portes.

A linha da florestal ainda que exista muitas alternativas e não seja muito óbvia a hierarquização, pode-se citar por exemplo as espécies com copa alta, média e baixa, e assim por diante é possível conceber-se outros esquemas de sub-divisões.

A primeira hierarquização das linhas principais gera uma série de níveis, que em combinação com as linhas principais produzem um sistema de tratamentos, constituindo cada combinação em verdadeiros subsistemas suscetíveis de testes experimentais.

Quadro 5. Delineamentos de primeira ordem

Nº do Componente	Linhas cobertas			Densidade provável de demanda de energia			Significado da Linha de Produção
	A	P	F	EL	EC	EI	
0	0	0	0	0	0	1	Natural
1	1	0	0	1	1	0	Agrícola
1	0	1	0	1	0	0	Pecuária
1	0	0	1	1	0	1	Florestal
2	1	1	0	1	1	0	Agro-pecuária
2	1	0	1	1	1	1	Agro-silvícola
2	0	1	1	1	0	1	Pecuária-Florestal
3	1	1	1	1	1	1	Agro-pecuária-silvícola

A = Agricultura

EL = Energia Laboral

P = Pecuária

EC = Energia Cultural

F = Florestal

EI = Energia Infinita

- a. Segunda hierarquia de Tratamentos Principais ou Primeira hierarquia dos sub-Tratamentos

Como exemplo somente consideraremos a agricultura temporária, classificada como primeira hierarquia dos macrotratamentos. Tomando-se três culturas temporárias C_1 , C_2 e C_3 , esquematizamos em continuação a geração dos microsistemas de produção, tal como aparece no Quadro 6.

O esquema apresentado, tem 17 tratamentos que representa o perfil dos tratamentos que vão desde o ecossistema natural (000) que poderia constituir-se em uma testemunha, até às combinações de três culturas⁽¹¹¹⁾. Se combinarmos este tratamento com todos os níveis hierárquicos anteriores, poderia-se gerar um número considerável de sistemas de produção. Porém, esta claro que nem todas as combinações são possíveis.

3. Alguns Problemas com delineamento de tratamentos

O problema básico que existe com o delineamento de tratamento, da natureza discutidas, em qualquer ordem e nível, diz respeito ao coeficiente de afinidade que vai desde 0% a 100%. O outro problema é a restrição dos fatores externos não controlados que participam no sistema de produção.

Normalmente os fatores limitantes nos obrigam a fazer combinações assimétricas, com o conseqüente risco de confundimentos ou de interpretações complicadas.

4. Delineamento de Tratamento de Segunda Ordem

Dentro desse grupo estão os tratamentos de manejo de cultivos e de práticas culturais, em geral fatores estes intimamente ligados aos primeiros. Uma classificação a estes tipos de tratamento permitem dividi-los em dois grandes grupos: fatores de natureza qualitativa e fatores de natureza quantitativa.

- a. Delineamentos de Tratamentos Qualitativos

Quadro 6. Delineamento de subsistemas multiculturais temporários, com gradiente de pressão de uso da terra

Nº da Cultura	Tipo de Cultura*		
	C ₁	C ₂	C ₃
0	0	0	0
1	1	0	0
1	0	1	0
1	0	0	1
2	1	1	0
2	1	0	1
2	0	1	1
2	2	0	0
2	0	2	0
2	0	0	2
3	2	1	0
3	1	2	0
3	1	0	2
3	2	0	1
3	0	1	2
3	0	2	1
3	1	1	1

0 = ausência de cultura artificial

1 = uma cultura

2 = duas culturas em sequência. As combinações de número são combinações de culturas.

Como seu nome indica agrupam-se nesta categoria os tratamentos que são distinguidos por sua denominação tais como variedades, estação de plantio, método de cultivo, método de polinização, sequência de cultivos, etc. Estes tipos de tratamento não oferecem muitas flexibilidades para produzir combinações incompletas ou sistemáticas, sem o risco de perder informações, reduzir a precisão ou simplificar na interpretação. As combinações completas tradicionalmente utilizadas geram comumente números muito elevados de tratamentos.

Na realidade com os conceitos de experimentos sintéticos e em cadeia tornaram-se de menor importância as restrições apresentadas. Também existe a possibilidade de reduzir-se o número de tratamento desta natureza por meio de agrupamentos lógicos dentro de cada fator; ou também de criarem-se escolas tipológicas e dando-lhes um tratamento semi-quantitativo.

b. Delineamento de Fatores Quantitativos

A esta família pertencem os tratamentos de natureza quantitativa, ou seja, que podem ser expressados em níveis ou doses de cada fator. Incluem-se neste grupo os insumos técnicos tais como, adubos, inseticidas, fungicidas, herbicidas, vacinas, densidade espacial de plantio, fatores cronológicos, etc.

Quanto ao delineamento desses tipos de tratamento, felizmente não existe nenhum problema na atualidade, já que existem várias técnicas que conduzem ao número de tratamentos, reduzidos fazendo possível pesquisar qualquer número de fatores e níveis. No passado, há mais ou menos 20 anos, com o conhecimento e aplicação dos arranjos fatoriais do tipo 2^k e 3^k não havia muitas possibilidades de aumentar os números de fatores. Esta situação foi solucionada parcialmente com a técnica de confundimento e os fatoriais fracionados.

Atualmente existem os delineamentos de Composição Central de 5 ni

veis ($2^k + 2 \times K + 1$) e os delineamentos de Composição não Central, como o "San Cristobol" ($2^k + K + 1$) de 4 níveis, o "Guadalupe" ($6 \times K + 2^k - t + 1$) de 7 níveis e outros tantos, que oferecem possibilidades ilimitadas para investigar qualquer número de fatores e níveis, sem aumentar o número de tratamentos em limites impraticáveis. A tendência atual deste tipo de arranjos simplificado é grande e cada vez mais exige-se maior número de níveis.

Convém ressaltar que na prática as vezes os tratamentos do tipo quantitativo apresentam-se da mesma maneira que os tratamentos do tipo qualitativo, e às vezes os tratamentos qualitativo agrupam-se em ordem a tal ponto de permitir uma quantificação convencional.

c. Os Tratamentos Controláveis de um Sistema de Produção

Se considerarmos todas as combinações possíveis e viáveis de se realizar com os tratamentos de primeira ordem e sua hierarquização em níveis com os tratamentos de segunda ordem, geramos um grupo grande de sistemas de produção, permitindo amplo campo de escolha dos mesmos para serem testados experimentalmente.

Realmente na prática, existem interesses específicos em certos tipos de sistema, de acordo com as condições dominantes, as possibilidades de aceitação pelo usuário e compatibilidade com as prioridades.

B. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL DE SISTEMAS

O delineamento experimental ou de campo para teste de Sistema de Produção apresenta diferenças marcadas com respeito ao delineamento experimental convencionalmente utilizados nos ensaios por produtos ou por disciplinas. Aqui nos referimos a um esquema integral de múltipla atividade, multicultural e multicdisciplinas.

Um dos aspectos interessantes nestes tipos de experimentos, constitui a rede de ligamentos entre o experimento central ou mãe e os Satélites.

Isto significa que não existem ensaios isolados, mas sim todos estão entrelaçados entre si.

O experimento central constitui o módulo básico e que em geral é relativamente grande. Para evitar uma dimensão demasiadamente grande dos experimentos de campo, às vezes escolhem-se os chamados tratamentos líderes. Posteriormente certos tratamentos do módulo central ligam-se com uma série de experimentos periféricos, ligados ao centro por meio de algum tratamento comum. Este último recebe o nome de "Satélite".

Os experimentos Satélites devem receber manejos similares aos Centrais e os resultados serão comparados com os tratamentos Centrais após uma prévia calibração pelo tratamento líder que o acompanha. Os Satélites fazem possível manejo dos mais completos sistema de produção imaginável até agora.

1. Localização Espacial de Experimentos Centrais

Levando-se em conta a magnitude dos experimentos Centrais, eles deverão ser instalados em pontos geográficos muito bem escolhidos. O critério de escolha dos módulos experimentais em geral coincidem com os ecossistemas existentes.

Outro critério de escolha constitui-se de uso das coordenadas geográficas, que mais aplica-se no caso de teste de sistemas em áreas de dimensões consideravelmente grandes. Em qualquer caso não se deve perder de vista a infraestrutura técnica e física necessária ao acompanhamento e manejo dos sistemas.

2. Tamanho de Unidade Experimental

Em geral usam-se dois tipos de unidade de observação, uma grande no módulo Central e outra pequena Satélite. O tamanho da parcela no módulo Central, vai geralmente de 100 m² a 1.000 m². As exigências de contar com tamanho grande na unidade experimental Central, deve-se a que pela natureza do experimento às vezes exigem-se numerosos subdivisões da mesma.

Por outro lado, o número e frequência em que a equipe interdisciplinar necessita tirar amostras para acompanhar todo o processo em geral é grande. Isto às vezes acarreta o sacrifício de algumas plantas. As parcelas grandes também permitem controlar melhor o efeito de competição provocada pelas numerosas visitas que geralmente fazem-se a estes tipos de experimentos.

3. Número de Repetições

Nossa experiência indica que praticamente é impossível manejar mais de duas repetições em cada módulo Central, pois de outro modo será necessário sacrificar-se grande número de informações durante o período de teste, fato que desvirtua o propósito fundamental de experimentos em sistema.

Não se deve perder de vista também que os Satélites fornece grandes quantidade de informações que poderão ser incorporadas aos sistema Central, o que na verdade faz com que o "número de repetições efetiva" aumenta em proporção considerável. Para dar uma dimensão quantitativa a este tipo de experimento, diremos que por pequeno que seja um experimento em sistema quase nunca é inferior a 200 tratamentos. Desta forma, para o controle precisa-se de uns 10 a 15 técnicos, que acompanha o funcionamento do Sistema.

Estas considerações permitem fixar idéias da quantidade do trabalho envolvido em pesquisa deste tipo. Mas isto não deve dar impressão de que é mais oneroso, porque o custo em relação ao número de informações é bem inferior ao de experimentos isolados.

4. Arranjo de Campo

O arranjo dos tratamentos dentro das repetições, até tem sido realizado em blocos pseudoaleatórios, ou seja, caso se usem duas repetições, em uma, distribuimos os tratamentos em forma sistemática enquanto que na outra em forma aleatória. A razão principal disto é facilitar a coleta de informação do tipo qualitativo, em forma rápida na repetição sistemática.

Por outro lado, para efeito demonstrativo de funcionamento de sistema o arranjo sistemático representa excelente papel. Da mesma maneira em que as repetições aleatórias amortizam o efeito de vício que poderia estar incluído devido ao arranjo sistemático.

Esta observação não quer dizer que não deve fazer a distribuição dos tratamentos dentro de outro esquema, por exemplo de blocos completos ou incompletos, em forma totalmente aleatória, mas sim, simplesmente' apresenta algumas vantagens práticas do delineamento em blocos pseudo aleatório.

5. Os Ensaio Satélites

Os ensaios Satélites são os complementos quase obrigatórios dos ensaios centrais já que às vezes, para não aumentar muito os tamanhos do módulo Central reduz-se o número, de tratamentos naturalmente com uma sistemática bem estabelecida. Por tanto, os experimentos Satélites são realizados para recuperar informações perdidas ou para adicionar nova informações. Os ensaios Satélites devem conter alguns tratamentos comuns aos que estão no sistema Central. Estes experimentos Satélites não diferem muito dos experimentos comumente realizados por produtos ou por disciplina.

C. DELINEAMENTO DA PESQUISA NA AMAZÔNIA

Depois de tomarmos conhecimento de algumas das considerações e sobre os problemas interrogantes existentes na Amazônia, não há nenhuma dúvida que a pesquisa deve ser orientada em Sistemas. Recomenda-se levar em consideração os pontos salientados resumidamente neste documento sobre delineamento experimental de sistema de produção.

Naturalmente que há necessidade de especificar-se muito mais as considerações feitas no presente trabalho a luz dos casos reais, Em primeiro lugar há que selecionar-se as recomendações apontadas pelo grupo de trabalho, para em seguida prosseguir com o "System building", rede de núcleos centrais com especificações de tratamentos, manejos, infraestrutura técnica

e física necessária e mecanismo de controle.

Uma maneira de exemplificar o que apresentamos neste trabalho, dando ênfase aos Sistemas Multiculturais de produção para a Amazônia, apresenta-se na Figura 2, um agro sistema bicultural de produção, onde são indicadas as constantes K_i simbolicamente no diagrama de fluxo que deverão ser estimadas quantitativamente.

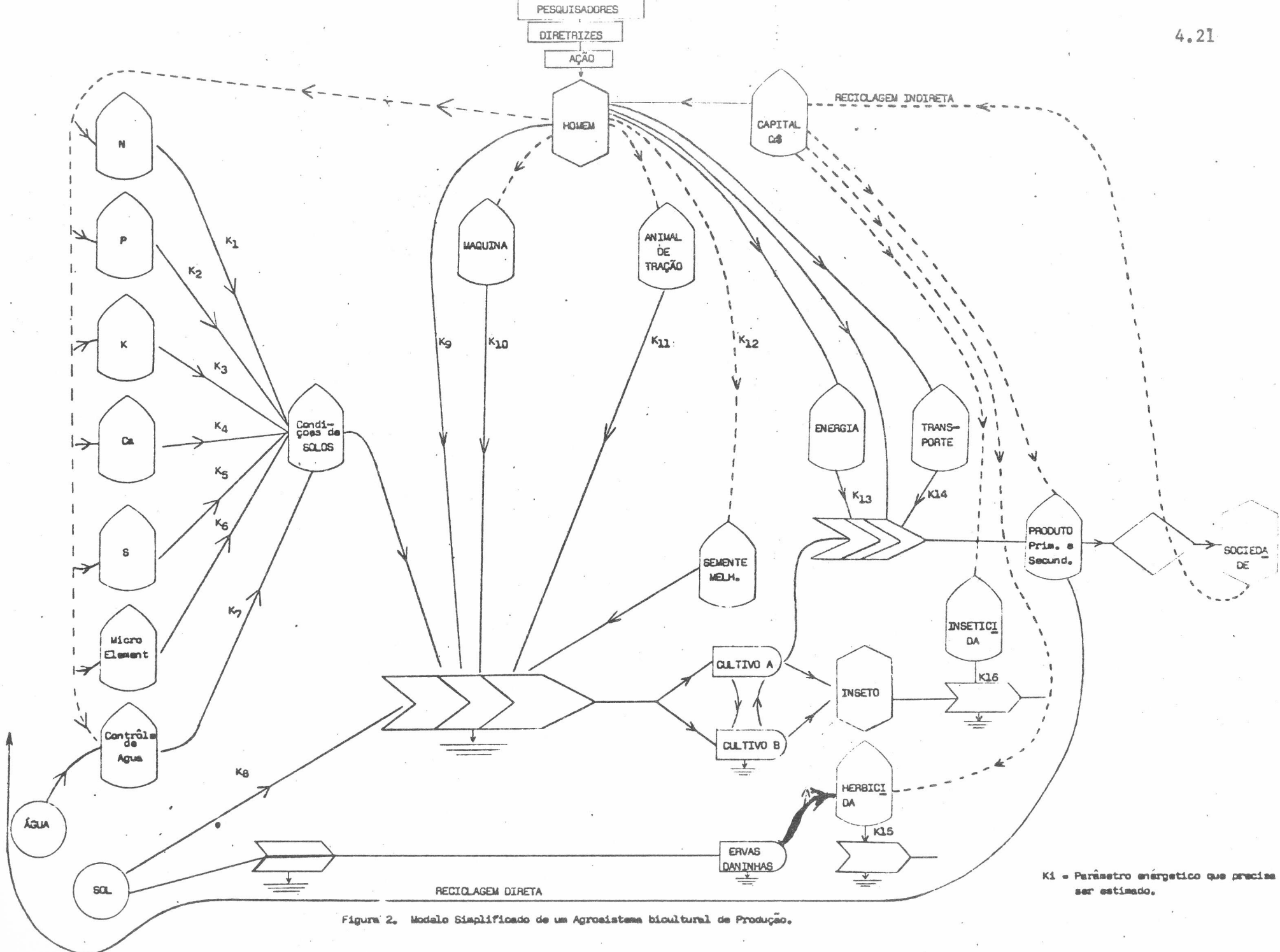


Figura 2. Modelo Simplificado de um Agroecossistema bicultural de Produção.

K_i = Parâmetro energético que precisa ser estimado.

L I T E R A T U R A C O N S U L T A D A

1. Heichel, G.H. Comparative efficiency of energy use in crop production. Comm. Agr. Exp. Stat. Bull. 739, New Haven, 26p. 1973.
2. Ewel, J.J. An ecological view of energy flow in agroecosystems., University of Florida Gainesville, (mimeograph), 24p. 1974.
3. Bazan, R. et al. Estudio comparativo sobre la productividad de ecosistemas tropicales bajo diferentes condiciones de manejo. In informe de la Reunión técnica de programación sobre investigación ecológica para el trópico americano, Maracaibo Venezuela. 1973.
4. Páez, G. Modelo de experimento en cadena para ^{1a} investigación físico-biológica. In conferencia sobre aspecto sócio-económico de la investigación agrícola, Maracay, Venezuela. 1973.
5. Páez, G. El modelo agrodinámico como base de los sistemas de producción. In Reunión técnica sobre sistema de producción, IICA, Turrialba, Costa Rica. 1974.
6. Páez, G. Princípios básicos de agrosistemas de produção In Memória do Grupo de Trabalho sobre Interpretação de Resultados da Adubação (no prelo), Brasília, DF. 1974.