

ESTUDO COMPARATIVO SOBRE A PRODUTIVIDADE DE
ECOSISTEMAS TROPICAIS SOB DIFERENTES
SISTEMAS DE TRABALHO*

Rufo Bazán, Ph.D.**

Gilberto Páez, Ph.D.**

Jorge Soria V., Ph.D.**

Paulo de T. Alvim, Ph.D.**

CONSIDERAÇÕES GERAIS

A falta de informação sobre a ecologia das regiões do trópico americano, frequentemente conduz ao uso inadequado dos recursos existentes, ocasionando perdas que afetam a população e o grau de desenvolvimento da região.

Algumas dessas regiões, especialmente aquelas localizadas no trópico úmido, têm-se mantido quase despovoadas apesar de que, em épocas passadas, contribuíram à economia dos países aos quais pertencem, através da exploração extrativa de recursos naturais como a borracha e a castanha. Nos últimos anos, o tema do desenvolvimento do trópico americano e mais propriamente da região amazônica, tem sido objeto de séria consideração pelos diferentes países comprometidos, posto que, esta região compreende áreas de considerável extensão territorial na Venezuela (30%),

* Projeto apresentado na "Reunião Técnica de Programação sobre Pesquisas Ecológicas para o Trópico Americano", Maracaibo, Venezuela, 9-14 de abril de 1973.

** Respectivamente, Edafólogo, Estatístico, Geneticista, IICA, Turrialba, Costa Rica; e Fitofisiólogo, IICA, Brasil.

Traduzido do Espanhol

**INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS. Programa Coope
rativo para el Desarrollo del Trópico Americano. Informe de
la Reunión Técnica de Programación sobre Investigaciones Eco
lógicas para el Trópico Americano. Maracaibo, Venezuela.
1973. (IICA. Informes de Conferencias, Cursos y Reuniones
Nº 8).**

Perú (60%), Bolívia (60%), Colômbia (32%), Equador (45%), e Brasil (45%); esta circunstância cria suficiente pressão política, econômica e social, a qual demonstra a necessidade de planejamento adequado para o uso racional desta região.

Certas condições ambientais parecem ser similares em toda a região. O clima pode ser considerado como quente-úmido e quente-seco, com precipitações que variam entre os 1200 a 1800mm/ano e temperatura média entre 21 a 28°C.

A vegetação está caracterizada por sua heterogeneidade e composição de vários estratos com diferenciações marcadas, causadas por fatores limitantes, como excessos ou deficiências de umidade. Alterna com esta vegetação, aquela característica de savana.

Os solos, apresentam em muitos lugares uma vegetação exuberante, fazendo supor que são ricos ou de alta fertilidade natural. Não obstante é evidente que o bosque clímax se mantém pelo ciclo de nutrições próprio da planta, independentemente do solo, e sua regeneração não se consegue com a mesma exuberância inicial, mostrando claramente o baixo potencial dos solos da área amazônica, sob o ponto de vista de fertilidade natural.

A consideração dos três fatores antes indicados, solo-planta-meio ambiente, como componentes de um só sistema e dentro de um marco de igualdade no que diz respeito à sua importância em um sistema de produção, constitui a base fundamental para o desenvolvimento de um sistema de agricultura adequado às condições do trópico.

INTRODUÇÃO

Atualmente são duas as modalidades tradicionais de uso dos solos do trópico americano: a agricultura migratória (shifting cultivation) e a atividade nitidamente extrativa do bosque. Os efeitos de ambas modalidades, no que diz respeito à alteração do bosque ou mudanças ecológicas da região, são, desde logo, muito diferentes.

A agricultura migratória assume uma maior importância por seu uso generalizado na região. Não representa, em si, um sistema agrícola planejado propriamente dito, embora seja possível que constitua uma técnica eficiente para um nível de subsistência, especialmente nas áreas de baixa população. Sem dúvida, em nenhum caso poderia ser recomendada para uso em grande escala.

O transplante, ao trópico americano, de outros modelos de uso de solos, de outros ambientes de características diferentes, não tem tido o êxito esperado, demonstrando a necessidade de desenvolver sistemas próprios de agricultura, de acordo com o rigorismo do ecossistema tropical e adequados para explorar eficientemente as potencialidades ecológicas da região.

O projeto que aqui se apresenta tem como premissa fundamental pesquisar diversos modelos de sistemas cujo delineamento mostra um gradiente de rigorismo no uso dos solos, partindo do bosque nativo e certos sistemas que se assemelham em seu manejo ao bosque nativo, até chegar a sistemas de uso intensivo, com substituição completa da cobertura vegetal. Este tipo de pesquisa permite estudar uma ampla variedade de sistemas, que ajudará a encontrar aquela exploração que otimize o sistema em termos de rentabilidade e produtividade continuada.

O projeto põe ênfase em um dos ecossistemas predominantes

no trópico americano: o ecossistema de bosque tropical úmido da amazônia americana. Não obstante, recomenda-se utilizar modelos preliminares de pesquisa referentes ao ecossistema de savana, por constituir outro dos mais difundidos na região.

Objetivos

1. Analisar as transformações ecológicas produzidas por efeito dos diferentes sistemas de manejo.
2. Comparar o comportamento dos diferentes sistemas de manejo sobre a produtividade dos cultivos, em diferentes condições de clima e solo.
3. Desenvolver um modelo (Network) de pesquisa para o trópico.

Meta

Delinear um sistema de agricultura que permita uma utilização rentável e continuada da região tropical.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Delineamento espacial

A distribuição espacial ou a localização dos pontos que se consideram como centros potenciais adequados para a instalação de experimentos de campo, que cobrem um amplo espectro do gradiente tropical, recebem a denominação de "nódulos" do sistema de pesquisa. Em sua maioria coincidem com localidades onde atualmente existem facilidades para experimentação.

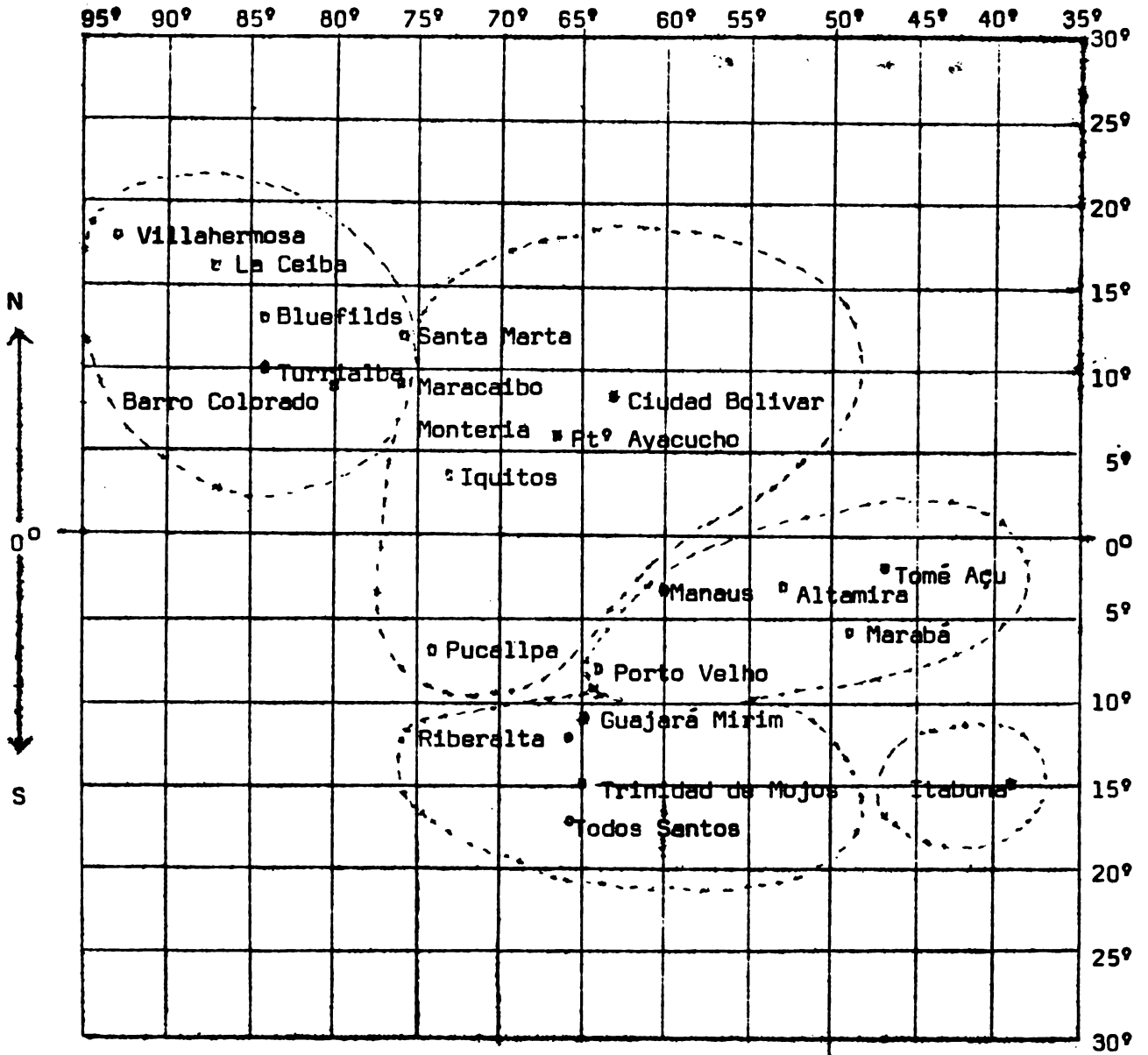


Fig. 1. Delineamento Espacial mostrando nódulos do Sistema.

A figura 1 mostra a localização dos pontos nos diversos países amazônicos. A seleção das localidades foi realizada considerando-se os seguintes aspectos, em ordem de prioridade:

- a. Posição geográfica, e
- b. Facilidades existentes

O diagrama também permite observar que a distribuição das áreas experimentais poderia, em qualquer momento, ser facilmente ampliada ou estendida em direção ao istmo centroamericano, dando assim lugar à criação de uma verdadeira rede, ou "network", de pesquisa a nível continental.

Delimitação do experimento

Em cada um dos nódulos do sistema instalar-se-á um experimento com 5 parcelas grandes, cada uma com 2 hectares de superfície. Cada macro-parcela será subdividida no número de parcelas que os tratamentos indiquem. Os macro-tratamentos representam um gradiente de utilização que vai desde o menos rigoroso até o mais rigoroso.

| 0 | | 1 | | | | 2 | |
|----------------|----------------|----------------|---|----------------|---|----------------|----------------|
| T ₀ | T ₁ | 1 | 2 | 3 | 4 | T ₀ | T ₁ |
| T ₂ | T ₃ | 5 | 6 | 7 | 8 | T ₂ | T ₃ |
| T ₀ | T ₁ | T ₀ | | T ₁ | | | |
| T ₂ | T ₃ | T ₂ | | T ₃ | | | |
| 3 | | 4 | | | | | |

Fig. 2. Delimitação do experimento

Delimitação de tratamentos

| <u>Parcela</u> | <u>Ecosistema de bosque</u> |
|--|--|
| 0 - Controle | T ₀ = Testemunha absoluta |
| | T ₁ = Testemunha com atividade extrati <u>v</u> a predominante na região |
| | T ₂ = Tala parcial com regeneração <u>n</u> atural |
| | T ₃ = Bosque novo com outras espécies florestais maderáveis |
| 1 - Cultivo em faixas ou faixa de exploração (Sistema Bantu) | Faixas intercaladas de exploração |
| 2 - Espécies perenes | T ₀ = Cacau Com sombra, sem fertilização Sem sombra, com fertilização |
| | T ₁ = Seringueira Seringueira só Seringueira+cultivo anual, ciclo curto |
| | T ₂ = Dendê Dendê só Dendê+cultivo anual, <u>c</u> iclo curto |
| | T ₃ = Cultivos em estratos |
| 3 - Pastos | T ₀ = Nativo |
| | T ₁ = Gramínea |
| | T ₂ = Leguminosa forrageira |
| | T ₃ = T ₁ + T ₂ |

| | | |
|--|--|------------------------------|
| 4 - Cultivo anual intenso (Anual ciclo curto: vs. ciclo longo) | T ₀ = Gramínea e sucessão gramínea | |
| | T ₁ = Leguminosa e sucessão leguminosa ali mentícia | com e sem práticas de manejo |
| | T ₂ = Gramínea + Leguminosa - Descanso - G+L | |
| | T ₃ = Mandioca | |

Descrição de tratamentos

Parcela 0

- T₀ = Testemunha absoluta; significa a subparcela de bos que primário.
- T₁ = Testemunha com atividade extrativa predominante na região. Este tratamento simula a prática usual de exploração do bosque dirigida para uma ou mais fontes de ingresso do camponês, tais como extração de madeira, castanha, seringueira, outras espécies comerciais, caça, etc.
- T₂ = Tale parcial com regeneração natural. Este tratamento simula um raleio organizado em faixas de bosque baixo, sem afetar as espécies de bosque alto, entre as quais se intercalam outras espécies perenes como seringueira, cacau, etc.
- T₃ = Bosque novo com outras espécies florestais moderãveis. Este tratamento considera a eliminação completa do bosque natural e a formação de outro com base em espécies florestais maderáveis.

Parcela 1

O sistema de cultivos em faixas (sistema Bantu) dá lugar a uma série de variações. O presente modelo considera a divisão em 8 subparcelas, com uma área de 2500m² cada uma. Cada subparcela receberá um uso intensivo durante 3 anos consecutivos, para logo permanecer em descanso por um período de 21 anos. Portanto se recomenda o uso das parcelas em cultivos anuais de ciclos curto com práticas de manejo, o que equivale a simular um sistema de agricultura migratória com práticas de manejo.

Parcela 2 - Espécies perenes

T₀ = Tratamento que consiste na plantação de cacau, com e sem práticas de manejo:

- a. Cacau com sombra e sem fertilização
- b. Cacau sem sombra e com fertilização

T₁ = Plantação de seringueira

- a. Seringueira só
- b. Seringueira associada com cultivo anual de ciclo curto

T₂ = Plantação de dendê

- a. Dendê só
- b. Dendê associado com cultivo anual de ciclo curto

T₃ = Cultivos em estratos

- a. o primeiro estrato consiste de espécies como castanha, seringueira, andiroba, espécies florestais maderáveis
- b. o segundo estrato consiste de espécies de porte menor do que os componentes do estrato anterior, como dendê, seringueira, andiroba, pupunha.

- c. o terceiro estrato, consiste de espécies de porte menor do que os dois anteriores, como citrus e outras frutas.
- d. o quarto estrato, formado por espécies baixas como mandioca e pimenta do reino.
- e. o quinto estrato, formado por espécies também menores em porte, como abacaxi e baunilha.

Parcela 3 - Pastos

- T₀ = Tratamento que considera espécies nativas predominantes na região ou área,
- T₁ = Considera espécies melhoradas de gramíneas predominantes na área ou de reconhecida capacidade avaliada em áreas de condições similares.
- T₂ = Espécies melhoradas de leguminosas predominantes na área ou de reconhecida capacidade avaliada em áreas de condições semelhantes.
- T₃ = Associação de gramíneas e leguminosas melhoradas.

Parcela 4 - Cultivo intensivo anual

- T₀ = Considera o cultivo de gramíneas em sucessão, com e sem práticas melhoradas de cultivo.
- T₁ = Cultivo de leguminosas de grão em sucessão, com e sem prática melhoradas de cultivo.
- T₂ = Cultivo de associação gramínea-leguminosa de grão em sucessão, com e sem práticas melhoradas.
- T₃ = Considera um cultivo anual de ciclo longo, como mandioca.

Seleção de locais experimentais

Os locais experimentais ou nódulos principais de "Network" deverão ser representativos de áreas ecológicas predominantes na região. Para uma seleção adequada deverá obter-se informação básica referente a:

1. Perfil climático

1.1 Isotermas

1.2 Isoietas

2. Perfil edáfico

2.1 Características físicas

2.2 Características químicas

2.3 Características microbiológicas

3. Perfil econômico

3.1 Rentabilidade dos principais produtos agropecuários da região

3.2 Acessibilidade e proximidade aos principais centros de consumo

4. Perfil social

4.1 Estruturas predominantes na região

4.1.1 Projetos de colonização

4.1.2 Cooperativas de produção

4.1.3 Empresas comunitárias

Parâmetros de avaliação

Na avaliação do sistema estabelecido deverão considerar-se fundamentalmente os três seguintes critérios:

1. Critério agrônômico

1.1 Fator solos

É um fato estabelecido que os rendimentos de cultivos

anuais sucessivos declinam rapidamente numa agricultura migratória. Nos diferentes tratamentos deverão identificar-se o ou os fatores limitantes que causam a diminuição da produtividade, com ênfase em:

1.1.1 Características físicas do solo

1.1.1.1 Compactação

1.1.1.2 Relações solo-água

1.1.2 Características químicas do solo

1.1.2.1 Efeito das queimadas na composição química do solo

1.1.2.2 Movimento ou ciclagem de nutrientes

1.1.2.3 Relações matéria orgânica-nitrogênio

1.1.2.4 Efeito de fertilizantes na produtividade de cultivos

1.1.3 Características microbiológicas do solo

1.1.3.1 Mudanças na composição e atividade microbiológica do solo

1.1.3.2 Combinação de mineralização dos diferentes elementos essenciais para as plantas

1.2 Fator planta

1.2.1 Adaptação de espécies e hábitos de crescimento

1.2.2 Variações na composição botânica do ecossistema

1.2.3 Variações na presença e ausência de ervas daninhas

1.2.4 Pragas e enfermidades

1.3 Meio externo

1.3.1 Efeito em mudanças de regimes de temperatura e precipitação

2. Critérios econômicos

2.1 Produtividade dos cultivos

2.2 Análise de custos e benefícios e retorno da inversão

3. Critério social

3.1 Estruturas predominantes

- 3.1.1 Projetos de colonização
- 3.1.2 Cooperativas de produção
- 3.1.3 Empresas comunitárias

MECANISMO OPERACIONAL DO SISTEMA

O sistema deverá operar como um conjunto harmônico embora técnica e administrativamente operará sobre a base dos nódulos que na maioria dos casos coincidem com a unidade territorial de cada país. Isto sugere a necessidade de estabelecer uma coordenação a nível de país e entre países.

A seguir sugere-se o mecanismo operacional do sistema, o qual como base deve ter: a) um suporte institucional nacional, b) um suporte técnico nacional, e c) um coordenador geral.

Suporte institucional nacional

Deverá existir uma instituição responsável em cada país, cujas responsabilidades, entre outras, serão obter:

- a. Amparo legal
- b. Suporte financeiro
- c. Apoio e cooperação de outras instituições

Suporte técnico nacional

Deverá existir um líder técnico por país, cuja função principal será a de coordenação de atividades tendentes a manter o funcionamento normal do sistema a nível nacional. Poderá contar, no possível, com a ajuda de uma equipe técnica necessária para manter o funcionamento dos nódulos.

Coordenador geral

Deverá existir um Coordenador Geral a nível regional ou de área, cujas obrigações entre outras serão:

- a. Manter um fluxo constante de informações entre países
- b. Efetuar reuniões de intercâmbio técnico a nível de região ou de área
- c. Promover o treinamento do pessoal técnico dos países afetados
- d. Procurar suporte técnico e financeiro para o desenvolvimento normal do sistema total.

---ooo0ooo---

APÊNDICE

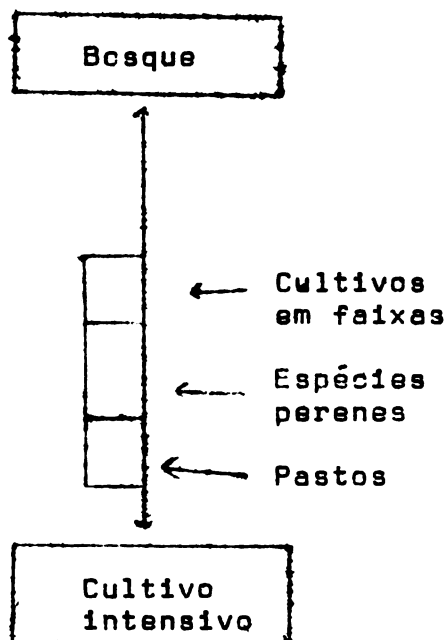
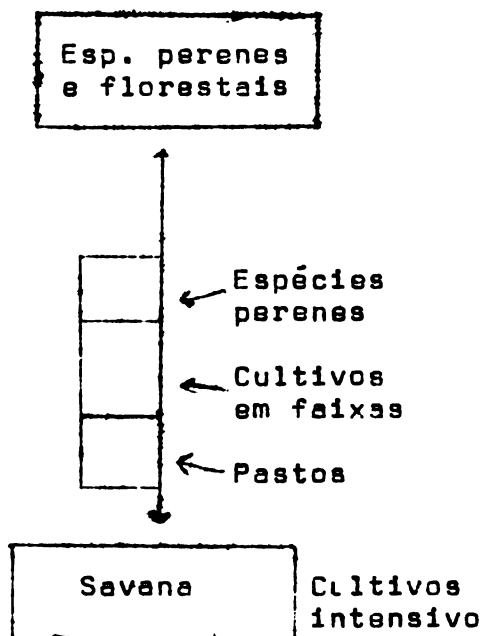
ECOSISTEMA DE SAVANA

O ecossistema de savana constitui outro dos predominantes na região amazônica do trópico americano. Em geral, apresenta limitações mais profundas que o ecossistema de bosque, resultantes principalmente das condições de clima e de solo que prevalecem nas áreas afetadas.

Por conseguinte, no manejo deste ecossistema, como ponto de partida tem-se condições de vegetação e de solo altamente deficientes, comparadas com aquelas predominantes numa de vegetação arbórea.

Ambos ecossistemas, dentro de um modelo de pesquisa, apresentam tanto similitudes como divergências, por exemplo, ambos a T_0 (tempo de partida) encontram-se em uma condição clímax, embora de condições diferentes, sendo, possivelmente, de maior potencial aquele correspondente ao de bosque. Igualmente em ambos se busca um modelo de manejo adequado que otimize o sistema.

As divergências apresentam-se fundamentalmente no gradiente de uso que se estabelece nos ecossistemas, no de bosque o gradiente de uso aumenta em rigor ou drasticidade, de maneira que teoricamente poder-se-ia chegar a um esgotamento do fator solo, além de grandes mudanças ecológicas profundas sob um sistema intensivo de uso, se acaso não se utilizarem práticas melhoradas de cultivo. Pelo contrário, no ecossistema de savana o gradiente de uso diminui em intensidade conforme a cobertura se aproxima à conformada por espécies perenes e florestais. É possível que em ambos sistemas o ponto de equilíbrio, no qual se otimiza o sistema, chegue a coincidir em sua posição com relação aos extremos.

Ecosistema de bosqueEcosistema de savana

SUGESTÕES PARA UM MODELO DE PESQUISA
EM ECOSISTEMAS DE SAVANA

O modelo que se sugere segue o mesmo delineamento experimental que aquele considerado para o ecossistema de bosque; desta maneira, em caso de levá-lo à prática, poder-se-ia fazer comparação entre ambos sistemas.

Possivelmente o delineamento espacial poderia sofrer algumas modificações de maneira que se requereria localizar novos nódulos do sistema.

O delineamento de tratamentos mostra diferenças com o outro sistema, como era de se esperar. Neste caso o gradiente de uso foi estabelecido em sentido decrescente de rigorismo de uso, com tratamentos que promovem mudanças parciais e totais da cobertura vegetal com cultivos anuais e práticas melhoradas, até chegar ao menos rigoroso, que considera a implantação de espécies perenes e florestais maderáveis.

Delimitação de tratamentosParcela

| | |
|------------------------------------|---|
| 0 - Controle | <p>T₀ = Testemunha absoluta</p> <p>T₁ = Testemunha com certo manejo (i.e. fertilizantes)</p> <p>T₂ = Substituição parcial</p> <p>T₃ = Substituição total da cobertura vegetal</p> |
| 1 - Pastos | <p>T₀ = Nativo</p> <p>T₁ = Gramínea</p> <p>T₂ = Leguminosa forrageira</p> <p>T₃ = Associação gramínea-leguminosa forrageira</p> |
| 2 - Cultivo em faixas | <p>Faixas intercaladas de exploração, segundo a mesma disposição de subparcelas no ecossistema de bosque</p> |
| 3 - Espécies | <p>Espécies perenes de porte arbóreo adequadas às condições existentes, sozinhas ou em associação com cultivos anuais de ciclo curto</p> |
| 4 - Espécies florestais maderáveis | <p>Substituição total da vegetação original com espécies florestais maderáveis, adequadas às condições existentes</p> |

Tradução do original em espanhol

Documento: FITO-399-73

5 abril 1973