

FOL
02373



EMBRAPA - CI
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO TRÓPICO SEMI-ÁRIDO

ALGUNS ASPECTOS SOBRE SISTEMA DE CULTIVO CONSORCIADO^{1/}

Aldrovile Ferreira Lima^{2/}

Josias Cavalcanti^{2/}

Luiz Henrique de Oliveira Lopes^{2/}

Petrolina, setembro, 1979.

1/ Contribuição para o Curso de Treinamento ao Pessoal Técnico do Projeto Sertanejo

2/ Pesquisadores do CPATSA/EMBRAPA - Petrolina - PE.

~~Alguns aspectos sobre sistema
1979~~

~~PI - 02909~~



32223 - 1

VINCULADA AO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA



ÍNDICE

| Conteúdo | Página |
|--|--------|
| - Introdução..... | 1 |
| - Característica dos trópicos semi-áridos..... | 3 |
| - Padrões de sistema de cultivo..... | 4 |
| - Conceituação de consórcio..... | 6 |
| - Vantagens do Consórcio..... | 7 |
| - Razões da Ocorrência do Cultivo Consorciado..... | 7 |
| - Desvantagens do Consórcio..... | 12 |
| - Critérios para avaliação das vantagens do Consórcio..... | 12 |
| - Avaliação do Consórcio..... | 14 |
| - População e arranjo espacial..... | 17 |
| - Consórcio de milho e feijão..... | 20 |
| - Consórcio de algodão, milho e feijão..... | 22 |
| - Literatura Consultada..... | 24 |
| - Apêndice..... | 27 |

INTRODUÇÃO

Segundo informações registradas no relatório sobre Produção Científica no Setor Agrícola do Nordeste (Análise Quantitativa), elaborado através do Convênio SUDENE/UFCE, estima-se que até 1974 foram realizados no Nordeste cerca de 3.095 trabalhos de pesquisa agropecuária. Deste total 27% representa trabalhos de melhoramento genético, 22% trabalhos de fertilidade de solo e 14% trabalhos sobre métodos de cultivo. Isto vale dizer que os estudos de fitotecnia em agricultura de sequeiro no Nordeste do Brasil sempre se caracterizaram pela concentração de experimentos na área de competição de variedade, adubação e espaçamento, o que representa um total de 63% de todos os trabalhos efetuados na região Nordeste.

Especialmente no que tange aos estudos de práticas culturais para o Nordeste semi-árido sempre se procurou conduzir ensaios seguindo-se a metodologia empregada em áreas de clima temperado, ou pelo menos influenciada pela pesquisa agrícola desenvolvida na região Centro Sul do Brasil. Assim é que praticamente todo enfoque experimental era formado por estudos com cultivos isolados, usando-se não muito raro os mesmos espaçamentos e populações de plantas.

A formação de profissionais de agronomia seguia certos princípios de agricultura desenvolvida em regiões ecológicas totalmente diferentes do Nordeste, conseqüentemente com pequenas possibilidades de conscientização para certos conceitos altamente válidos para as regiões semi-áridas. Assim é que, por exemplo, o estudo de cultivos consorciados-prática altamente difundida entre os pequenos produtores de regiões secas de quase todo o mundo não era aceito pelos profissionais de agronomia do Nordeste.

Por outro lado, uma análise dos atuais sistemas de cultivo em uso pelos agricultores do Nordeste, evidencia que praticamente toda a exploração agrícola é baseada em sistemas de cultivos complexos (consórcio e outros). Tal fato inspirou alguns pesquisadores a instalarem alguns poucos ensaios, tentando mais provar que o consórcio não era prática viável, do que mesmo procurar compreender todas as variáveis componentes do sistema de cultivo consorciado. Assim é que foram instalados nos Estados de Pernambuco e Ceará vários ensaios de consórcio com o algodão arbóreo e culturas alimentares. Mais recentemente observa-se que foram instalados no Nordeste alguns experimentos de consórcio, principalmente milho e feijão. Tais experimentos foram conduzidos pelas Empresas Estaduais (IPA E EPACE) e UEPAEs (Teresina, Barreiras e Quissamã), localizadas em diferentes situações ecológicas. Entretanto, grande parte desses experimentos tem sido encarada como um estudo básico de um produto em particular, talvez na busca de um melhor posicionamento da cultura eleita.

Com a criação do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), procurou-se dar mais atenção ao estudo dos principais fatores que compõem o sistema de exploração do lavrador, no qual se situa o cultivo em consórcio. Igualmente, com a estruturação das Unidades de Pesquisa (UEPAEs e Empresas Estaduais), foi possível se dar uma maior amplitude aos trabalhos de fitotecnia em agricultura consorciada. Contudo, a metodologia do trabalho experimental continuava sem muito progresso. Visando compreender melhor toda a metodologia de trabalho na área de consórcio o CPATSA procurou aprofundar os conhecimentos nessa linha. Para tanto buscou o assessoramento do "International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics" (ICRISAT), quando o líder da área de consórcio daquele instituto visitou o Nordeste em três ocasiões (setembro de 1976, maio de 1977 e março de 1979) bem como pesquisadores do CPATSA visitaram o ICRISAT (agosto de 1976, outubro de 1977 e janeiro de 1979). Durante a visita o pes-

quisador do ICRISAT da área de consórcio, todos os experimentos disponíveis foram analisados, bem como foi efetuada uma palestra sobre as prioridades de pesquisa na citada área. Convém salientar que o CPATSA está catalogando toda a literatura nacional e internacional sobre o assunto a fim de que possam ser conhecidos todos os resultados experimentais disponíveis, além de reuniões a nível regional onde se procura estudar todos os aspectos que são julgados relevantes para o cultivo consorciado. O intercâmbio científico com o ICRISAT possibilitou o estabelecimento de uma estratégia de pesquisa em cultivos consorciados para o Nordeste, considerando-se todos os aspectos básicos e necessários a uma obtenção de informações que possibilitem respostas aos fatores limitantes do consórcio.

A programação do CPATSA envolve não só os trabalhos de campo, como também os estudos da metodologia, revisão bibliográfica, interpretação de resultados, formação de equipe de pesquisadores, entre outros.

CARACTERÍSTICAS DOS TRÓPICOS SEMI-ÁRIDOS

Tendo em vista o estreito condicionamento expresso neste trabalho entre o sistema de cultivo consorciado com a utilização dos recursos ambientais, considera-se de alta significação a caracterização dos Trópicos Semi-Áridos que embora não seja uma área homogênea no que diz respeito aos aspectos climáticos, de solo e sócio-econômicos, predominam algumas características básicas, como se relaciona a seguir:

1. Precipitações intensas intercaladas com secas impreviáveis.
2. Estação chuvosa relativamente curta.
3. Precipitações altamente irregulares durante a estação chuvosa.
4. Alta demanda evaporativa principalmente durante o período seco.

5. Baixo teor de matéria orgânica dos solos
6. Grande potencial de erosão hidráulica dos solos.
7. Predominância de minifúndio.
8. Recursos de capital limitado.
9. Predominância da força de trabalho manual e animal.

Como pode ser visto pela relação acima, o Nordeste Brasileiro está perfeitamente enquadrado nas características descritas, o que vem a diferir substancialmente das condições de clima temperado, razão porque o enfoque de pesquisa necessita de reorientação.

PADRÕES DE SISTEMAS DE CULTIVO

A maneira como a cultura é implantada no campo pode ser enquadrada em dois grandes grupos: sob a forma de cultivo múltiplo ou sob a forma de cultivo isolado.

Cultivo Múltiplo (Multiple Cropping)

Considera-se como cultivo múltiplo o plantio de mais de uma cultura na mesma área e no mesmo ano. Levando-se em conta este conceito, existem diferentes sistemas de arrumar as culturas no espaço e no tempo e que podem ser agrupados em duas situações: cultivos simultâneos e cultivos sucessivos.

Os cultivos simultâneos englobam os sistemas em que as culturas são cultivadas em associação, e são mais próprios das regiões secas que normalmente apresentam estações chuvosas curtas. Os sistemas de cultivo simultâneo são os seguintes:

1. Cultivo misto (Mixed cropping): pode ser definido como o sistema de cultivo de duas ou mais culturas plantadas simultaneamente numa mesma área, de modo desordenado e sem fileiras distintas. O sistema de cultivo misto é muito rudimentar e predominou especialmente nos primórdios da civilização.

2. Cultivo consorciado (intercropping): é o sistema de cultivo de duas ou mais culturas plantadas simultaneamente numa mesma área, em fileiras e arranjos espaciais definidos. Este sistema de cultivo é o que predomina nos Trópicos Semi-Áridos.

3. Cultivo em faixa (Strip cropping): é o sistema de cultivo de duas ou mais culturas plantadas simultaneamente em diferentes faixas, com largura suficiente de modo a permitir o cultivo independente de cada espécie.

Quanto aos cultivos sucessivos, estes englobam os sistemas de cultivo em sequência e são praticados em regiões climáticas onde as condições ambientais ótimas para o desenvolvimento vegetativo ultrapassam o ciclo de maturação de uma cultura. Tal condição pode ser resultante de um regime pluviométrico elevado ou de áreas cujos solos apresentem elevadas condições de retenção de umidade. Uma condição especial para o desenvolvimento de sistema de cultivo sucessivo em área de baixa precipitação vem sendo desenvolvido pelo CPATSA em Petrolina, Pernambuco através do manejo da água de escoamento superficial armazenada em pequenos barreiros para fins de uso como irrigação suplementar visando suprir as culturas em períodos críticos de déficit de umidade, ou mesmo possibilitar a execução de um segundo cultivo, a depender de um volume de água armazenada.

Os sistemas de cultivos sucessivos são os seguintes:

1. Sobrecultivo (relay cropping): Consiste no plantio de uma segunda cultura, antes da colheita da cultura anterior. A segunda etapa do sobrecultivo deve ocorrer após o período de floração da primeira cultura.

2. Cultivo Sequenciado (sequential cropping): é o sistema de cultivo de uma cultura imediatamente após a colheita da cultura anterior e intercalado entre suas fileiras.

3. Cultivo de soca (ratoon cropping): consiste no sistema de cultivo de rebrota de uma cultura após a colheita desta cultura. O cultivo de soca é exclusivo de culturas que apresentam a capacidade de rebrotar; como o sorgo, milho, cana de açúcar, etc.

Cultivo Isolado

Cultivo isolado (single cropping ou solo cropping): O cultivo isolado diz respeito a exploração de uma cultura isoladamente. Este sistema de cultivo predomina sobretudo nos países desenvolvidos que para sustentarem um incremento de sua produção agropecuária frente a redução relativa de sua população rural, exigiram da investigação agrônômica a geração de uma tecnologia poupadora de mão de obra e altamente tecnificada.

CONCEITUAÇÃO DE CONSÓRCIO

Segundo DONALD, o conceito básico do sistema de consórcio é que duas ou mais espécies consorciadas podem explorar mais eficientemente os recursos ambientais, do que as espécies cultivadas isoladamente.

O cultivo consorciado se desenvolveu basicamente entre os pequenos agricultores dos países tropicais e sub-tropicais. Nos países em que tem se verificado uma intensificação da mecanização agrícola, principalmente nas atividades de plantio e colheita, o sistema consorciado tem sido menos utilizado. Entretanto nas regiões do Trópico Semi-Árido, onde ocorre maior oferta de mão de obra face a predominância da população rural, o cultivo consorciado vem sendo largamente empregado pelo produtor rural.

O consórcio é uma prática bastante antiga, pois há muitos séculos que vem sendo adotada pelo agricultor. Todavia, as modernas conceituações bem como, a maior parte dos trabalhos de pesquisa tiveram início na década de 1970.

VANTAGEM DO CONSÓRCIO

As vantagens evidenciadas recentemente do sistema do cultivo consorciado, não implicam no aumento de insumos e consequentemente em aumento dos custos. Estas vantagens podem ser resumidas no aumento da produção dos cultivos consorciados em relação a mesma área com os respectivos cultivos isolados, devido a melhor utilização dos recursos ambientais e a maior estabilidade de produção das culturas, pois se uma das culturas falhar a outra tem possibilidade de apresentar algum rendimento.

Por outro lado, como será caracterizado nas considerações sobre redução de condições adversas do ecossistema, o uso do cultivo consorciado propicia a formação de microclimas dentro do espaço ocupado pelas culturas, desfavorecendo ou reduzindo a ocorrência de pragas e doenças.

RAZÕES DA OCORRÊNCIA DO CULTIVO CONSORCIADO

Em estudo detalhado efetuado no norte da Nigéria em 1975, NORMAN procurou identificar razões pelas quais os agricultores fazem opção pelo cultivo consorciado. São destacados no presente trabalho dois pontos básicos do estudo em questão, a saber:

Razões apresentadas pela literatura

Razões apresentadas pelos produtores.

As razões apresentadas pela literatura podem ser agrupadas em: razões de ordens físicas e técnicas e razões de ordem econômica.

As razões de ordens físicas e técnicas podem ser subdivididas em três partes, a saber:

1. Melhor aproveitamento dos recursos ambientais.

Em relação à utilização dos fatores ambientais, podem ser considerados os aspectos de espaço e tempo. No tocante ao espaço, sabe-se que algumas culturas necessitam de mais espaços entre

plantas que outras, enquanto espécies diferentes apresentam necessidades distintas de água e nutrientes, bem como, diferentes hábitos do sistema radicular. O cultivo de culturas consorciadas pode deste modo maximizar, para alguma área a determinado ponto no tempo, a utilização de luz, água e nutrientes. Com relação ao tempo, o plantio e superposição de culturas permite o máximo uso de luz pela extensão do período de cobertura foliar e maximização da área foliar no tempo. O uso de nutrientes é também maximizado ao longo do tempo desde que mantendo as culturas no terreno por um período mais longo possível, permite às raízes absorverem nutrientes que poderiam ser lixiviados durante a estação chuvosa, quando a precipitação supera a evapotranspiração.

ANDREWS (1972) observou que a competição entre culturas é diminuída consideravelmente quando sua máxima demanda no meio ambiente ocorre em tempo diferente. Isto pode ser obtido através da seleção de culturas com diferentes ciclos de crescimento ou plantando em épocas diferentes.

2. Redução de condições adversas no ecossistema

Embora o cultivo isolado propicie a incidência de uma menor quantidade de tipos de doenças e pragas, elas provavelmente se apresentarão em níveis tais que poderão causar danos consideráveis. Em cultivos mistos possivelmente surgirá uma maior variedade de insetos e doenças, mas os danos provavelmente não serão tão graves.

Estudos de flutuação de população de Empoasca kraemeri realizados no CIAT em 1974 com cultura de feijão Phaseolus consorciados com o milho, evidenciaram que a população de ninfas de Empoasca se mantêve mais reduzida no feijão consorciado do que no feijão isolado (Fig. 1). A redução de população de ninfas de Empoasca foi mais evidente quando se plantou o milho 20 dias após o plantio do feijão (CIAT, 1974).

ROSE (1966), em estudos efetuados sobre física agrícola, revelou que a grande redução do movimento de ar dentro da cultura, direta ou indiretamente, é de grande importância para a planta, para a vida dos insetos, e muitas vezes na disseminação de doenças. Desde que o movimento do ar é restringido, há uma tendência a existência de gradientes de umidade e temperatura mais acentuados dentro da cultura do que acima da cultura.

Trabalhos realizados no ICRISAT com manejo de ervas daninhas, indicaram que a pressão populacional reduziu significativamente a infestação de ervas daninhas como pode ser vista na Fig. 2.

3. Proteção do solo

Tendo em vista o fato de que muitas culturas se sobrepõem em relação ao tempo em que elas permanecem ocupando o terreno, o desenvolvimento de cultivos mistos aumenta o período do ano no qual o solo é protegido pela cobertura foliar e sistema radicular.

As razões de ordem econômicas são:

1. Importância dos insumos e da produção

A pouca pesquisa realizada com cultivos mistos tem concluído de modo geral que estes sistemas apresentam maior retorno bruto por hectare. Entretanto, vale enfatizar que os resultados citados pela literatura são oriundos de trabalhos realizados sob condições de tecnologia melhorada. Nenhuma evidência quantitativa foi encontrada na literatura que coincidissem com as condições naturais dos nativos. Todavia, isto tem sido imaginado ocorrer. Parece ter sido imaginado na literatura, em verificações empíricas, que o cultivo de culturas consorciadas resulta em economia de mão de obra. Imagina-se que tal raciocínio tenha se baseado na premissa de que a erva daninha é menos crítica e que algumas atividades podem ser combinadas nos cultivos mistos. Como exemplo pode ser citado o caso do plantio de uma segunda cultura e capina

de uma primeira. Um ponto que em geral parece ter sido esquecido é que não é a quantidade de trabalho requerida que é realmente importante, mas o retorno resultante de tal esforço.

2. Certeza do retorno

Outra vantagem citada na literatura como sendo atribuída ao cultivo consorciado é que, o agricultor pode se certificar de obter algum retorno de seus esforços em uma determinada área, em algum ano, desde que todas as culturas provavelmente não são igualmente afetadas por variações climáticas, ataque de insetos e doenças e flutuações de mercado.

Razões apresentadas pelos produtores

No estudo efetuado por NORMAN, nenhuma relação expressiva foi identificada entre o grau de cultivo consorciado praticado e a disponibilidade relativa de terra e mão de obra. Isto implica no fato de que existe mais de uma razão para a popularidade do cultivo consorciado ou que a razão principal independe da disponibilidade de componentes expressivos como terra e mão de obra.

Na tentativa de determinar as razões porque os produtores cultivam mais em consórcios do que em cultivos isolados, foi efetuado um levantamento no Norte da Nigéria, envolvendo 124 chefes de famílias. O levantamento apresentou o seguinte resultado:

- 48% indicaram que a obtenção de maiores produções os encorajavam a fazer o plantio consorciado.
- 26% indicaram que a falta de terra era a razão pela popularidade do consórcio.
- 15% informaram que cultivavam suas culturas consorciadas em função dos aspectos tradicionais, ou seja, repetiam o que era feito pelos seus antecessores.
- 4% indicaram que a necessidade de segurança era a razão principal da opção pelo cultivo consorciado. Esta é talvez em larga escala, a razão da popularidade do cultivo consorciado.

- 4% Consideraram a razão do benefício da leguminosa ou outras culturas. Pouca evidencia tem sido detectada do efeito da ação da fixação de nitrogênio das leguminosas de um ano para outro. AGBOOLA and FAYEMI (1972) estudando a fixação de nitrogênio através de leguminosas tropicais quanto aos seus efeitos imediatos e residuais, encontrou que o feijão mung (Phaseolus aureus) pode beneficiar a cultura consorciada na mesma estação de cultivo. Esta evidencia não foi encontrada para o feijão de corda. Todavia, uma análise do efeito residual mostrou que o feijão de corda deu maior benefício na produção da cultura do milho feita a seguir.
- 3% informaram que as razões estavam ligadas a falta de mão de obra. Esta informação foi surpreendente, visto que anteriormente foi enfatizada que a mão de obra era provavelmente mais limitante que a falta de terra.

DESVANTAGENS DO CONSÓRCIO

As desvantagens mais importantes são mais evidentes nos sistemas de produção que utilizam alto nível de tecnologia e con sistem na dificuldade de algumas operações mecanizadas e ao fato das culturas terem diferentes necessidades de defensivos e fertilizantes.

Em áreas onde os cultivos são praticados com uso intensivo de água de irrigação, tem-se dito que o cultivo consorciado não teria chance de ser adotado, principalmente pela dificuldade do manejo adequado de água. No entanto, na prática, observa-se que alguns produtores estabelecidos em Projetos de Irrigação (Bebelouro, em Petrolina e Mandacaru, Juazeiro-BA) já começam a utilizar o sistema consorciado, visando redução de custos de implantação.

É possível ainda algumas desvantagens do consórcio, como um decréscimo da produção em função de uma competição adversa ou a influência negativa de uma planta sobre outra, devido a secreção de substâncias tóxicas, entretanto tais efeitos são raros.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS VANTAGENS DO CONSÓRCIO

Os resultados obtidos através do uso de determinado padrão de consórcio podem ser vantajosos para uma região e desfavoráveis para outra. Este fato induz a considerar que para cada situação existe requerimento diferente de um determinado consórcio. Este enfoque tem sido pouco considerado e é de grande importância para a pesquisa, a fim de que possa melhorar a situação do consórcio desejado pelos produtores de uma região. Três diferentes situações podem ser consideradas:

1 - Produção máxima da cultura principal e alguma produção da cultura secundária.

O produtor deseja a máxima produção da cultura principal e uma produção extra da cultura secundária. Esta é a situação mais encontrada. O conhecimento desta situação pela pesquisa é muito importante, pois pode diminuir a amplitude das diferentes proporções dos componentes do consórcio a ser estudado. A vantagem monetária desta situação equivale ao valor da produção de cultura secundária.

2 - Produção do consórcio maior do que a cultura isolada

Nesta situação o produtor não tem preferência por determinada cultura envolvida no consórcio e a vantagem equivale ao valor da produção das culturas consorciadas menos o valor da maior produção de cultura isolada. Esta situação ocorre em poucos casos, como na produção de forrageiras etc.

3 - Produção do consórcio maior do que a soma da produção das culturas isoladas

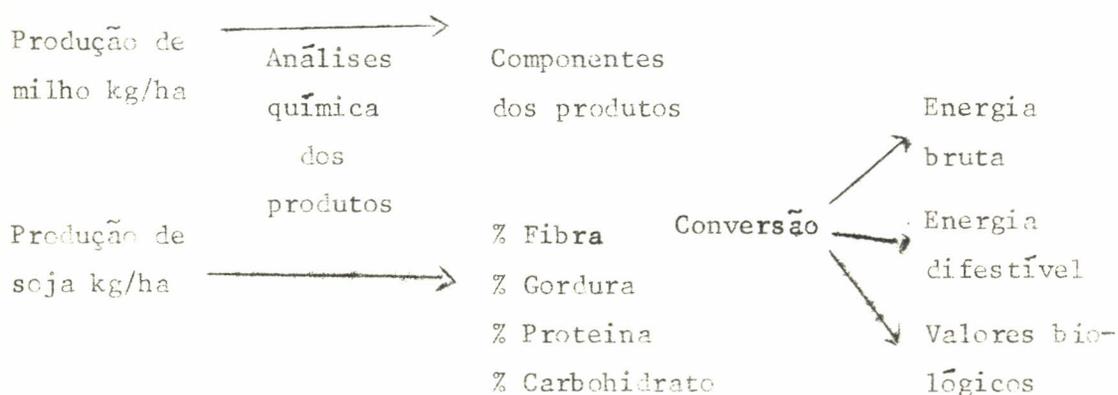
Nesta situação o produtor necessita de bons rendimentos de ambas as culturas e a vantagem monetária equivale ao valor da produção das culturas consorciadas menos o valor total da produção das culturas isoladas.

AVALIAÇÃO DO CONSÓRCIO

Os procedimentos estatísticos desenvolvidos para a pesquisa agrícola são basicamente dirigidos para cultivos isolados. Normalmente a produção das culturas isoladas é expressa em peso por unidade de área. O cultivo consorciado exige a avaliação simultânea de várias culturas. Assim, a avaliação da produtividade das culturas em cultivos múltiplos pode ser expressa das seguintes maneiras:

1 - Aspectos biológicos

A avaliação em termos biológicos corresponde a conversão do produto em energia por unidade de área.



2 - Aspectos econômicos

Em áreas com economia de mercado é mais adequado avaliar o sistema sob o ponto de vista econômico. As dificuldades residem nas constantes variações de preço de produtos e insumos.

3 - Eficiência de uso da terra (EUT)

EUT é a área relativa da cultura isolada necessária para obter a quantidade de produtos obtida em cultivo consorciado.

Isto permite uma comparação direta de culturas com diferentes níveis de produção e pode ser usado tanto na cultura individual como para o total das culturas. Neste caso, um total maior que 1 indica vantagem de produção para o consórcio, assim o EUT de 1,2 indica uma vantagem de 20%.

O EUT é expresso assim:

$$\frac{\text{Prod. da cult. A no consórcio} + \text{Prod. da cult. B no consórcio}}{\text{Prod. da cult. A isolada} \quad \quad \quad \text{Prod. da cult. B isolada}}$$

Um exemplo prático de cálculo do EUT é apresentado a seguir, assumindo a condição de que o produtor espera ter vantagem de produção para ambas as culturas ao utilizar o sistema de cultivo em consórcio.

| | |
|--|-------------------------|
| 1 ha | 1 ha |
| Milho puro 2.500 kg | Feijão puro 1.000 kg |
| 1 ha | |
| Consórcio Milho - 2.000 kg Feijão - 500 kg | |

Para produzir 2.000 kg de milho em cultivo isolado seria necessário plantar 0,8 ha.

Para produzir 500 kg de feijão em cultivo isolado seria necessário plantar 0,5 ha.

Assim, seria necessário uma área de 1,3 ha (0,8 ha com milho + 0,5 ha com feijão) para se obter a mesma produção conseguida em 1,0 ha plantado em consórcio. Deste modo, o consórcio apresentou uma vantagem de 30% em relação ao cultivo isolado, considerando condições idênticas de tecnologia e ambiente.

$$\begin{aligned} EUT &= \frac{2.000}{2.500} + \frac{1.000}{500} \\ &= 0,8 + 0,5 \\ &= 1,3 \end{aligned}$$

POPULAÇÃO E ARRANJO

Em muitos trabalhos de pesquisa realizados para estudar população e arranjo espacial de plantas em sistema de cultivo consorciado, o efeito destes fatores foram frequentemente confundidos.

No caso de cultivos isolados os diferentes aspectos de população e arranjo de plantas são bem compreendidos.

População corresponde ao número de plantas por unidade de área, determinando, conseqüentemente, o tamanho da área disponível para cada planta.

Arranjo espacial é o modelo ou padrão de distribuição das plantas no campo.

Em cultivos consorciados, esses aspectos são mais complexos. Com relação a população é necessário se distinguir a população total das culturas envolvidas e a população de cada cultura. Em termos de pressão populacional, raramente plantas de diferentes espécies são diretamente comparáveis. Essa comparação é possível quando se relaciona a população ótima de cada cultura isolada. Quando as necessidades de água e nutriente de duas culturas consorciadas são diferentes e quando o pique dos requerimentos ocorre em épocas diferentes, é provável a vantagem do consórcio seja grande e neste caso, a população total ótima, pode ser maior do que a equivalente população das culturas isoladas. A população total de consórcio pode ser composta por diferentes proporções das culturas envolvidas. Estas diferentes proporções, podem afetar as habilidades competitivas de cada cultura e conseqüentemente alterar a proporcionalidade das colheitas.

A competição entre plantas de uma mesma cultura (cultivos isolados) é estudado em experimentos de espaçamento. En-

tretanto quando uma segunda cultura é introduzida (cultivo consorciado) a competição entre plantas de culturas diferentes é frequentemente estudada. em experimentos de substituição em série onde a produção da cultura no consórcio pode ser comparada com sua produção em cultivo isolado. Neste experimento, a população da cultura A isolada é progressivamente substituída pela população da cultura B isolada. Neste caso, a produção por unidade de área de uma cultura não depende somente da população mas também do poder de competição da outra cultura. Cada cultura pode ter produção inferior, igual ou superior a produção que seria obtida se tivesse o mesmo grau de competição. As diversas combinações de comportamento das culturas podem ser agrupadas em três categorias. A primeira é quando a produção de cada cultura é menor do que a esperada. Esta situação pode ser chamada de mutua inibição e é muito rara na prática.

A segunda é quando a produção de cada cultura é maior do que a esperada. Esta situação pode ser chamada de mutua cooperação e não é raro.

A terceira, é quando uma cultura produz menos e a outra mais do que a esperada. Esta situação pode ser chamada de compensação e é muito comum.

Nesta situação a habilidade de competição das duas culturas é diferente. A maior ou menor competitibilidade pode ser designado pelos termos da cultura dominante e dominada. No consórcio da cultura de milho a cultura do feijão, na maioria dos casos estudados o milho se comportou como uma cultura dominante e esta dominância aumentou com o aumento de sua população.

Com relação a arranjo espacial é necessário se distinguir dois fatores. O primeiro é a produção da área alocada para cada cultura consorciada. Freqüente, a proporção da área está diretamente relacionada com a população, isto é, se a proporção

da população de 50 para 50 for obtida através do plantio em fileira alternadas, a proporção da área será também de 50 por 50. Entretanto, a proporção da área pode e frequentemente varia independentemente da população. Se no exemplo citado variarmos apenas o número de planta por metro linear de fileira de uma das culturas, a proporção das áreas alocadas será o mesmo porém a proporção da população será alterada. O segundo fator é como as áreas proporcionais são arranjadas mutuamente. Um consórcio com uma proporção de área alocada para cada cultura de 50%, pode ter os arranjos de fileiras alternadas, alternadas fileiras duplas, alternadas plantas dentro da fileira etc.

Na Tanzânia, Evans estudando consorcios de milho ou sorgo com amendoim, não encontrou diferenças entre o arranjo das culturas em linhas alternadas e o arranjo das culturas dentro das linhas.

Em Lavras Minas Gerais, Andrade e outros, estudaram a consorciação do feijoeiro (Phaseolus vulgaris, L.) com cultivares de milho (Zea mays, L.) de porte diferente. Dois dos tratamentos, consistiram do feijão consorciado na linha do milho e do feijão consorciado na entre linha. Os resultados encontram-se na Tabela 1, e mostram que a produção do milho não varia em função dos diferentes métodos de consorciação estudados e que a produção do feijão consorciado na linha não diferiu da produção do consorciado na entrelinha.

Outro tipo de arranjo, estudado principalmente por pesquisadores estrangeiros é o de fileira dupla.

Os resultados obtidos demonstram que a produtividade não difere entre o arranjo de fileiras uniformes e de fileiras duplas, porém este último arranjo permite o alargamento das fileiras, que proporciona algumas vantagens, principalmente em cultivos consorciados. O efeito do arranjo espacial em quatro sistemas de consórcio, estudo pelo ICRISAT, são apresentados na Tabela 2.

CONSÓRCIO DE MILHO E FEIJÃO

Em 1977 as culturas de milho e feijão ocuparam o primeiro e terceiro lugar em área cultivada no Nordeste, de acordo com o anuario Estatístico do Brasil - 1978 FIBGE.

Estima-se que 60% da cultura de milho na America Latina, seja consorciada e que até 80% da cultura do feijão seja consorciada com milho e outras culturas (FRANCIS, S/DATA). Considerando que as características dos recursos naturais do Nordeste condicionam a utilização de sistemas consorciados, as percentuais de utilização do referido sistema no Nordeste devem ser bem superiores aos citados por FRANCIS, sem data.

A grande importância economica das culturas de milho e feijão e o fato de serem cultivados frequentemente em sistemas consorciados, chamaram a atenção dos primeiros pesquisadores a trabalharem com consórcio. Desta maneira, o maior número de trabalhos com consórcios, envolve o binômio milho-feijão. Mesmo com uma quantidade expressiva de trabalhos de pesquisa de consórcio, os resultados conseguidos não são bastante conclusivos.

FRANCIS, (s/data) analisando os trabalhos de pesquisa do CIAT (Colombia), sobre a cultura do milho consorciado com feijão, chegou as seguintes conclusões:

- 1 - Eficiência do uso da terra é de 21 a 90% maior no sistema de cultivo consorciado.
- 2 - Considerando como 100% a produção de milho em cultivo isolado, a produção em consórcio com feijão variaria de 74% - 126%

- 3 - O milho isolado, apresentou mais acamamento que o milho consorciado com o feijão
- 4 - A incidência de lagarta do cartucho foi menor quando o milho estava associado a cultura do feijão arbustivo

Na maioria dos experimentos realizados com as culturas de milho e feijão consorciado, tem sido considerado melhor o tratamento com maior índice de eficiência do uso da terra, que nem sempre é o desejado pelos produtores de determinada região.

Com esse enfoque alguns experimentos mostraram que o melhor arranjo foi de 1 filheira de milho para 3 de feijão.

Em Filadelfia , Bahia, Lima et al. (1978) estudaram o efeito da população e arranjo espacial no consórcio de milho e feijão de arranca. Os resultados de produção encontram-se na Tabela 3 e os índices de EUT (Eficiência de uso da Terra) e porcentagem de acamamento do milho encontram-se na tabela 4.

Como é possível observar, o melhor arranjo corresponde a 1 fila de milho para 3 de feijão, combinando populações de 12.500 e 150.000 plantas por hectare do cereal e da leguminosa, respectivamente.

Em Afrânio - PE, LOPES et alii (1978), em trabalho preliminar de avaliação do consórcio milho e feijão vigna, observaram que alguns tratamentos foram mais eficientes quando em situação adversa de chuva do que quando em situação de regular precipitação.

CONSÓRCIO DE ALGODÃO ARBÓREO x MILHO x FEIJÃO VIGNA

Admite-se que quase todo o algodão arbóreo no Nordeste seja cultivado em regime de consórcio no primeiro ano e que o milho e o feijão vigna são as culturas que mais intensamente participam desta associação em termos de área plantada. A palma forrageira e alguns tipos de capins, às vezes ocorrem no consórcio com o algodão arbóreo, principalmente em áreas de significada vocação pecuária.

De um modo geral, as pesquisas realizadas no Nordeste procurando gerar novas alternativas de consórcio para o algodão arbóreo foram desenvolvidas por pesquisadores habituados a lidar com culturas específicas, principalmente a do algodão. Assim sendo, o enfoque maior a que se propunha o trabalho era dirigido mais para reduzir os custos de implantação da cultura do que para detectar padrões de consórcio que permitissem um equilíbrio satisfatório de produção das culturas consorciadas.

No Ceará, Alves et alii (1972) estudaram o efeito da consorciação na produção do algodoeiro arbóreo, envolvendo as culturas de milho, feijão vigna, palma e capim. A cultura principal foi instalada com espaçamento único de 2,00 m entre linhas e 0,50 m entre covas, com 2 plantas por cova. Entre cada duas fileiras de algodão foi plantado palma, ou capim sempre verde ou milho e feijão vigna. A produção do algodão em sistema de cultivo isolado não diferiu significativamente da obtida em consórcio com palma ou com milho e feijão vigna. No entanto, a cultura do capim determinou redução do rendimento do algodão. O autor não faz referências às produções das culturas alimentares e forrageiras componentes do consórcio com o algodão arbóreo.

MANGUEIRA et alii (1970), em trabalhos de pesquisa com algodão arbóreo associado às culturas de milho, feijão vigna, gergelim e palma concluíram que o consórcio reduz a produção do algodão no primeiro ano. No entanto, se for considerado a produção conjunta dos três anos a diferença praticamente desaparece.

No Piauí, em trabalhos desenvolvidos por RIBEIRO et alii (1978) objetivando estudar a conveniência da associação algodão arbóreo e culturas alimentícias, ficou evidenciada a vantagem do consórcio, uma vez que os maiores índices de receita bruta por unidade de área foram obtidos neste sistema de plantio. Os resultados deste trabalho encontra-se na Tabela 7.

Além das pesquisas envolvendo as culturas de algodão arbóreo, culturas alimentares e forrageiras, alguns trabalhos foram realizados em sistema de cultivo em faixas.

Há bastante semelhança entre o cultivo em faixas e o cultivo isolado. No entanto, as plantas situadas nas margens das faixas poderão desfrutar praticamente das mesmas vantagens que teriam no sistema de cultivo consorciado. Talvez a possibilidade de se utilizar mais intensamente a mecanização (principalmente a animal) neste sistema, favoreça o seu emprego.

LITERATURA CONSULTADA

1. AGBOOLA, A. A. and FAYEMI, A. A. Fixation and excretion of nitrogen by tropical legumes. Agronomy journal (64): 1972, 409-412.
2. ALVES, J. F.; MOREIRA, J. A. A., PITOMBEIRA, J. B.; SILVA, F. P. da & BEZERRA, F. F. Efeitos do emprego de consorciação em cultura de algodão mocó (Gossypium hirsutum Maria galante Hutch) no Estado do Ceará, Brasil. Ciência Agrônômica 2(2):139-144, 1972.
3. BEETS, W. C. Some notes on multiple cropping practices and research in this field. s.n.t. 55p. (Trabalho apresentado no Seminário do Departamento de Agricultura da Universidade de Rolésia).
4. BRASIL, SUDENE. Produção científica no setor agrícola do Nordeste (avaliação quantitativa). Fortaleza, 1976. 63p.
5. CIAT. Informe Anual - 1974. Cali, Colombia, 1974. 286p.
- ✓ 6. DONALD, C. M. Competition among crop and pasture plants. Advances in Agronomy. 15, 1-113, 1963.
7. EVANS, A. C. Studies of intercropping: I maize or sorghum with groundnuts. East African Agricultural and Forestry journal. XXVI:1 (1960).
8. FRANCIS, C.A; FDOR, C. A. & PRAGER, M. Contrastes Agronômicos entre el monocultivo de maiz y la asociacion maiz frijol. S.N.T. 23p.
9. GRIMES, R. C. Intercropping and alternate row cropping of cotton and maize. East African Agricultural and Forestry journal. XXVII: 13 (1962).

10. IGBOZURIKE M. O. Ecological balance in Tropical Agriculture. Geographical Review, LXI: 4, 1971.
11. KOKAY, L. F. Alguns subsídios aos programas de promoção dos pequenos produtores - Versão preliminar. Brasília, EMBRAPA, 1978. 46p.
12. KRANTZ, B. A. et alii. Intercropping for increased and more stable agricultural production in the Semi-Arid Tropics. Hyderabad, ICRISAT, 1976. 30p.
13. LOPES, L. H. de O; NASPOLINI FILHO, V & QUEIROZ, M. A. de. Avaliação preliminar de consórcio milho x feijão macassar (Vigna unguiculata (L) Walp) em área de baixa precipitação. s.n.t. 13p. (Trabalho a ser apresentado na XII Reunião Brasileira de Milho e Sorgo, Goiânia (60), 19-26 de julho, 1978).
14. MANGUEIRA, O. B.; PEREIRA, J. T. & DANTAS, A. P. Vantagens da consorciação na cultura do algodoeiro mocó (Gossypium hirsutum var. Maria galante Hutch). Pesquisas Agropecuárias no Nordeste. 2(2): 39-51. 1970.
15. NORMAN, D. W. Rationalising mixed cropping under indigenous conditions. The example of Northern Nigeria. Zaria, Nigeria, Institute for Agricultural Research, 1975. 23p. (Samaru Research Bulletin, 232).
16. RIBEIRO, J. L. & MESQUITA, R. C. M. Consorciação do algodão arbóreo (Gossypium hirsutum L. var. Maria galante Hutch) com culturas alimentares no Estado do Piauí. Teresina, UEPAE Teresina, 1978. 10p. (Comunicado Técnico, 7).
17. ROSE, W. C. Agricultural physics. London, Pergamon Press, 1966. 230p.
18. SHETTY, S. V. R. and KRANTZ, B. A. Weed science annual report. Farming systems research program - 1976-77 (An informal report). Hyderabad, India, ICRISAT, 1976. 32p.

19. WILLEY, R. W. Some priorities, problems and possible approaches in intercropping research. Hyderabad, ICRI SAT, 1977. 13p.
20. WILLEY, R. W. Intercropping. It's importance and research needs. Part. 1. Competition and Yield advantages. Field Crop Abstracts. 32 (1) 1-13, 1979.
21. WILLEY, R. N. Intercropping. It's importance and research Needs. Part. 2. Agronomy and Research Approaches. Field Crops Abstracts 32 (2): 73-85, 1975.

APÊNDICE

Tabela 1. Rendimento (kg/ha) do consórcio feijão de arranca x milho obtido por ANDRADE, em Lavras, em, 1974.

| Tratamento | Safrá 72/72 | | Safrá 73/74 | | Média | | Nº de planta/ha (Feijão) |
|-----------------------------------|-------------|--------|-------------|--------|-------|--------|-----------------------------|
| | Milho | Feijão | Milho | Feijão | Milho | feijão | |
| 1. Milho piramex | 6.142 | - | 5.852 | - | 5.997 | - | - |
| 2. Milho piranão | 6.361 | - | 4.315 | - | 5.338 | - | - |
| 3. Feijão solteiro | - | 1.124 | - | 1.669 | - | 1.397 | 200.000 |
| 4. Piramex + feijão na linha | 6.462 | 532 | 5.507 | 480 | 5.985 | 502 | 50.000 |
| 5. Piramex + feijão na entrelinha | 6.487 | 446 | 5.475 | 535 | 5.981 | 491 | 100.000 |
| 6. Piranão + feijão na linha | 6.035 | 637 | 4.770 | 451 | 5.402 | 544 | 50.000 |
| 7. Piranão + feijão na entrelinha | 6.281 | 501 | 4.685 | 561 | 5.484 | 531 | 100.000 |

Tabela 2. Efeito de arranjo espacial em população constante sobre a vantagem do consórcio (EUT) em alguns sistemas de consórcio baseado em guandú (KRANTZ et al, 1975, citado por RAO et al, 1977).

| Sistema de consórcio | Fileiras alternadas 45 cm | Grupo de fileira 25-50 cm | Fileira dupla alternadas de consórcio 22,5 cm |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---|
| Guandú F. Vigna | 1,08 | 1,26 | 1,40 |
| Guandú Setaria | 1,07 | 1,33 | 1,48 |
| Guandú Milheto | 1,28 | 1,22 | 1,37 |
| Guandú Sorgo | 1,07 | 1,41 | 1,23 |
| Média (dois tipos de solo) | 1,13 | 1,31 | 1,37 |

Tabela 3 - Rendimento (kg/ha) de milho e feijão de arranca obtido no experimento de população e arranjo espacial com estas culturas, em Filadélfia (BA) em 1978.

| Culturas | População (C. isolado) | A R R A N J O S | | | | Feijão isolado |
|----------|---------------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| | | Milho isolado | 1:2 | 1:3 | 1:4 | |
| Milho | 25.000 | 3.753 | 1.940 | 1.361 | 966 | - |
| Feijão | 150.000 | - | 1.344 | 1.449 | 1.576 | 1.890 |
| Total | | 3.753 Aa | 3.284 Aab | 2.810 Bbc | 2.572 Acd | 1.890 Ad |
| Milho | 50.000 | 3.494 | 2.250 | 2.184 | 1.698 | - |
| Feijão | 200.000 | - | 1.083 | 1.421 | 1.536 | 2.019 |
| Total | | 3.494 ABa | 3.333 Ac | 3.605 Ac | 3.234 Ac | 2.019 Ab |
| Milho | 75.000 | 2.904 | 2.768 | 2.473 | 1.527 | - |
| Feijão | 250.000 | - | 1.060 | 1.233 | 1.294 | 1.862 |
| Total | | 2.904 Bb | 3.828 Ac | 3.706 Aa | 3.706 Aa | 1.862 Ac |
| Milho | 100.000 | 2.021 | 2.852 | 1.852 | 1.384 | - |
| Feijão | 300.000 | - | 1.051 | 1.220 | 1.286 | 1.881 |
| Total | | 2.021 Bcd | 3.903 Ac | 3.073 Ab | 2.670 Abc | 1.881 Ad |

Dentro de cada coluna médias seguidas de mesma letra maiúscula e dentro de cada linha, médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si a 5% (Tukey).

Tabela 4. Índices de eficiência de uso da terra (EUT) e acamamento (%) de plantas de milho obtidos no experimento de população e arranjo espacial com as culturas de milho e feijão de arranca obtidos em Filadélfia (BA) em 1978.

| População Milho/feijão | Milho puro | | 1:2 | | 1:3 | | 1:4 | | Feijão puro | |
|---------------------------|------------|----|------|----|------|----|------|----|-------------|----|
| | EUT | Ac | EUT | Ac | EUT | Ac | EUT | Ac | EUT | Ac |
| 25.000/150.000 | 1.00 | 12 | 1.18 | 3 | 1.02 | 2 | 1.04 | 17 | 1.00 | |
| 50.000/200.000 | 1.00 | 56 | 1.14 | 10 | 1.28 | 12 | 1.21 | 4 | 1.00 | |
| 75.000/250.000 | 1.00 | 65 | 1.27 | 23 | 1.27 | 16 | 1.05 | 15 | 1.00 | |
| 100.000/300.000 | 1.00 | 97 | 1.28 | 45 | 1.09 | 25 | 1.01 | 21 | 1.00 | |

Tabela 5 - Rendimento (kg/ha) de algodão arbóreo em sistema de cultivo puro e consorciado obtidos em 3 locais do Estado do Ceará, em 1972.

| Tratamentos | L O C A I S | | |
|--------------------------|-------------|------------|---------|
| | Quixadá | Boa Viagem | Canindé |
| Algodão isolado | 333 a | 492 a | 490 a |
| Algodão + capim | 146 b | 346 b | 156 b |
| Algodão + palma | 291 a | 453 a | 423 a |
| Algodão + milho + feijão | 283 a | 467 a | 431 a |

Valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 6. Rendimentos (kg/ha) das culturas de algodão arbóreo, milho, feijão, gergelim e palma em experimento de consórcio em S. Talhada (PE) nos anos de 1968, 1969 e 1970.

| Tratamentos | Rendimento | | | Rendimento em % Testemunha | | | Rendimento de 3 anos | |
|--------------|------------|------|--------|----------------------------|------|------|----------------------|---------|
| | 1968 | 1969 | 1970 | 1968 | 1969 | 1970 | Total | % Test. |
| Alg. isolado | 188 | 918 | 508 | 100 | 100 | 100 | 1614 | 100 |
| Algodão | 178 | 902 | 549 | 95 | 97 | 108 | 1629 | 101 |
| Milho | 1240 | - | - | - | - | - | 1240 | - |
| Feijão | 330 | - | - | - | - | - | 330 | - |
| Algodão | 76 | 775 | 563 | 40 | 84 | 110 | 1414 | 88 |
| Milho | 2423 | - | - | - | - | - | 2423 | - |
| Feijão | 441 | - | - | - | - | - | 441 | - |
| Algodão | 107 | 790 | 572 | 57 | 85 | 112 | 1469 | 91 |
| Gegilim | 569 | - | - | - | - | - | 569 | - |
| Algodão | 222 | 923 | 489 | 118 | 100 | 96 | 1634 | 101 |
| Palma | - | - | 32.738 | - | - | - | 32.738 | - |
| Milho | 881 | - | - | - | - | - | 881 | - |

Tabela 7 - Rendimento (kg/ha) e renda bruta (Cr\$/ha) das culturas de algodão arbóreo, milho e feijão vigna, em 1977, em Picos (PI).

| Tratamentos | Rendimento | % Test. | Renda bruta | Renda total | Índice da renda bruta |
|-------------|------------|------------|----------------|----------------|--------------------------|
| Algodão | 680 | 100 | 5.494 | 5.494 | 100 |
| Algodão | 640 | 94 | 5.171 | 5.622 | 102 |
| Feijão | 208 | 407 | 451 | | |
| Algodão | 375 | 55 | 3.030 | 6.356 | 116 |
| Milho | 2.543 | 105 | 3.051 | | |
| Feijão | 127 | 249 | 275 | | |
| Algodão | 275 | 40 | 2.222 | 6.645 | 121 |
| Milho | 3.686 | 153 | 4.423 | | |
| Algodão | 602 | 89 | 4.864 | 5.128 | 93 |
| Feijão | 122 | 239 | 264 | | |
| Algodão | 513 | 75 | 4.145 | 7.561 | 138 |
| Milho | 2.847 | 118 | 3.416 | | |
| Algodão | 577 | 85 | 4.662 | | |
| Milho | 2.417 | 100 | 2.900 | 7.672 | 140 |
| Feijão | 51 | 100 | 110 | | |

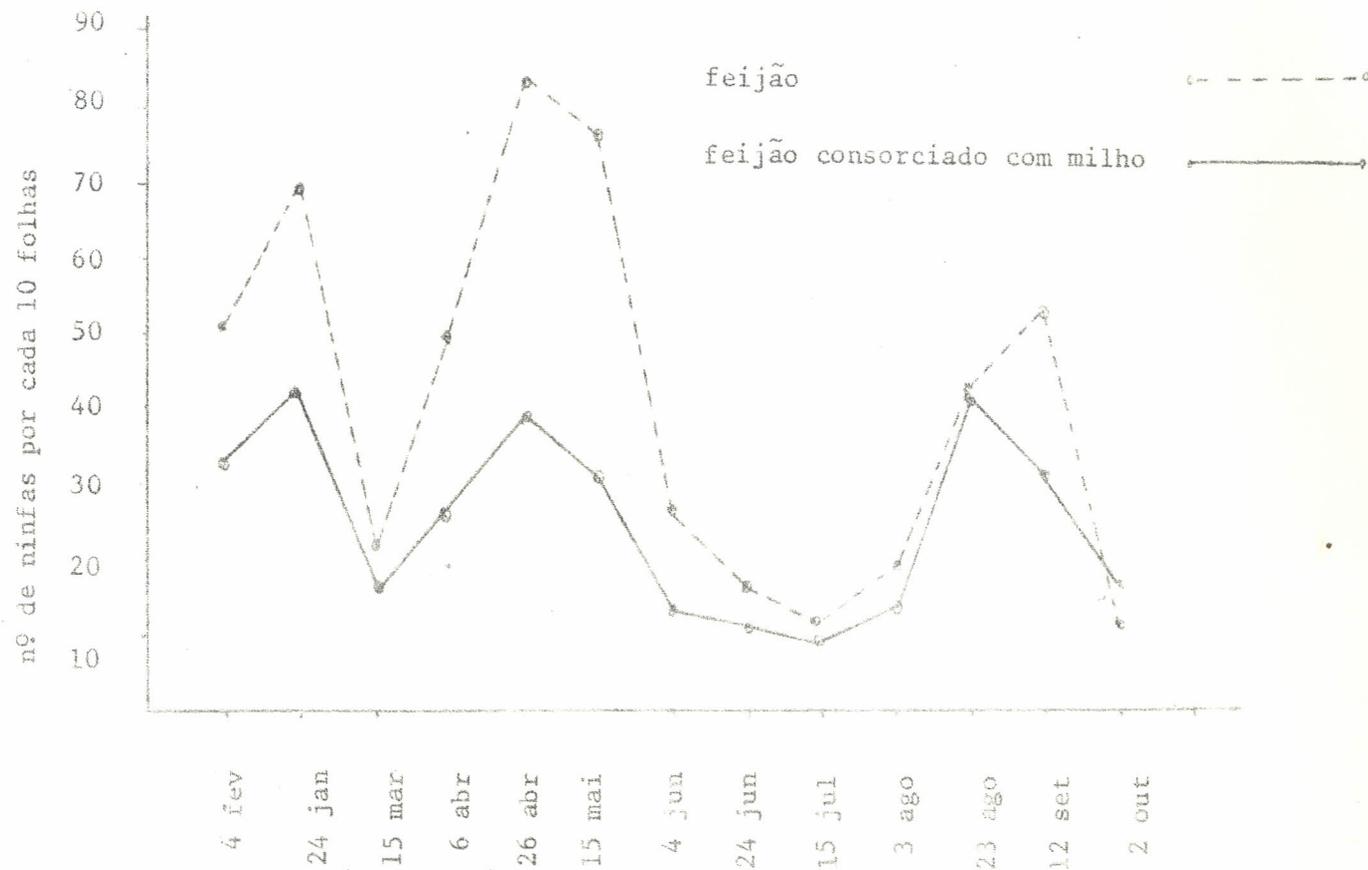


Fig. 1. População de ninfas de Empoasca kraemeri em plantio de feijão isolado e consorciado com milho. (CIAT, 1974).

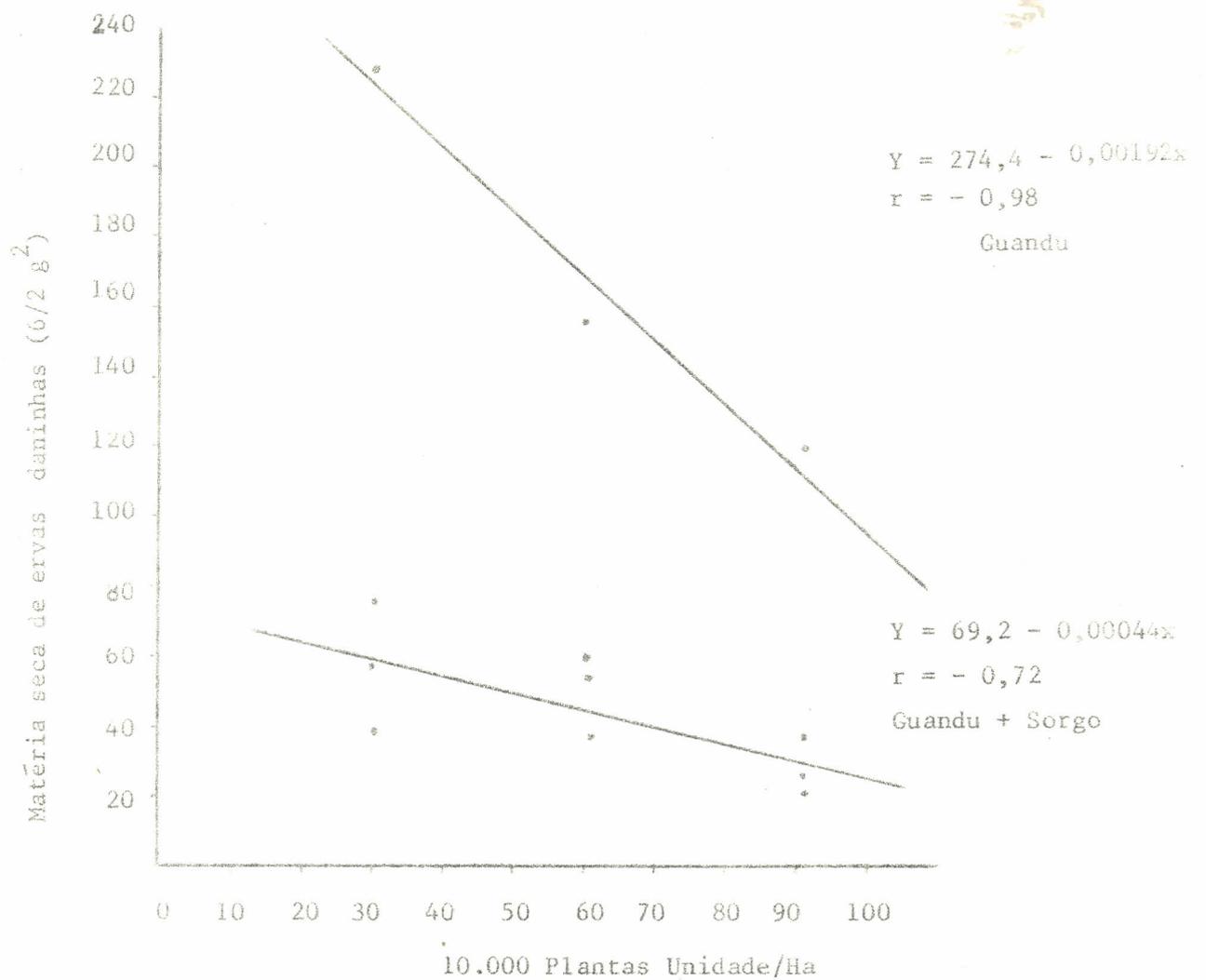


Fig. 2. Efeito de pressão populacional sobre o crescimento de ervas daninhas. (SHETTY, 1976).