

CULTURAS INTERCALARES DE MILHO (*Zea mays* L.) EM
REFLORESTAMENTOS DE *Pinus taeda* L. NO SUL DO PARANÁ*
(Intercropping of corn (*Zea mays* L.) with *Pinus taeda* L. planted stands located
in Southern Paraná, Brazil)

Henrique Geraldo Schreiner**
Amilton João Baggio***

RESUMO

Este trabalho foi planejado com o objetivo de se avaliar, na região dos Campos Gerais do Paraná, o rendimento de associações de *Pinus taeda* L. com milho (*Zea mays* L.), em função de três densidades populacionais desta cultura: 50 mil, 67 mil e 83 mil plantas/ha, dispostas, respectivamente, em duas, três e quatro linhas, entre as linhas do *Pinus* plantado no espaçamento de 3 x 2 m. O plantio do *Pinus* e o da primeira cultura de milho foram efetuados no ano agrícola 1981/82; duas novas culturas de milho foram plantadas em 1982 e em 1983. Até a terceira colheita do milho, não se registraram diferenças entre as sobrevivências do *Pinus* associado com duas, três e quatro linhas do cereal, nem entre estas e as da testemunha sem consórcio (média de 91,33%). Quanto à altura e ao diâmetro da espécie florestal, no entanto, os incrementos registrados no consórcio com quatro linhas de milho (3,65 m e 5,73 cm) foram menores que na testemunha sem consórcio (4,17 m e 6,92 cm), enquanto que nos consórcios com duas e três linhas, estes ficaram em posição intermediária. As produções de milho, no primeiro e no segundo ano, propiciaram, respectivamente, retornos sobre o capital investido nesta cultura, da ordem de 135 e 94%. Já no terceiro ano, quando o desenvolvimento do *Pinus* tornou-se suficiente para sombrear parcialmente a cultura agrícola, sua produção foi deficitária, embora em pequeno grau. A população de 50 mil plantas de milho por hectare, dispostas em duas linhas, entre as linhas do *Pinus*, mostrou-se a mais indicada para o sistema.

PALAVRAS-CHAVE: agrossilvicultura, sistemas agroflorestais, consórcio de culturas, *Pinus*, *Pinus taeda*, *Zea mays*, milho.

ABSTRACT

This study was designed to evaluate, in the region of Campos Gerais, Paraná, Brazil, the profitability of agroforest system, with *Pinus taeda* L. and corn (*Zea mays* L.) in accordance with three different planting rates: 50, 67 and 83 thousand plants/ha, disposed, respectively, into two, three and four lines, inside the lines of *Pinus* planted at 3 x 2 m spacing. The *Pinus* and the first corn crop were planted in spring 1981 and the corn was gathered in fall 1982; two further corn crops were developed in 1982/1983 and in 1983/1984. Up to the third corn harvest, differences were not found between the survival of *Pinus* associated with two, three and four corn lines, and in the control without association (total average 91,33%). The *Pinus*

* Trabalho realizado com recursos financeiros do FINEP.

** Eng. Agrônomo, M.Sc., Pesquisador da EMBRAPA — Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro-Sul - URPFCs.

*** Eng. Florestal, M.Sc., Pesquisador da EMBRAPA - Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro Sul - URPFCs.

height and diameter, however, intercropped with four corn lines (3,65 m and 5,73 cm) were significantly shorter than in the control (4,17 m and 6,92 cm) while in the associations with two and three corn lines they last in intermediate position. The corn yields, in the first and second years, had permitted returns over the invested capital, of 135 and 94%, respectively. But in the third year, when the *Pinus* development becomes sufficient to shade partially the grain crop, its economic result was negative, although in low degree. The corn stand of 50 thousand plants/ha, disposed in two lines, between the *Pinus* lines, appears the most indicated for the system.

KEY-WORDS: agroforestry, crop associations, *Pinus taeda*, corn, *Zea mays*.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de projetos agroflorestais no Sul do Brasil, em áreas hoje ocupadas apenas com florestas ou apenas com lavouras, constitui uma opção objetiva e relativamente simples para se aumentar, a um só tempo, a produção de madeira e de alimentos. Em termos de micro-economia, o empresário, com a receita propiciada pelo cultivo intercalar, pode atender, pelo menos, boa parte dos custos de implantação e manutenção inicial de sua floresta. Através de projeção de dados levantados pelo INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (1975/1980), pode-se estimar a área já reflorestada com *Pinus*, no Sul do Brasil, em cerca de 900 mil hectares, e a taxa de plantio, em cerca de 70 mil hectares/ano. A redução no custo de implantação dos novos povoamentos e a oferta adicional do produto agrícola, sem abertura de novas áreas, podem trazer estimável benefício para a economicidade do setor primário da região. A condução da cultura agrícola justificaria, por fim, a manutenção na empresa de um contingente adicional de mão-de-obra.

Apesar disso, e dos incentivos que já lhe foram oferecidos pelo INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL — IBDF, a agrossilvicultura tem sido pouco praticada, o que provavelmente se deve, em grande parte, à falta de informações seguras sobre a rentabilidade de projetos agroflorestais, bem como sobre tecnologias nele aplicáveis.

O objetivo deste estudo é determinar, dentre três densidades populacionais e espaçamentos, quais os que proporcionam maior rentabilidade para a cultura do milho, em combinação com plantios empresariais de *Pinus taeda*, sem prejuízo para o desenvolvimento desta essência florestal. Dentre as culturas agrícolas, o milho é particularmente interessante para a formação de sistemas silviagrícolas, ante a simplicidade de sua condução e seu melhor comportamento em face de adversidades climáticas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O emprego de culturas agrícolas em associação com espécies florestais vem sendo bem estudado na América Central, principalmente em Costa Rica, por iniciativa do Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE.

Assim, AGUIRRE (1977), em Turrialba, estudou o comportamento inicial de *Eucalyptus deglupta* Blume, associado com milho, em dois espaçamentos, com e sem adubação. Onze meses após a implantação, verificou que: a) o milho não afetou significativamente o desenvolvimento do eucalipto nos sistemas associados; b) a altura e o DAP (diâmetro à altura do peito) do eucalipto, nos consórcios adubados, foram maiores que nos não adubados e na testemunha sem consórcio; c) o diâmetro basal e o de copa foram iguais em presença e ausência de adubação, porém, nas

duas situações, foram maiores que na testemunha; e d) a produção de milho não foi afetada pela adubação. O autor conclui que, para condições semelhantes às de seu estudo, o plantio de *E. deglupta* em associação com milho diminui o custo de sua implantação de 55,7 a 66,0%, em comparação com seu plantio isoladamente.

MUNOZ (1975) comparou o desenvolvimento inicial do uruá (*Cordia alliodora* (Ruiz e Pav.) Oken) plantado a partir de pseudo-estacas ou de plantas completas, sem consórcio ou consorciado com milho, sem e com adubação. As principais conclusões, válidas para as condições do experimento, foram: a) em associação com milho, o emprego de pseudo-estacas, em comparação com o de plantas completas, possibilita melhor sobrevivência e maior crescimento do uruá, tanto em altura como em diâmetro; b) este crescimento não foi influenciado pela associação com milho nem pela adubação; c) a adubação não influi também na produção de biomassa e de grãos de milho; e d) os menores custos de implantação do uruá foram obtidos em sua associação com o milho não adubado e, em segundo lugar, na associação com milho adubado.

MAGNE (1979) estudou a sobrevivência e o crescimento de *Terminalia ivorensis* (A.) Chev., implantada a partir de mudas normais e de pseudo-estacas, em cultivo isolado e em associação com: a) milho (*Zea mays* L.) em rotação com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.); b) milho em rotação com caupi (*Vigna unguiculata* L.); e o milho em rotação com caupi, seguidos por milho e feijão. Dentre os resultados do trabalho, podem ser destacados os seguintes: a) a sobrevivência de *T. ivorensis*, plantada com pseudo-estacas, foi maior do que a da plantada com mudas; b) a presença dos cultivos agrícolas melhorou sensivelmente o crescimento em altura da espécie florestal; c) com respeito aos cultivos agrícolas, os melhores resultados foram obtidos nas parcelas em que *T. ivorensis* esteve associada com um só cultivo em cada rotação agrícola; e d) a associação com milho seguido de feijão foi o tratamento que proporcionou maior vantagem econômica.

No Brasil, apenas se encontrou registro de um trabalho sobre sistemas silviagrícolas com milho, realizado por GURGEL FILHO em solo de cerrado, em Santa Rita do Passa-Quatro (SP). Este pesquisador estudou a viabilidade do plantio de *Eucalyptus alba* Reinw. associado com milho, em função do emprego de uma, duas ou três linhas desta cultura, entre as linhas do eucalipto plantado no espaçamento de 3,0 x 1,5 m. Suas conclusões foram: apenas com o emprego de uma só linha de milho não haveria prejuízo sensível para o desenvolvimento do eucalipto; e foi satisfatória a rentabilidade propiciada pela produção de milho.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local.

O experimento foi realizado em área do Centro de Produção e Experimentação Fazenda Modelo, unidade do Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR, no município de Ponta Grossa (PR), latitude 25°06'S, longitude 50°03'W e altitude 900 m. O clima da região se enquadra na variedade Cfb de Köppen (temperado sem estação seca). Os solos são latossolos vermelho-escuros, de textura média. Análise procedida em amostras coletadas no local revelou os seguintes resultados: pH, aproximadamente 5,7; 2,5% de matéria orgânica; 0,2 meq./100 g de Al⁺⁺⁺ trocável; 2,7 meq./100 g de Ca⁺⁺ ÷ Mg⁺⁺; 1,0 ppm e P assimilável; e 67 ppm de K⁺ trocável.

3.2. Tratamentos.

Em consórcio com *Pinus taeda*, plantado no espaçamento de 3 x 2 m, foram testados os seguintes tratamentos, relacionados com a população e espaçamento do milho:

- T₀ - *Pinus taeda* sem consórcio (testemunha);
- T₁ - milho plantado em duas linhas, entre as linhas do *Pinus*, em espaçamento de 1 m, com cinco plantas por metro linear (população de 50 mil plantas por hectare de milho);
- T₂ - milho plantado em três linhas, entre as linhas do *Pinus*, em espaçamento de 75 cm, com cinco plantas por metro linear (população aproximada de 67 mil plantas por hectare de milho); e
- T₃ - milho plantado em quatro linhas, entre as linhas do *Pinus*, em espaçamento de 60 cm, com cinco plantas por metro linear (população aproximada de 83 mil plantas por hectare de milho).

3.3. Delineamento experimental.

Adotou-se delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco repetições para cada tratamento.

3.4. Características das parcelas.

A distribuição das plantas, em cada tratamento, pode ser visualizada na Figura 1 (apêndice), onde é apresentado esquematicamente um dos blocos do experimento.

Cada parcela foi constituída por 15 plantas de *Pinus*, dispostas em três linhas, com cinco plantas cada. O milho foi plantado nas duas taxas situadas entre estas linhas, medindo cada uma 3 x 10 m, o que perfaz uma área disponível, para o milho, de 60 m². No tratamento T₁, por conseguinte, ficaram dispostas quatro linhas de milho por parcela; no tratamento T₂, seis linhas; e no tratamento T₃, oito linhas. A área ocupada só pelo milho, em cada parcela, foi de 40 m² no tratamento T₁; de 45 m² no tratamento T₂; e de 48 m² no tratamento T₃; estas áreas correspondem, respectivamente, a 67%, 75% e 80% do total disponível na parcela, de 60 m².

O esquema das bordaduras foi o seguinte: a) entre os blocos, e nas cabeceiras externas dos mesmos, foi plantada uma linha adicional de *Pinus*, estendendo-se até a mesma as fileiras de milho; e b) entre as parcelas ficou uma faixa livre, com 3 m de largura, a qual foi preenchida com bordaduras de milho: uma linha de cada lado para o tratamento T₁ e duas de cada lado para os tratamentos T₂ e T₃. Bordaduras também foram plantadas nas faces laterais externas de cada bloco.

A área útil do experimento foi de 1.200 m², e a total de, aproximadamente, 2.000 m².

3.5. Mudas de *Pinus* e híbrido de milho.

As mudas de *Pinus taeda* foram adquiridas em empresa especializada de Curitiba (PR), selecionadas quanto ao vigor e com desenvolvimento tão homogêneo quanto possível. O híbrido de milho utilizado foi o Cargill 511.

3.6. Plantio, adubação e defesa sanitária.

Para o plantio do *Pinus* e da primeira cultura de milho, utilizou-se preparo convencional do solo (uma aração e duas gradagens); para os demais plantios de milho, o preparo foi superficial com o emprego de grade niveladora.

O plantio do *Pinus* foi feito em covas, e não se empregaram fertilizantes. A adubação e a semeadura do milho foram feitas em sulcos, manualmente, procurando-se simular o trabalho das semeadeiras de linhas. O controle de invasoras se fez com capinas, semi-mecanizadas e manuais.

O adubo aplicado no plantio da primeira cultura de milho foi uma fórmula 10-30-10, à razão de 250 kg/ha; em cobertura, foram aplicados mais 45 kg/N/ha, na forma de sulfato de amônio. Na segunda e na terceira cultura, utilizou-se cerca de 80% destas doses.

Quanto ao controle fitossanitário, foi feito, apenas no primeiro ano, um tratamento preventivo contra lagartas do solo, com aldrin 5%, à razão de 15 kg de produto comercial por hectare (o produto comercial contém 5% do ingrediente ativo, hexacloro-hexahidroendo-exodimetanonaftaleno). A aplicação foi feita nos sulcos de plantio, juntamente com o adubo.

As operações relacionadas com o plantio e condução do milho foram executadas de acordo com as prescrições estabelecidas a época, pelos órgãos de pesquisa e assistência técnica, para seu cultivo isolado. Para tanto, recorreu-se, principalmente, ao MANUAL AGROPECUÁRIO PARA O PARANÁ e à circular O MILHO NO PARANÁ (FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 1978, 1982). Cumpre registrar, no entanto, que estas indicações podem ser alteradas no decorrer do tempo, em consequência de avanços alcançados pela pesquisa neste campo.

3.7. Medições.

Em relação ao *Pinus*, foram medidas sua sobrevivência e sua altura a cada colheita do milho. Também foi medido seu diâmetro, porém apenas depois da terceira colheita do cereal. Para se avaliar a produção do milho, foi considerado o peso de grãos obtidos na área útil de cada parcela.

3.8. Rentabilidade do sistema.

A apropriação dos custos do milho foi feita com base nos dados de planilhas elaboradas anualmente pela Secretaria da Agricultura (PARANÁ 1982/83/84), para culturas exclusivas do cereal, com tecnologia adequada à produção mínima de 3.500 kg de grãos por hectare, a qual foi também a adotada neste experimento. A estimativa da receita se fez igualmente com base nos valores médios de venda fornecidos por aquela fonte. Tanto os dados de custo, como os de ingresso, foram ajustados para as áreas efetivamente ocupadas pelo milho em 1 hectare de consórcio.

3.9. Datas de implantação e colheitas.

Os plantios do *Pinus* e da primeira cultura de milho foram efetuados em novembro de 1981, e o milho foi colhido em abril de 1982; a segunda cultura de

milho foi plantada em fins de outubro de 1982 e colhida em maio de 1983; e a terceira foi plantada em princípios de novembro de 1983 e colhida em abril de 1984.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Sobrevivência das plantas de *Pinus*.

Os resultados referentes à sobrevivência do *Pinus*, em abril de 1982, maio de 1983 e abril de 1984, ou seja, 6, 18 e 29 meses após a implantação do sistema, são mostrados na Tabela 1.

TABELA 1. Sobrevivência das plantas de *Pinus*, 6, 18 e 29 meses após a implantação do sistema.
(*Pinus* survival, 6, 18 and 29 months after the planting of system).

Alternativas de consórcio (Intercropping alternatives)	Sobrevivência – % (Survival – %)		
	6 meses (6 months)	18 meses (18 months)	29 meses (29 months)
Sem consórcio (testemunha) (Without association-control)	96,00 a	94,66 a	94,66 a
Com duas linhas de milho (With two lines corn)	93,33 a	90,66 a	90,66 a
Com três linhas de milho (With three lines corn)	93,33 a	92,00 a	90,66 a
Com quatro linhas de milho (With four lines corn)	93,33 a	89,33 a	89,33 a

Médias marcadas com as mesmas letras, em cada medição, não são estatisticamente diferentes, pelo teste de Tukey, $\alpha = 0,05$.
(Means assigned with the same letter, in each measurement, are not statistically different, by Tukey test, at 5% level).

Até aos 29 meses, não se registraram diferenças significativas entre as médias de sobrevivência do *Pinus*, em função das alternativas estudadas. Nota-se, no entanto, que há uma tendência a sua diminuição em consórcio com milho. Esta diminuição pode ser decorrente de danos inflingidos às plantinhas de *Pinus* durante a execução dos tratamentos culturais e colheita do milho. Já no *Pinus* sem consórcio, a execução de limpezas é muito mais fácil e menos suscetível de ocasionar danos.

4.2. Altura e diâmetro das plantas de *Pinus*.

A altura do *Pinus*, nos quatro tratamentos, aos 6, 18 e 29 meses depois da implantação, é mostrada na Tabela 2.

TABELA 2. Altura das plantas de *Pinus*, 6, 18 e 29 meses após a implantação do sistema.
(*Pinus* height, 6, 18 and 29 months after implanting the system).

Alternativas de consórcio (Intercropping alternatives)	Altura das plantas – cm (Plants height – cm)		
	6 meses (6 months)	18 meses (18 months)	29 meses. (29 months)
Sem consórcio (testemunha) (Without association-control)	32,4 a	207,8 a	417,0 a
Com duas linhas de milho (With two lines corn)	31,0 a	192,8 ab	404,0 ab
Com três linhas de milho (With three lines corn)	28,0 a	177,8 ab	379,0 ab
Com quatro linhas de milho (With four lines corn)	27,0 a	174,0 b	365,0 b

Médias marcadas com letras diferentes, em cada medição, são significativamente diferentes, pelo teste de Tukey, $\alpha = 0,05$.
(Means assigned with different letters, in each measurement, are significantly different, by Tukey test, at 5% level).

Até 6 meses depois da implantação (quando colhida a primeira cultura de milho), a altura do *Pinus* não chegou a ser significativamente afetada pelos consórcios. Todavia, aos 18, como aos 29 meses, no consórcio com quatro linhas de milho, a altura do *Pinus* foi significativamente menor que na testemunha, enquanto que com duas e três linhas ficou em posição intermediária.

Quanto ao diâmetro das plantas de *Pinus*, só foi medido após a colheita da terceira cultura de milho, ou seja, 29 meses após a implantação do sistema. Os resultados obtidos nesta medição figuram na Tabela 3.

TABELA 3. Diâmetro das plantas de *Pinus*, 29 meses após a implantação do sistema.
(*Pinus* diameter, 29 months after implanting the system).

Alternativas de consórcio (Intercropping alternatives)	Diâmetro das plantas – cm 29 meses após o plantio (Plants diameter – cm) (29 months after planting)
Sem consórcio (testemunha) (Without association - control)	6,92 a
Com duas linhas de milho (With two lines corn)	6,54 ab
Com três linhas de milho (With three lines corn)	6,07 ab
Com quatro linhas de milho (With four lines corn)	5,73 b

Médias marcadas com letras diferentes são significativamente diferentes, pelo teste de Tukey, $\alpha = 0,05$.
(Means assigned with different letters are significantly different, by Tukey test, at 5% level).

Tal qual ocorreu com a altura, no consórcio com quatro linhas de milho, o diâmetro do *Pinus* foi significativamente menor que na testemunha, enquanto que com duas e três linhas ficou em posição intermediária.

O consórcio, portanto, tende a reduzir a taxa de crescimento do *Pinus*, tanto em altura como em diâmetro, em grau tanto maior quanto maior a população utilizada de milho. Esta redução poderia ser atribuída à competição oferecida ao *Pinus* pelo milho, em relação a água, nutrientes e luz.

Quanto ao fator água, a distribuição das chuvas, no primeiro ano, foi muito boa, e no terceiro de razoável a boa, enquanto que no segundo chegou a ser excessiva.

Em relação a nutrientes, deve ser lembrado que o milho foi adubado, nos sulcos de plantio, com doses satisfatórias dos mesmos. É verdade que o excesso de chuvas, no ano agrícola 1982/83, e conseqüente percolação de nutrientes, podia ter motivado certo grau de competição. Todavia, não é de se esperar que este fato tenha marcado, de forma relevante, a redução na taxa de crescimento do *Pinus*, que já podia ser entrevista no primeiro ano de desenvolvimento do consórcio. Em contrapartida, a espécie florestal poderia até beneficiar-se de uma disponibilidade adicional de nutrientes, se prejudicado seu aproveitamento pelo milho, em decorrência de eventual adversidade.

Assim, pois, tudo indica que a competição por luz foi a principal causa da redução na taxa de crescimento do *Pinus*. Aliás, a não adaptação do *Pinus taeda* ao sombreamento, em sua fase juvenil, é fato bem documentado (FOWELLS, 1965).

Outro particular a discutir seria a possibilidade de se atenuar o prejuízo para o *Pinus*, com o emprego de híbridos de milho mais precoces e de hábito de

crescimento menos agressivo que o do utilizado neste trabalho. Todavia, dentre os híbridos recomendados para o Paraná, ele figura entre os mais precoces e de menor porte (Instituto Agronômico do Paraná, 1982), razão pela qual não são de se esperar, em nosso caso, resultados diferenciais decorrentes destas características. Cabe ponderar, por fim, que eventuais vantagens, quanto à precocidade e hábito de crescimento do milho, ficariam anuladas se implicassem também numa queda em sua produtividade.

GURGEL FILHO (1962) verificou um decréscimo linear no incremento em altura e diâmetro de *Eucalyptus alba*, à medida em que aumentava a população de milho plantada, apenas durante 1 ano, entre suas linhas. No consórcio com uma só linha de milho, a diminuição verificada, na altura do eucalipto, dezoito meses depois do plantio, foi da ordem de 8%; com duas linhas de milho, 17%; e com três linhas, 27%. Em relação ao diâmetro, medido 30 meses após a implantação, as reduções foram: com uma linha, 5%; com duas linhas, 13%; e com três linhas, 21%. O autor conclui que, apesar da pequena redução na taxa de crescimento do eucalipto, a associação com uma só linha de milho traz vantagem para o empresário, diante do retorno financeiro propiciado pela cultura agrícola.

Em nosso experimento, as reduções verificadas no incremento em altura do *Pinus*, aos dezoito meses, com duas, três e quatro linhas de milho, foram respectivamente, de 7%, 15% e 20%. Aos 29 meses, quando o *Pinus* já alcançara porte suficiente para vencer a competição por luz, e possivelmente também por nutrientes, aquelas reduções foram, respectivamente, de 3, 10 e 13%. As reduções no incremento em diâmetro, neste mesmo prazo, foram: com duas linhas de milho, 4,5%; com três linhas, 12%; e com quatro linhas, 17%.

Assim, pois, o prejuízo causado pelo consórcio com duas linhas de milho pode ser praticamente considerado como negligenciável.

4.3. Produção de milho.

A produção de milho, por hectare de consórcio, em função dos tratamentos estudados, nos três anos de cultivo, é mostrada na Tabela 4.

TABELA 4. Produção de milho, por ha de consórcio, em 1982, 1983 e 1984, com as três densidades populacionais testadas. (Corn yields per ha of association, in 1982, 1983 and 1984, with the three population densities).

Densidades populacionais (Population densities)	Produção – kg/ha de consórcio (Production – kg/ha of association)		
	abril - 1982 (April - 1982)	maio - 1983 (May - 1983)	abril - 1984 (April - 1984)
50.000 plantas – 2 linhas (50.000 plants – 2 lines)	4.826 a	3.836 a	1.888 a
67.000 plantas – 3 linhas (67.000 plants – 3 lines)	5.934 ab	4.402 a	2.659 ab
83.000 plantas – 4 linhas (83.000 plants – 4 lines)	6.680 b	5.368 a	3.622 b

Médias marcadas com letras diferentes, em cada medição, são significativamente diferentes, pelo teste de Tukey, $\alpha = 0,05$.
(Means assigned with different letters in each measurement are different by Tukey test, at 5% level).

No primeiro e no terceiro anos, a produção por hectare de consórcio, com quatro linhas de milho, foi significativamente maior que a obtida com duas linhas, enquanto que a obtida com três linhas ficou em posição intermediária. Já no segundo ano, as diferenças entre as produções obtidas com as três densidades populacionais não foram significantes.

Conforme foi visto no subitem 3.4, em 1 hectare de consórcio, a área ocupada só pelo milho, quando distribuído em duas linhas, é de 0,67 ha; quando em três linhas, de 0,75 ha; e quando em quatro linhas, de 0,80 ha. As produções por hectare coberto só com a cultura agrícola são, naturalmente, maiores que as obtidas por hectare de consórcio. Ao mesmo tempo, atenuam-se ou tendem a atenuar-se as diferenças entre os resultados oferecidos pelas três densidades populacionais, conforme se pode ver na Tabela 5.

Apenas no terceiro ano ocorreram diferenças significativas, entre as produções obtidas com as densidades populacionais de 50.000 e 83.000 plantas por hectare.

TABELA 5. Produção de milho, por hectare ocupado só com esta cultura, em 1982, 1983 e 1984, nas três densidades populacionais testadas.
(Corn yields, per hectare occupied only with this crop, in 1982, 1983 and 1984, in the three population densities).

Densidades populacionais (Population densities)	Produção – kg/ha de milho (Production – kg/ha of corn)		
	abril - 1982 (April - 1982)	maio - 1983 (May - 1983)	abril - 1984 (April - 1984)
50.000 plantas – 2 linhas (50.000 plants – 2 lines)	7.239 a	5.750 a	2.817 a
67.000 plantas – 3 linhas (67.000 plants – 3 lines)	7.912 a	5.867 a	3.545 ab
83.000 plantas – 4 linhas (83.000 plants – 4 lines)	8.350 a	6.708 a	4.528 b

Médias marcadas com letras diferentes, em cada medição, são significativamente diferentes, pelo teste de Tukey, $\alpha = 0,05$.

(Means assigned with different letters in each measurement are significantly different, by Tukey test, at 5% level).

Conforme se pode ver, as produções oferecidas pelo milho, em 1984, foram acentuadamente menores que nos anos anteriores. Esta queda dificilmente poderia ser atribuída a condições climáticas, uma vez que estas foram razoavelmente satisfatórias naquele período; ademais, culturas isoladas de milho, normalmente feitas no mesmo local pelo IAPAR, com densidades populacionais um pouco maiores que a de 50 mil plantas/ha, e até mesmo sem o emprego de nitrogênio em cobertura, ofereceram produções próximas de 5.000 kg/ha (LESSKIU 1984). Assim, pois, este prejuízo deve ter tido como causa o sombreamento imposto pelo *Pinus*, que, na ocasião, já alcançava altura próxima dos 4 m, com pronunciado crescimento em suas ramificações. Aliás, sabe-se que o milho está incluído entre as plantas que apresentam a maior taxa fotossintética nas condições de luminosidade máxima (LEOPOLD & KRIEDEMANN 1975). Em consequência de seu efeito sobre a fotossíntese, o sombreamento faria reduzir também a produção de açúcares e sua translocação para os grãos, onde se armazenam sob a forma de amido.

4.4. Rentabilidade do sistema.

Conforme foi visto no subitem 4.2., o consórcio do *Pinus* com quatro linhas de milho prejudica acentuadamente o crescimento da espécie florestal. Por outro lado, não se registraram diferenças sensíveis entre as produções de milho obtidas com o emprego de duas ou três linhas desta cultura. Por isto, apenas o consórcio com duas linhas foi levado em conta ao se avaliar a rentabilidade do sistema.

Na Tabela 6, é apresentada uma estimativa dos custos variáveis, bem como

das receitas proporcionáveis pela cultura agrícola em 1 hectare de consórcio. Os dados constantes das planilhas da Secretaria da Agricultura são aplicáveis a 1 ha da cultura solteira. Como o milho plantado em duas linhas, entre as linhas do **Pinus**, ocupa somente 67% da área total do consórcio (subitem 4.2.), estes dados foram ajustados para 0,67 ha daquela cultura.

O emprego das planilhas oficiais de custo, em lugar de apropriações feitas no experimento, permite maior segurança e abrangência das conclusões obtidas quanto à rentabilidade do sistema, embora com algum sacrifício de sua precisão. Todos os encargos previsíveis no desenvolvimento da cultura, ainda que eventualmente se tornem dispensáveis, são levados em conta naqueles documentos. Também o cálculo de seus quantitativos se faz com base em exigências maiores, ou mais comuns, como é o caso de corretivos e adubos, cuja previsão é fixada para solos ácidos e de baixa fertilidade. Sob condições mais favoráveis, naturalmente, estes encargos seriam menores. Em nosso experimento, por exemplo, não houve necessidade de se corrigir a acidez, o que, entretanto, não é uma situação comum.

Outros particulares devem ser discutidos, quanto à aplicação das planilhas oficiais de custo em nosso trabalho. Um deles é o relacionado com o plantio e a colheita do milho. Nas planilhas, está pressuposta a mecanização destas suas operações. Com referência ao plantio mecanizado, não haveria dificuldade em adotá-lo também nos consórcios agroflorestais, uma vez que estão disponíveis, no comércio, equipamentos com largura adequada para o trabalho. A colheita, no entanto, dificilmente poderia ser mecanizada, com o espaçamento de apenas 3 m entre as linhas da planta florestal. Ademais, mesmo para culturas de razoável extensão, a colheita manual das espigas tem se mostrado mais vantajosa que a mecânica. Por isso, foi adotado o seu valor em nossa estimativa de custos.

TABELA 6. Custos variáveis e receitas brutas estimados para 1 hectare de consórcio com duas linhas de milho (sendo de 0,67 ha a área ocupada só pelo milho)
(Variable costs and gross incomes estimated for 1 hectare of association with two lines corn (being 0.67 ha of area occupied only with corn)).

Custos e receitas (Costs and incomes)	1ª cultura (1st crop) 1981/1982 Cr\$	2ª cultura (2nd crop) 1982/1983 Cr\$	3ª cultura (3rd crop) 1983/1984 Cr\$
Custos (Costs)			
Preparo do solo (aração, gradagem, terraceamento e calagem) (Soil tilling-plowing-disking, terracing and lime amendment)	4.189,40	10.034,20	18.777,70
Plantio (adubos, sementes, herbicidas e operação) (Planting – fertilizers, seeds, herbicides and operation)	11.001,60	29.178,00	77.693,40
Tratos culturais (capinas e aplicação de defensivos) (Tillage – weeding and pesticide applications)	4.510,90	5.824,00	13.416,30
Colheita (quebra manual e trilha mecânica) (Harvest – manual ears gathering and mechanical threshing)	7.567,60	14.171,60	25.937,00
Outras despesas (principalmente transportes) (Other costs – mainly – transportation)	1.860,10	3.660,50	17.758,30
TOTAL (Total)	29.129,60	62.868,30	153.582,70
Receita bruta – com base nos valores médios de venda: por kg: Cr\$ 20,00, em 1982; Cr\$ 55,00, em 1983; e Cr\$ 142,00, em 1984.			
(Gross income – based on average market price: per kg: Cr\$ 20,00 in 1982, Cr\$ 55,00 in 1983, and Cr\$ 142,00 in 1984)			
	96.520,00	210.980,00	268.096,00

Os encargos relativos ao controle de invasores foram fixados pressupondo-se o emprego de herbicidas em sua execução. Embora não utilizado no experimento, este procedimento pode também ser estendido à prática dos sistemas agroflorestais, desde que assegurada a seletividade do produto.

Convém registrar que o emprego de mão-de-obra, em vez de maquinário e produtos químicos, na condução da cultura agrícola, não representa, em média, alteração sensível para seu custo. Pode mesmo ser vantajoso para o empresário,

desde que a sua programação de pessoal assim o permita. Também devem ser considerados os benefícios de ordem sócio-econômica que esta opção pode proporcionar, garantindo frente mais ampla de trabalho no setor.

As margens brutas oferecidas pelo milho, estimadas em cruzeiro, em Obrigações Reajustáveis do Tesouro Nacional (ORTN) e em porcentagem de retorno do capital investido, são mostradas na Tabela 7.

Para a conversão de cruzeiros em ORTNs, nos custos de preparo do solo, tratos culturais e outros de menor expressão, tomou-se como base o valor daqueles títulos em outubro de 1981 (Cr\$ 1.239,39), outubro de 1982 (Cr\$ 2.398,55) e outubro de 1983 (Cr\$ 5.897,49); para os custos de colheita, seus valores em abril de 1982 (Cr\$ 1.683,14), abril de 1983 (Cr\$ 3.588,63) e abril de 1984 (Cr\$ 10.235,07). Para as receitas, foram utilizados os valores de junho de 1982 (Cr\$ 1.873,37), junho de 1983 (Cr\$ 4.224,54) e junho de 1984 (Cr\$ 12.137,98).

Convém notar que a produção obtida no experimento, em 1981/1982, foi bastante elevada, o que se deve, principalmente, às características do solo utilizado, às condições climáticas muito favoráveis durante o ciclo da cultura e aos cuidados cumpridos em sua execução. Produções deste nível não são raras no Paraná, entre os agricultores atualizados com a tecnologia recomendada para a cultura e com as normas de manutenção da fertilidade de seus solos.

TABELA 7. Estimativa da margem bruta de renda, para 1 hectare de consórcio com duas linhas de milho, em cruzeiros, ORTNs e porcentagem de retorno sobre o capital investido.
(Estimative gross profit per hectare of association with two lines corn, in cruzeiros, ORTNs and return in percentage over invested capital).

Anos e componentes (Years and components)	cruzeiros (cruzeiros)	ORTNs (ORTNs)	% de retorno sobre capital investido (return in % over invested capital)
1981/1982			
Receita (Income)	96.520,00	51,52	
Custo (Cost)	<u>29.129,60</u>	<u>21,90</u>	
Margem bruta (Gross profit)	67.390,40	29,42	135
1982/1983			
Receita (Income)	210.980,00	49,94	
Custo (Cost)	<u>62.868,30</u>	<u>24,25</u>	
Margem bruta (Gross profit)	148.111,70	25,69	94
1983/1984			
Receita (Income)	268.096,00	22,08	
Custo (Cost)	<u>153.582,70</u>	<u>24,17</u>	
Margem bruta (Gross profit)	114.513,30	- 2,09	- 09

Deve ser notado, no entanto, que a atividade florestal se desenvolve habitualmente em terras de qualidade inferior, onde uma produção equivalente seria extremamente difícil. Já um rendimento, para o milho solteiro, em torno de 5.000 kg/ha (como o do segundo ano) pode ser normalmente obtido, desde que cumpridas as prescrições técnicas estabelecidas para a condução da cultura. Desta forma, o retorno alcançável com o milho pode ser fixado em pelo menos 20 ORTN/ha/ano.

Além disto, os custos de implantação e manutenção inicial do povoamento florestal (excluída a construção de estradas), estimados em 45 ORTN, sofrem redução, uma vez que parte do custo destas operações (entre 5 e 10 ORTN/ha) pode ser debitada à cultura agrícola.

Assim, pois, os benefícios proporcionados pelo milho alcançariam um total de pelo menos 25 ORTN/ha.ano, suficiente, em dois anos de cultivo, para cobrir os encargos já referidos com o *Pinus*, deixando ainda uma pequena margem para o empresário florestal.

Quanto à prorrogação do sistema por mais um ano, com o plantio de uma terceira cultura de milho, os resultados obtidos não lhe foram favoráveis. Em consequência do sombreamento já imposto pelo *Pinus*, a cultura agrícola foi prejudicada a ponto de tornar-se deficitária, ainda que em pequeno grau. Por outro lado, já no terceiro ano, seria mínima sua participação no atendimento aos custos de manutenção do povoamento florestal.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Diante das informações colhidas no trabalho, podem ser apresentadas as seguintes conclusões:

a) o emprego de culturas intercalares de milho, em plantios de *Pinus taeda*, em espaçamento de 3 x 2 m, pelo prazo de até dois anos, proporciona ao empresário florestal retornos suficientes para custear o total ou grande parte dos encargos de implantação e manutenção inicial de seus povoamentos;

b) a manutenção do sistema por mais um ano não é recomendável, porque o sombreamento já imposto pelo *Pinus* tende a prejudicar a cultura agrícola, a ponto de torná-la deficitária, ainda que em pequeno grau;

c) o milho deve ser plantado, entre as linhas do *Pinus*, em duas linhas espaçadas de 1 m, com a densidade populacional de cinco plantas por metro linear (correspondente a 50 mil plantas/ha);

d) no plantio e condução desta cultura, devem ser observadas as prescrições estabelecidas pela pesquisa e assistência técnica para seu cultivo isolado, quanto à escolha de híbridos ou variedades, época de plantio, preparo, correção e adubação do solo, controle de invasores, pragas e doenças;

e) o emprego do milho por dois anos consecutivos pode causar ligeiro prejuízo para o desenvolvimento da planta florestal, sendo recomendável atenção no sentido de evitar-lhe danos durante a execução dos tratamentos culturais e colheita.

AGRADECIMENTOS

Registramos agradecimentos:

— Ao Eng^o Agrônomo Norberto Anacleto Ortigara, do Departamento de Economia Rural, da Secretaria da Agricultura do Paraná, pelo auxílio que nos prestou na avaliação da rentabilidade do sistema estudado neste trabalho;

— ao Dr. Carlos Lesskiu, chefe do Centro de Produção e Experimentação Fazenda Modelo, do IAPAR, Ponta Grossa, pelo zelo e interesse que dispensou à manutenção deste experimento.

6. REFERÊNCIAS

AGUIRRE CASTILLO, C. **Comportamiento inicial de *Eucalyptus deglupta* Blume, asociado con maíz (sistema "Taungya") en dos espaciamentos con y sin fertilización.** Turrialba, UCR/CATIE, 1977. 130p. Tese Mestrado.

FOWELLS, H.A. Loblolly pine (*Pinus taeda* L.). In: _____ **Silvics of forest trees of the United States.** Washington, U.S. Department of Agriculture. Forest Service, 1965 (Agricultural Handbook, 271). p.360-72.

FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, Londrina, PR. **Manual agropecuário para o Paraná.** Londrina, 1978. 742p.

- FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Londrina, PR. **O milho no Paraná**. Londrina, 1982. 177p. (Circular IAPAR, 29).
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, Rio de Janeiro, RJ. **Silvicultura**. 1975-1980.
- GURGEL FILHO, O.A. Plantio de milho consorciado com eucalipto. **Silvicultura em São Paulo**, 1(1):85-102, 1962.
- LEOPOLD, A.C. & KRIEDEMANN, P.E. Photosynthesis. In: _____. **Plant growth and development**. New York, McGraw-Hill, 1975. p.4-70.
- MAGNE OJEDA, J. **Comportamiento de *Terminalia ivorensis* A. Chev. en su fase de establecimiento, asociada con maíz, caupi y frijol, utilizando pseudoestaca y planton en el transplante**. Turrialba, UCR/CATIE, 1979. 90p. Tese Mestrado.
- MUÑOZ ALDEAN, M. **Comportamiento inicial del laurel *Cordia alliodora* (Ruíz y Pav.) Oken plantado en asocio con maíz (*Zea mays*) bajo dos niveles de fertilización**. Turrialba, UCR/CATIE, 1975. 78p. Tese Mestrado.
- PARANÁ. Secretaria da Agricultura. Departamento de Economia Rural. **Estimativa do custo de produção da principais culturas do Paraná**. Curitiba, 1982/1984.

APÊNDICE

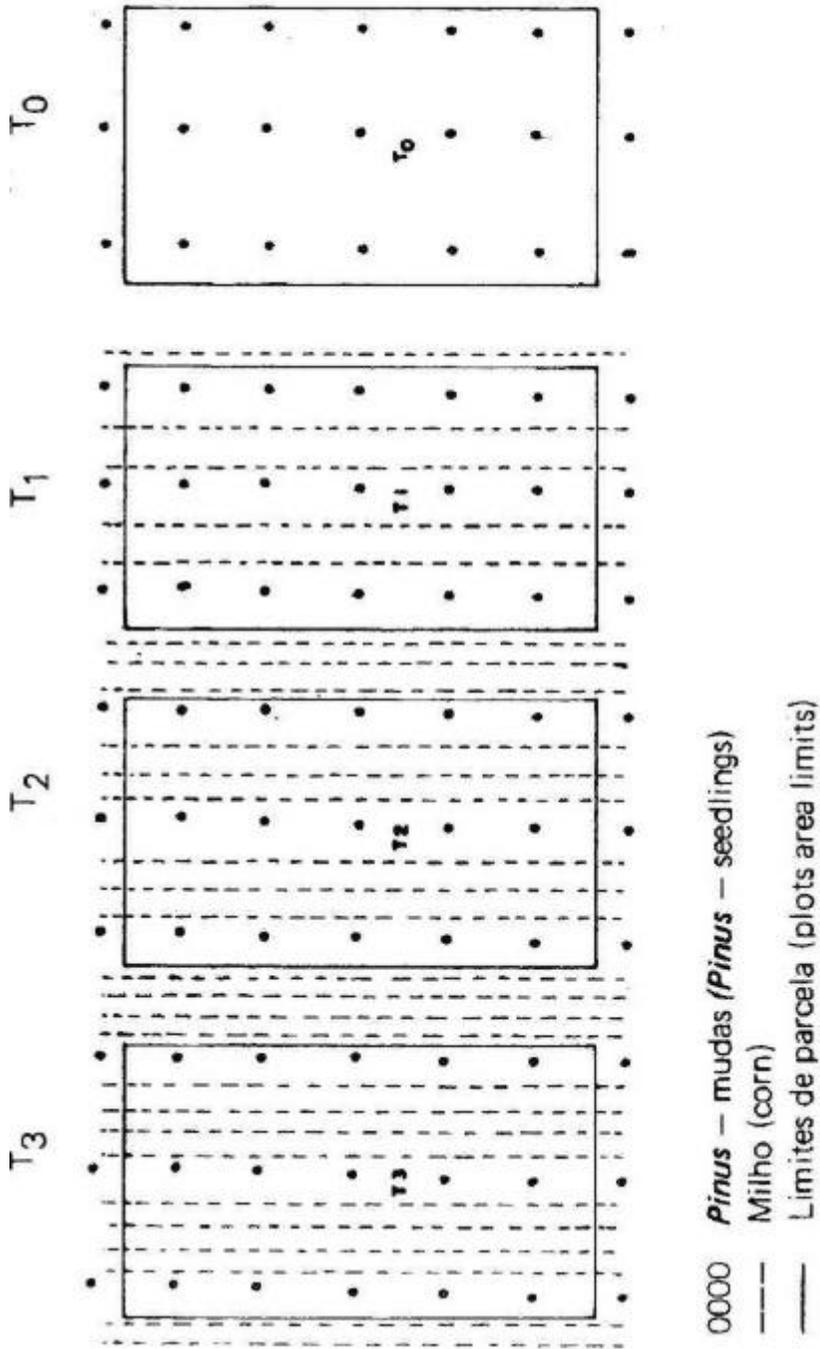


FIGURA 1. Croqui de um bloco.
 (Layout of a block).