

VII SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ

26 A 28 DE OUTUBRO DE 1992

ANAIS



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte
Ministério da Agricultura e do Abastecimento**

Teresina, PI

1997

Embrapa/CPAMN. Documentos, 12

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa/CPAMN

Av. Duque de Caxias, 5650

Telefone (086) 225 1141

Telex (086) 2337

Caixa Postal 01

Fax (086) 225 1142

Tiragem: 200 exemplares

SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 7., 1992, Teresina. Anais. Teresina: EMBRAPA-CPAMN, 1997. 301p. (Embrapa-CPAMN. Documentos, 12)

1. Agropecuária - Pesquisa - Resultado. I. EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte (Teresina, PI). II - Título. III. Série

CDD 630.72

© Embrapa 1997

FENOLOGIA, PRODUÇÃO DE FITOMASSA E SEMENTES DE LEGUMINOSAS PARA ADUBAÇÃO VERDE EM SOLOS DE TABULEIRO COSTEIRO I- EFEITO DOS RESÍDUOS VEGETAIS SOBRE A PRODUÇÃO DE MILHO

LUIZ FERNANDO GARCIA¹

RESUMO - Avaliaram-se a fenologia e as produtividades de fitomassa e sementes de 12 espécies de leguminosas durante o período de um ano. Este trabalho foi conduzido no campo sob irrigação, num delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições. Algumas espécies demonstraram precocidade no ciclo vegetativo, quando se compara o seu cultivo em outra região do Brasil. As espécies que mais produziram massa seca, aos 100 dias do plantio, foram o guandu, labe-labe, feijão-de-porco e mucuna-cinza. As que menos produziram foram a mucuna-anã, tefrósia e leucena. O labe-labe, embora tenha se destacado na produção de fitomassa, apresentou baixa produção de sementes, o que coloca em discussão o seu emprego como adubo verde nas condições locais. Também é discutido o efeito dos resíduos das leguminosas após um ano de cultivo, sobre a disponibilidade de nutrientes e produtividade do milho. As maiores produtividades de grãos foram alcançadas com o plantio do milho entre as faixas da cultura da leucena.

INTRODUÇÃO

Os solos de tabuleiro costeiro são arenosos, pobres em matéria orgânica e elementos essenciais, sujeitos à erosão, ervas daninhas, nematóides, doenças e lixiviação de alguns nutrientes. Segundo Derpsch et al. (1990), a utilização agrícola economicamente viável de muitos solos arenosos em várias partes do mundo, tornou-se possível somente após a introdução da adubação verde.

O emprego de leguminosas para adubação verde e cobertura do solo, em virtude de suas múltiplas utilidades, é uma das ferramentas vitais para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável. Essas plantas podem aumentar o teor de matéria orgânica e a retenção de umidade do solo (Janzen & Schaalje, 1992; Griffith et al. 1986), fixar o nitrogênio atmosférico e reduzir a contaminação dos aquíferos por nitratos (Bohloul et al. 1992), reciclar nutrientes como N, P e K (Atallah & Lopez-Real, 1991), melhorar a estrutura do solo (Latif et al. 1992), controlar doenças (Osunlaja, 1990), nematóides e ervas daninhas, fornecer lenha, alimentos (Calegari et al. 1992) e medicamentos (García, 1991a).

¹ Eng. Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio Norte (CPAMN-UEP/Parnaíba), Caixa Postal 341, CEP 64.200- 970 Parnaíba, PI.

Embora Duque (1951) e Haynes (1970) já mencionassem a importância das leguminosas como adubo verde na proteção e restauração da fertilidade dos solos do polígono das secas e dos tabuleiros costeiros, respectivamente, até o momento são poucos os trabalhos de pesquisa realizados com essas plantas na região Nordeste do Brasil.

É importante que cada região defina qual a leguminosa e a tecnologia a ser utilizada. Segundo Alexander (1977), a quantidade de nitrogênio fixado pelas leguminosas é função das espécies e das condições de solo e clima. Schaaffhausen (1963) observou que o florescimento de algumas variedades de labe-labe não dependem da temperatura, mas são influenciadas pelo fotoperíodo. O clima controla o desenvolvimento vegetal e a atividade microbiana determinando os níveis de matéria orgânica no solo (Stevenson, 1986). Altas temperaturas e umidade, levam, com o preparo intensivo do solo, a uma degradação acelerada da matéria orgânica (Derpsch et al. 1990), principalmente em solos arenosos.

A adubação verde é a prática de incorporação, semi-incorporação ou deixar na superfície do solo a massa verde ou semidesidratada de plantas de cobertura, com a finalidade de aumentar o conteúdo de matéria orgânica e favorecer o crescimento das plantas em sucessão (Vidor et al. 1983; Monegat, 1991). Jonh et al. (1992), por sua vez, concluíram que a incorporação de grandes quantidades de resíduos de caupi após a colheita dos seus grãos substituiu em N uma adubação de 70 kg/ha de uréia para a cultura do arroz de sequeiro, com mais eficiência que na época do florescimento como adubo verde especificamente.

Atualmente há um consenso global dos altos custos econômicos e ambientais do emprego de fertilizantes químicos nitrogenados na agricultura (Bohlool et al. 1992) e da ação prejudicial do seu excesso sobre a qualidade dos alimentos (Chaboussou, 1987). Segundo Bohlool et al. (1992), a alternativa mais viável é a substituição dos adubos químicos nitrogenados pela fixação biológica do nitrogênio, na qual a simbiose *Rhizobium*/leguminosa é a maior fonte desse elemento para os sistemas de cultivo.

De-Polli & Chada (1989) calcularam que houve um fornecimento anual de N para o milho de 107,5 kg/ha com o feijão-de-porco, 86 kg/ha com a mucuna-preta e 22,8 kg/ha com a crotalaria. Burle et al. (1990) constataram que, cerca de sete meses após o plantio, a incorporação ao solo do feijão-bravo-do-ceará, tefrosia, mucuna-preta e do guandu corresponderam à aplicação de, respectivamente, 75,5 kg, 74,5 kg, 19 kg e 14 kg de N/ha para a cultura do milho.

Quantidades maiores de nitrogênio têm sido fixadas e incorporadas ao solo por leguminosas arbustivas e arbóreas. Rinaudo et al. (1988) verificaram que a espécie *Sesbania rostrata* pode fixar 300 kg/ha de N₂ em 53 dias. Segundo Kluthcouski (1982), a leucena, quando cultivada em faixas de 5 m, tornou disponível por ha/ano 210 kg de N e 70 kg de K₂O para a cultura do feijão. Kang et al. (1981) citaram que a leucena produziu de 180 a 250 kg/ha/ano de N, o que foi suficiente para manter a produtividade de 3.800 kg/ha de milho por dois anos. Sanginga et al. (1988) concluíram que a leucena, com 24 semanas de cultivo, forneceu 300 kg/ha de N para a cultura do milho.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a fenologia e as produtividades de massa verde, seca e sementes de diferentes espécies de leguminosas utilizadas para adubação verde durante um ano de cultivo, em solos arenosos de tabuleiro costeiro. E, após esse período, a título de observação, avaliar o efeito dos resíduos vegetais dessas plantas na produtividade de grãos de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no campo experimental do Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio Norte (CPAMN-UEP/Parnaíba). Essa região apresenta um clima úmido de acordo com a classificação de Thorntwaite e do tipo Aw' pela classificação de Koppen, com uma precipitação média anual em torno de 1.300mm e período chuvoso de janeiro a junho. A temperatura média anual é de 27 °C e a umidade relativa média do ar é de 75%. A velocidade do vento é em média moderada, de 2 - 5m/s, com direções predominantes de NE e E, podendo apresentar, durante os meses secos, em determinados horários do dia, velocidades maiores que 5 m/s (EMBRAPA, 1990). Na Fig. 1, podem-se observar os dados de precipitação pluviométrica, temperatura média e umidade relativa do ar registrados durante o período em que foi conduzido o trabalho.

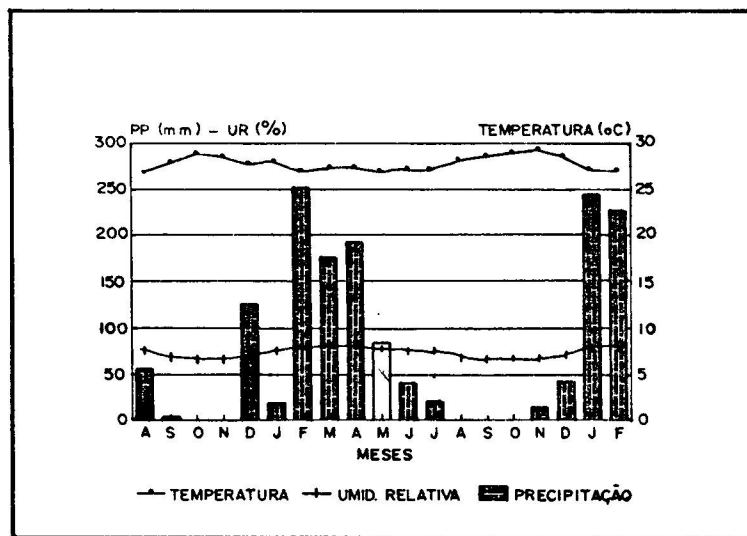


FIG. 1. Total mensal de precipitação pluviométrica e valores médios mensais de temperatura e umidade relativa do ar, referentes ao período de abril a setembro de 1992, para o município de Parnaíba, PI.

Instalou-se o experimento entre 23 e 25 de agosto de 1989, em solos arenosos de tabuleiro costeiro pertencentes à unidade de mapeamento Areias Quartzosas Álicas e Distróficas (Jacomine, 1986). Na Tabela 1, podem-se observar algumas características químicas e físicas do solo.

TABELA 1. Características químicas e físicas do solo na época de instalação do experimento¹.

Profundidade (cm)	pH Kcl	pH H ₂ O	Al ---eq.mg/100cc---	Ca	Mg	K	P	M.O	Al	C	Classificação Textural
0 - 20	6.2	6.5	0.00	2.10	0.60	38	18	0.66	0	0.39	Arenoso franco
20 - 40	4.3	5.2	0.10	0.44	0.30	21	9	0.41	14	0.24	Arenoso franco
40 - 60	4.2	5.1	0.30	0.21	0.15	20	2	0.38	42	0.22	Arenoso franco

1 -Análises realizadas no laboratório do Centro Nacional de Pesquisa do Milho e Sorgo (CNPMS)

O preparo do solo consistiu de duas gradagens superficiais com nivelamentos e sulcamento. Realizou-se uma adubação química com 100 kg/ha de P_2O_5 , 60 kg/ha de K_2O , 40 kg/ha de gesso agrícola e 20 kg/ha de FTE BR-12, colocados no sulco de plantio.

Utilizou-se uma parcela de 7,0 m x 3,2 m, contendo nove fileiras de plantas separadas entre si de 0,40m. O espaçamento entre plantas foi de 0,20 m para as espécies *Canavalia obtusifolia* DC. (feijão-bravo-do-piauí), *Canavalia ensiformis* (L.) DC. (feijão-de-porco), *Dolichos lablab* L. (labe-labe cv. IAC. 697), *Cajanus cajan* (L.) Millsp. (guandu cv. Kaki), *Stizolobium deeringianum* Bort. (mucuna-rajada), *Stizolobium* sp. (mucuna-ana~), *Stizolobium aterrimum* Pip. et Trac. (mucuna-preta) e *Stizolobium niveum* Kuntze (mucuna-cinza). As espécies *Tephrosia candida* (Roxb.) DC. (tefrósia), *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (leucena), *Crotalaria spectabilis* Roth. (crotalária spectabilis) e *Callopogonium mucunoides* Desv. (calopogônio) foram cultivadas no espaçamento de 0,05m entre plantas.

As sementes de calopogônio, leucena e tefrósia foram escarificadas em ácido sulfúrico comercial durante 20, 7 e 10 minutos, respectivamente. Nesse trabalho as sementes das leguminosas não foram inoculadas com rizóbio.

Aos 100 dias do plantio, avaliaram-se a altura das leguminosas e a produção de fitomassa, que foi obtida através de cortes ao nível do solo em amostras contidas num retângulo.

Utilizou-se um delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições.

O sistema de irrigação utilizado foi aspersão convencional, com irrigações em média durante 40 minutos e turno de rega de dois dias, em todas as etapas deste trabalho.

Após um ano de cultivo das leguminosas, a fitomassa da maioria das plantas foi cortada, roçada e mantida distribuída na superfície do solo nas parcelas. Nas espécies leucena e tefrósia, quatro faixas de plantas foram arrancadas alternadamente e as cinco restantes, podadas na altura de 60 cm do solo. Nesse trabalho o material vegetal mais lenhoso das leguminosas foi retirado das parcelas. Em seguida realizou-se o plantio do milho (*Zea mays* L.), cv. Fidalgo, sobre as leguminosas, com exceção da espécie mucuna-anã devido à pouca quantidade de resíduos nas parcelas.

O milho foi cultivado no espaçamento de 0,80 m entre linhas e 0,20 m entre plantas, numa área experimental de 7,0 m X 3,2 m, utilizando-se as três fileiras centrais para as avaliações. No entanto, nos tratamentos com as espécies leucena e tefrósia, o milho foi cultivado associado com essas plantas, utilizando-se as duas fileiras centrais para as avaliações. As faixas de leucena e tefrósia foram podadas à medida que cobriam o milho e a fitomassa obtida, disposta nas entrelinhas dessas culturas, respectivamente.

Realizou-se o plantio do milho em cultivo mínimo, com uma semente por cova, e no sulco empregou-se uma adubação com 200 kg/ha da fórmula 4-30-16, 1.000 kg/ha de calcário dolomítico com PRNT de 45% e 20 kg/ha de FTE BR-12 em todos os tratamentos. No entanto, somente o tratamento testemunha recebeu adubação em cobertura aos 25 dias e aos 50 dias, nas quantidades de 45 kg/ha de N e 45 kg/ha de K_2O cada uma.

Utilizou-se um delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições e as médias foram comparadas estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A colheita das espigas do milho foi realizada aos 116 dias do plantio e o rendimento de grãos foi corrigido para 13% de umidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A crotalária *spectabilis*, feijão-de-porco e as espécies de mucuna demonstraram precocidade ao iniciar a floração, quando comparadas com seu comportamento na região Sul do Brasil.

Na espécie feijão-bravo-do-piauí, não foi possível observar a época de floração plena e maturação das vagens durante o período de avaliação (Tabela 2).

TABELA 2. Dados fenológicos, produtividade de massa verde, seca e sementes de diferentes espécies de leguminosas para adubação verde em solos arenosos de tabuleiro costeiro¹.

Espécies	Emer- gência (dias)	Início Floração (dias)	Floração Plena (dias)	Início formação vagens (dias)	Início maturação vagens (dias)	Produtividade			Altura das Plantas (m)
						Massa verde (kg/ha)	Massa seca (kg/ha)	Sementes (kg/ha)	
Calopogônio	5	130	180	160	240	29.515	6.089	1.060	0,40
Crotalária <i>spectabilis</i>	5	60	100	70	100	42.750	6.871	1.178	0,90
Feijão-bravo-do-Piauí	5	65	*	73	*	43.653	9.133	*	0,70
Feijão-de-porco	6	52	75	58	130	67.561	13.338	4.435	1,00
Guandu cv. kaki	5	210	*	220	230	51.084	13.958	130	1,90
Labe-labe cv. IAC-697	4	145	*	150	160	70.494	13.373	60	1,20
Leucena	4	102	180	118	150	26.049	5.599	2.915	1,00
Mucuna-anã	4	50	60	55	90	21.053	3.483	3.466	0,40
Mucuna-cinza	5	90	115	96	146	54.188	11.610	3.026	0,80
Mucuna-preta	4	125	150	132	165	45.279	9.959	1.569	0,80
Mucuna-rajada	4	64	90	71	120	38.184	6.966	2.136	0,75
Tefrósia	6	120	170	128	160	16.892	5.255	1.593	0,80

1 - Não analisado estatisticamente * - Dados não observados

A cultura do guandu cv. Kaki, durante o período de avaliação, apresentou baixa produção de sementes, não sendo possível observar a época de floração plena (Tabela 2).

O labe-labe, apesar da alta produtividade de fitomassa não apresentou seu florescimento de forma generalizada, o que resultou em baixa produtividade de sementes (Tabela 2).

As espécies que mais produziram massa verde foram o labe-labe, feijão-de-porco, mucuna-cinza, guandu e mucuna-preta. As que mais produziram massa seca foram o guandu, labe-labe, feijão-de-porco, mucuna-cinza e mucuna-preta. As espécies que menos produziram tanto massa verde quanto massa seca foram a mucuna-anã, tefrósia e leucena (Tabela 2).

Os tratamentos que mais influenciaram na produtividade de grãos de milho foram os cultivados com leucena, testemunha, tefrósia, feijão-bravo-do-piauí e guandu. O milho cultivado sobre os resíduos da leucena não diferiu significativamente dos tratamentos testemunha, tefrósia, feijão-bravo e guandu. O tratamento testemunha diferiu significativamente dos tratamentos crotalária *spectabilis* e mucuna-rajada (Tabela 3).

TABELA 3. Altura da planta, altura da espiga, índice de espigas e produtividade de grãos de milho cultivado sobre os resíduos vegetais de diferentes espécies de leguminosas em solos arenosos de tabuleiro costeiro.

Tratamento	Altura da planta (m)	Altura da espiga (m)	Índice de espigas (esp/planta)	Produtividade de grãos (kg/ha)
Leucena	1,82	1,06	1,01	7.208 a ¹
Testemunha	1,81	1,06	1,00	6.137 ab
Tefrósia	1,80	1,00	0,93	5.796 abc
Feijão-bravo-do-Piauí	1,81	1,02	0,91	5.213 abcd
Guandu cv. Kaki	1,85	1,03	0,89	5.161 abcd
Feijão-de-porco	2,02	1,09	0,82	4.324 bcd
Labe-labe-cv. IAC-697	1,71	1,01	0,87	4.306 bcd
Mucuna-preta	1,82	1,01	0,77	4.254 bcd
Mucuna-cinza	1,65	0,89	0,84	3.940 bcd
Calopogônio	1,63	0,87	0,88	3.679 bcd
Crotalaria spectabilis	1,61	0,86	0,83	3.260 cd
Mucuna-rajada	1,57	0,84	0,61	2.720 d
Média	1,72	0,95	0,85	4.666
F	-	-	-	5,6954**
C.V. (%)	-	-	-	19,966
D.M.S. (Tukey)	-	-	-	2.770

1 - As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

A mucuna-preta, por exemplo, em Urussanga (SC), iniciou e terminou o florescimento aos 140 e 200 dias do plantio, respectivamente (Mondardo et al. 1982). Em Campinas (SP), a formação das primeiras vagens ocorreu de 150 - 180 dias do plantio e a colheita das sementes entre 180 - 240 dias (Bulisani & Braga, 1986).

Nesse trabalho, a mucuna-preta iniciou a floração aos 125 dias e a maturação das vagens aos 165 dias do plantio. Por outro lado, García (1991a), quando cultivou a mucuna-preta no espaçamento de 0,60 m x 0,30 m com espaldeamento, nas mesmas condições edafoclimáticas, o início da floração ocorreu aos 70 dias do plantio e a maturação das vagens aos 123 dias. Observou-se que o espaçamento e/ou espaldeamento possam ter influenciado no ciclo fenológico das mucunas e na produtividade de sementes.

Em Ituporanga (SC), as espécies crotalaria spectabilis, feijão-de-porco, mucuna-anã e mucuna-cinza iniciaram a floração aos 83, 94, 79 e 159 dias do plantio, respectivamente (Bulisani et al. 1992).

Na cultura do feijão-bravo-do-piauí, o espaçamento e/ou a presença de insetos como a mamangava (*Xylocopa* sp.) talvez possam ter prejudicado o florescimento e a frutificação dessa espécie. Otero (1961) observou que as flores do feijão-bravo são muito atacadas por insetos que prejudicam bastante a frutificação, por ocasionarem a queda prematura das flores. Segundo Nascimento et al. (1984), no Estado do Piauí a maturação das vagens do feijão-bravo ocorreu entre 60 e 90 dias após o florescimento.

O espaçamento utilizado talvez tenha influenciado o florescimento e a produtividade de sementes do guandu cultivar Kaki, uma vez que no plantio dessa cultivar nas mesmas condições edafoclimáticas, porém no espaçamento de 1,80 m x 1,00 m, o florescimento ocorreu aos 90 dias (García, 1990). A utilização de sementes não adaptadas às condições climáticas locais,

cedidas pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), pode ser outra explicação para o prolongamento do ciclo e queda na produtividade de sementes dessa cultivar.

O cultivo do labe-labe cv. Rongai, nas mesmas condições edafoclimáticas e no espaçamento de 0,60 m x 0,30 m com espaldeamento (García, 1991b), também apresentou pouco florescimento e baixa produtividade de sementes. A obtenção de poucas sementes de labe-labe colocam em dúvida o emprego dessas cultivares como adubo verde nesta região e talvez confirmem as observações de Schaaffhausen (1963) sobre a influência do fotoperíodo sobre essas plantas.

Com base nas produtividades de massa seca obtida aos 100 dias do plantio as espécies perenes tefrósia e leucena devem ser utilizadas como adubo verde em estádios fenológicos posteriores. Desta forma, pode-se maximizar a produção de fitomassa e a taxa de mineralização dos nutrientes, uma vez que essas plantas podem produzir anualmente cerca de 15 t/ha de massa seca (Chagas et al. 1981; Brewbraker & Glover, 1988). Por outro lado, espécies arbustivas anuais como *Sesbania rostrata* e *Aeschynomene afraaspera*, entre oito e nove semanas de cultivo, chegam a produzir 10 t/ha de massa seca e acumular mais de 200 kg/ha de N para a cultura do arroz (Rinaudo et al. 1988).

A produção de grãos obtida com o cultivo do milho associado com a leucena foi de 7.208 kg/ha, enquanto que na testemunha foi de 6.137 kg/ha. Esse resultado sugere que os resíduos da leucena forneceram nutrientes para o milho, uma vez que somente a testemunha recebeu adubação em cobertura num total de 90 kg/ha N e 90 kg/ha de K₂O.

Experimentos utilizando o plantio da leucena em faixas (alley cropping) para adubação verde têm resultado em aumentos na produção de grãos de milho e outras plantas em cultivos associados, sem a adição de adubos nitrogenados (Kang et al. 1981, 1985; Kluthcouski, 1982; Sanginga et al. 1988). Além disso, a leucena, tem reciclado nutrientes como o potássio (Atallah & Lopez-Real, 1991; Kluthcouski, 1982; Brewbraker & Glover, 1988).

Na época de plantio do milho, as leguminosas encontravam-se em diferentes estádios de desenvolvimento e algumas espécies haviam completado seu ciclo fenológico. Esse aspecto pode ter influenciado na produtividade do milho, pois a taxa de mineralização dos nutrientes está relacionada com a quantidade de resíduos disponíveis (Smith & Elliott, 1990) e com a proporção polifenol/nitrogênio (Oglesby & Fownes, 1992) desse material.

Em regiões tropicais, a realização de estudos para determinar a época ideal de aproveitamento das leguminosas e o manejo mais adequado para sua biomassa são imprescindíveis para que haja acúmulo de matéria orgânica no solo. Jonh et al. (1992) demonstraram que muitas vezes a incorporação da fitomassa na época do florescimento não é o momento mais propício para se controlar, principalmente, a lixiviação de nitratos para o lençol freático e aumentar a produtividade das culturas em sucessão.

Neste trabalho o emprego de leguminosas para adubação verde demonstraram potencial em reciclar nutrientes para as plantas em sucessão e associadas, e de poderem contribuir para a sustentabilidade de uma agricultura irrigada em solos arenosos de tabuleiro costeiro.

CONCLUSÕES

1. Aos 100 dias do plantio, as espécies que mais produziram massa seca foram o guandu, labe-labe, feijão-de-porco e mucuna-cinza. As que menos produziram foram a mucuna-anã, tefrósia e leucena.
2. As espécies de mucuna, crotalaria e feijão-de-porco foram mais precoces no ciclo fenológico, quando comparadas com seu cultivo na região Sul do Brasil.
3. O labe-labe cv. IAC-697, embora tenha se destacado na produção de fitomassa, apresentou baixa produtividade de sementes, o que compromete sua utilização como adubo verde nas condições locais.
4. As espécies de leguminosas que mais contribuíram para a produção de grãos de milho foram a leucena, tefrósia, feijão-bravo-do-piauí e guandu.
5. Somente com adubação de plantio, o milho cultivado entre as faixas de leucena produziu mais que a testemunha que, além da adubação de fundação, recebeu 200 kg/ha de uréia e 150 kg/ha de cloreto de potássio em cobertura.
6. Com base nas produtividades de grãos de milho obtidas apenas com adubação de plantio, pode-se constatar o potencial das leguminosas após um ano de cultivo, em acumular nutrientes como o nitrogênio e o potássio e liberá-los para as plantas em sucessão nas condições locais.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, M. Introduction to soil microbiology. 2 nd. New York: Wiley & Sons, 1977. 467p.
- ATALLAH, T.; LOPEZ-REAL, J.M. Potencial of green manure species in recycling nitrogen, phosphorus and potassium. *Biological Agriculture and Horticulture*, v.8, p.53-65, 1991.
- BOHLOOL, B.B.; LADHA, J.K.; GARRITY, D.P.; GEORGE, T. Biological nitrogen fixation for sustainable agriculture: a perspective. *Plant and Soil*, v.141, n.1-2, p.1-11, 1992.
- BREWBRAKER, J.L.; GLOVER, N. Woody species as green manure crops in rice-based cropping systems. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Los Banos, Philippines). *Sustainable agriculture: green manure in rice farming*. Los Banos, 1988. p.29-43.
- BULISANI, E.A.; BRAGA, N.R. Mucuna-preta. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1986. p.157. (IAC. Boletim, 200).
- BULISANI, E.A.; COSTA, M.B.B. da; MIYASAKA, S.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. do P.; AMADO, T.J.C.; MONDARDO, A. Adubação verde nos Estados de São Paulo,

- Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. In: COSTA, M.B.B. da. *Adubação verde no Sul do Brasil*. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992. p.59-206.
- BURLE, M.L.; SUHET, A.R.; RESCK, D.V.S.; PERES, J.R.R.; BOWEN, W.T.; PEREIRA, J. *Resposta do milho a doses de N após a adubação verde durante a seca nos cerrados*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1990. 3p. (EMBRAPA-CPAC. Pesquisa em Andamento, 47).
- CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E.A.; COSTA, M.B.B. da; MIYASAKA, S.; AMADO, T.J. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M.B.B. da. *Adubação verde no Sul do Brasil*. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992. p.1-55.
- CHABOUSSOU, F. *Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose*. Porto Alegre: L & PM, 1987. 256p.
- CHAGAS, J.M.; KLUTHCOUSKI, J.; AQUINO, A.R.L. de. *Leucaena leucocephala* como adubo verde para a cultura do feijão no cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília: v.16, n.6, p.809-814, 1981.
- DE-POLL, H.; CHADA, S. de S. Adubação verde incorporada ou em cobertura na produção de milho em solo de baixo potencial de produtividade. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.13, n.3, p.287-293, 1989.
- DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U. Importância da adubação verde. In: *Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo*. Eschborn, (GTZ) GmbH, 1990. p.117-146. [Cooperação técnica IAPAR/GTZ. Traduzido p/ português].
- DUQUE, J.G. *Solo e água no polígono das secas*. Fortaleza: DNOCS, 1951.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Agricultura Irrigada (Parnaíba, PI). *Boletim Agrometeorológico*. Parnaíba, 1990. 46p.
- GARCÍA, L.F. *Introdução e avaliação da cultura da mucuna em Parnaíba, PI*. Parnaíba: EMBRAPA-CNPAL, 1991a. 5p. (EMBRAPA-CNPAL. Pesquisa em Andamento, 9).
- GARCÍA, L.F. *Introdução e avaliação da cultura do guandu em Parnaíba, PI*. Parnaíba: EMBRAPA-CNPAL, 1990. 4p. (EMBRAPA-CNPAL. Pesquisa em Andamento, 8).
- GARCÍA, L.F. *Fenologia e produção de sementes de sete espécies de leguminosas cultivadas em solos arenosos*. Parnaíba: EMBRAPA-CNPAL, 1991b. 6p. (EMBRAPA-CNPAL. Pesquisa em Andamento, 12).
- GRIFFITH, D.R.; MANNERING, J.V.; BOX, J.E. Soil and moisture management with reduced tillage. In: SPRAGUE, M.A.; TRIPLETT, G.B. *No-tillage and surface-tillage agriculture: the tillage revolution*. New York, Wiley & Sons, 1986. p.19-57

- HAYNES, J.L. **Uso agrícola dos tabuleiros costeiro do Nordeste do Brasil: um exame das pesquisas.** 2.ed. Recife: SUDENE, 1970. 139p.
- JACOMINE, P.K. **Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Estado do Piauí.** Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS/SUDENE-DRN, 1986. 782p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim de Pesquisa, 36).
- JANZEN, H.H.; SCHAAALJE, G.B. Barley response to nitrogen and non- nutritional benefits of legume green manure. *Plant and Soil*, v.142, n.1, p.19-30, 1992.
- JONH, P.S.; PANDEY, R.K.; BURESH, R.J.; PRASAD, R. Nitrogen contribution of cowpea green manure and residue to upland rice. *Plant and Soil*, v.142, n.1, p.53-61, 1992.
- KANG, B.T.; GRIMME, H.; LAWSON, T.T. Alley cropping sequentially cropped maize and cowpea with leucaena on sandy soilin Southern Nigeria. *Plant and Soil*, v.85, p.267-277, 1985.
- KANG, B.T.; WILSON, G.F.; SIPKENS, L. Alley cropping maize (*Zea mays* L.) and leucaena (*Leucaena leucocephala*) (Lam.) de Wit in Southern Nigeria. *Plant and Soil*, v.63, p.165-179, 1981.
- KLUTHCOUSKI, J. **Leucena: alternativa para a pequena e média agricultura.** 2 ed. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF. 1982. 12p. (EMBRAPA-CNPAF. Circular Técnica, 6).
- LATIF, M.A.; MEHUYS, G.R.; MACKENZIE, A.F.; ALLI, I.; FARIS, M.A. Effects of legumes on soil physicae quality in a maize crop. *Plant and Soil*, v.140, n.1, p.15-23, 1992.
- MONDARDO, E.; MORAES, O. de; MOREL, D.A.; MIURA, L.; SCHMITT, A.T. **Leguminosas para adubação verde em solos arenosos do sul de Santa Catarina.** 2.ed. Florianópolis: EMPASC, 1982. 13p. (EMPASC. Comunicado Técnico, 43).
- MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades.** Chapecó,SC : Ed. do Autor, 1991. 337p.
- NASCIMENTO, M. do P.S.C.B. do; NASCIMENTO, H.T.S. do; CARVALHO, J.H. de; RAMOS, G.M. **Informações sobre o feijão bravo (*Canavalia obtusifolia* DC).** Teresina: EMBRAPA-UEPAE/TERESINA, 1984. 20p. (EMBRAPA-UEPAE/Teresina. Circular Técnica, 3).
- OGLESBY, K.A.; FOWNES, J.H. Effects of chemical composition on nitrogen mineralization from green manures of seven tropical leguminosas trees. *Plant and Soil*, v.143, n.1, p.127-132, 1992.
- OSUNLAJA, S.O. Effect of organic soil amendmets on the incidence of stalk rot of maize. *Plant and Soil*, v.127, n.2, p.237-241, 1990.

- OTERO, J.R. de. Informações sobre algumas forrageiras. 2.ed., Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1961. 334p.
- RINAUDO, G.; ALAZARD, D.; MOUDIONGUL, A. Stem-nodulating legumes as green manure for rice in West Africa. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Los Banos, Philippines). Green manure in rice farming. Los Banos, 1988. p.97-109.
- SANGINGA, N.; MULONGOY, K.; AYANABA, A. Nitrogen contribution of *Leucaena/Rhizobium* symbiosis to soil and a subsequent maize crop. *Plant and Soil*, v.112, p.137-141, 1988.
- SCHAAFFHAUSEN, R. von. *Dolichos lablab* or Hyacinth Bean: its uses for feed and soil improvement. *Economic Botany*, v.17, p.146-153, 1963.
- SMITH, J.L.; ELLIOTT, L.F. Tillage and residue management effects on soil organic matter dynamics in semiarid regions. *Advances in Soil Science*, New York, v.13, p.69-88, 1990.
- STEVENSON, F.J. Carbon balance of the soil and role of organic matter in soil fertility. *Cycles of soil*. New York, Wiley & Sons, 1986. p. 45-77.
- VIDOR, C.; KOLLING, J.; FREIRE, J.R.J.; SCHOLLES, D.; BROSE, E.; PEDROSO, M.H.T. Fixação biológica do nitrogênio pela simbiose *Rhizobium* e leguminosas. Porto Alegre: IPAGRO, 1983. 52p. (IPAGRO. Boletim Técnico, 11).