

BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agronômico do Estado de S. Paulo

Vol. 31

Campinas, janeiro de 1972

N.º 7

ESTUDOS ECOLÓGICOS COM O FEIJOEIRO (*PHASEOLUS VULGARIS* L.). I – EFEITOS DA INCORPORAÇÃO DE MASSA VEGETAL AO SOLO, E DO SOMBREAMENTO PARCIAL ⁽¹⁾

EDUARDO A. BULISANI ⁽²⁾, SHIRO MIYASAKA ⁽²⁾ e LUIZ D'ARTAGNAN DE ALMEIDA ⁽²⁾, engenheiros-agrônomo, Seção de Leguminosas, HÉLIO J. SCARANARI, engenheiro-agrônomo, Estação Experimental de Jundiaí, e HILTON S. PINTO ⁽²⁾, engenheiro-agrônomo, Seção de Climatologia Agrícola, Instituto Agrônomo

SINOPSE

Em ensaio iniciado em março de 1969, na Estação Experimental de Jundiaí, SP, foram estudados os efeitos da incorporação de massa vegetal, proveniente de leguminosas e de gramínea, e do sombreamento parcial, simulando o plantio consorciado com milho, na cultura do feijoeiro. Determinou-se para culturas “a pleno sol” e “sombreada” a temperatura do solo a 2 e 10 cm de profundidade. Observou-se efeito favorável da incorporação de massa vegetal ao solo imediatamente antes do plantio do feijoeiro. Os tratamentos que receberam incorporação de massa vegetal produziram mais sementes de feijão, o que os torna estatisticamente superiores aos tratamentos que não receberam tal prática. Nessas mesmas condições o sombreamento parcial não interferiu na temperatura ambiente, nem na do solo, e tampouco na produção, que foi praticamente idêntica à do tratamento testemunha.

1 – INTRODUÇÃO

Trabalhos recentes (2, 3, 4, 5), mostraram efeito favorável da incorporação, ao solo, de massa vegetal não totalmente decomposta de leguminosas, especificamente da soja-perene (*Glycine wightii* Verdc.), soja comum (*Glycine max* (L.) Merrill), *Crotalaria juncea* L. etc., no aumento da produtividade e na diminuição do alto risco a que o feijoeiro está sujeito.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 20 de agosto de 1971.

⁽²⁾ Com bolsa de suplementação do CNPq.

Por outro lado, tradicionalmente muitos lavradores vêm adotando o plantio de feijão “da seca” consorciado com milho já em fase de maturação, alegando certa proteção do pé do cereal à insoiação forte, ressecamento ou infestação de pragas contra o feijoeiro.

Até o momento, nenhum estudo comparativo foi realizado para estimar a intensidade das vantagens apontadas para melhor desenvolvimento vegetativo e aumento da produtividade do feijoeiro. Este trabalho visou esse objetivo.

2 – MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi instalado em 10 de março de 1969 num campo da Estação Experimental de Jundiá, em terreno classificado como Latossolo Vermelho Amarelo fase rasa (LV_r) ⁽³⁾ e que apresentou as características químicas constantes do quadro 2.

Foram testados seis tratamentos, distribuídos em blocos casualizados, com quatro repetições:

- A – Testemunha
- B – Testemunha com sombreamento parcial
- C – Incorporação de soja perene (*Glycine wightii* Verdc.)
- D – Incorporação de soja perene picada
- E – Incorporação de gramínea (*Melinis minutiflora* Beauv.)
- F – Incorporação de gramínea picada

Cada parcela constituiu-se de seis linhas de feijoeiro, variedade *carioca*, com 5 metros de comprimento, espaçadas entre si de 40 cm; nas linhas, a distância entre covas foi de 20 cm, com duas plantas em cada cova. Para o cálculo de produção considerou-se como área útil somente as duas linhas centrais de cada parcela.

Todos os tratamentos receberam adubação mineral no sulco de plantio, adubação essa constante de uma mistura de 100 kg/ha de P₂O₅ (sob a forma de superfosfato simples) e 40 kg/ha de K₂O (sob a forma de cloreto de potássio); e, em cobertura, 7 dias após a germinação, 40 kg/ha de N (na forma de sulfato de amônio).

⁽³⁾ Boletim n.º 12 da Comissão Nacional de Solos.

O sombreamento parcial do tratamento B, simulando o que aconteceria com o feijão "da seca" consorciado com a cultura do milho, foi obtido pela construção de três pequenas cercas de bambu, com 1,70 m de altura, sustentadas por mourões colocados nas extremidades do canteiro. Tais cercas tinham orientação sudeste-nordeste, de modo que aproximadamente até às 9,00 horas e após às 15,00 horas havia um sombreamento parcial das linhas centrais de feijoeiro. Em cada parcela do tratamento sombreado três artificios foram construídos: um, entre a 1.^a e a 2.^a linhas; outro, entre a 3.^a e a 4.^a; e o terceiro, entre a 5.^a e 6.^a linhas.

Nos tratamentos C a F, a massa vegetal foi incorporada na base de 25 t/ha de peso seco, sendo que nos tratamentos C e D, com massa de soja perene (C = massa integral; D = massa picada), e em E e F, com capim-gordura (E = massa integral; F = massa picada). Após o preparo do terreno e sua demarcação, foram incorporadas a enxadão as massas vegetais de soja perene e capim, de tal maneira que se obteve, ao final da incorporação, o terreno bastante aerado, parte dessa massa vegetal ficando visível na superfície.

A massa picada, de ambas as espécies, foi obtida com ajuda de trilhadeira. Tanto a soja perene como a gramínea foram ceifadas e postas a secar ao tempo, sendo incorporadas imediatamente antes do plantio do feijoeiro.

Em todos os tratamentos foram colocados termômetros de solo, a 2 e 10 cm de profundidade, para avaliar a variação diária da temperatura da superfície do solo.

Em canteiro do tratamento B (sombreamento parcial), a 40 cm de altura do solo, instalou-se termômetro de máxima e de mínima; da mesma maneira, outro foi instalado em canteiro testemunha, representando cultura a pleno sol. Esses dois aparelhos se destinaram a detectar qualquer possível influência do sombreamento na temperatura ambiente.

3 – EXECUÇÃO E RESULTADOS

O plantio do feijoeiro se deu em 10 de março de 1969, e a germinação, muito irregular, completou-se em 19 do mesmo mês.

A adubação nitrogenada, em cobertura, foi efetuada em 7 e 16 de abril. O florescimento das plantas, também irregular, teve sua data média marcada em 8 de abril; devido a esses fatos a maturação comportou-se da mesma maneira. A colheita foi efetuada em 1.º de julho de 1969.

Os dados pluviométricos, acompanhados das anotações do ciclo do feijoeiro, encontram-se no quadro 1.

QUADRO 1. — Precipitação pluvial, de março a junho de 1969, na Estação Experimental de Jundiá, SP

Data	Chuva	Observação
	<i>mm</i>	
Março		
1	4,7	
2	19,0	
3	4,2	
4	0,9	
5	19,4	
22	58,7	10 — Plantio da experiência
23	0,5	19 — Germinação
29	40,4	
30	0,3	
Abril		
2	28,6	
5	12,7	
6	41,8	
9	2,0	
13	0,2	
29	6,8	29 — Início do florescimento
Maiο		
4	2,1	
22	0,3	
24	0,6	18 — Término do florescimento
25	0,7	
30	29,4	
31	8,8	
Junho		
2	21,2	
22	3,6	
Julho		
1	0,4	1 — Colheita
10	0,5	
13	5,5	

Como se pode observar, em um dos períodos críticos da cultura, que abrange o florescimento, ocorreu uma estiagem, que se iniciou a 7 de abril e se estendeu até 29 de maio, ocorrendo apenas leve precipitação pluvial, de 6,8 mm, em 29 de abril, precedendo o florescimento em 10 dias. A primeira precipitação que se pode chamar de significativa após o florescimento ocorreu em 30 de maio (29,4 mm), 18 dias, portanto, posterior a ele. Para as necessidades da cultura pode considerar-se insuficiente a precipitação ocorrida.

As análises químicas do solo, efetuadas antes e após o ciclo da cultura, apresentaram os dados expostos no quadro 2.

QUADRO 2. — Características químicas do solo, antes e depois do ensaio conduzido na Estação Experimental de Jundiá, SP

Característica	Antes do ensaio	Depois do ensaio					
		Tratamento					
		A	B	C	D	E	F
pH	6,30	6,10	6,00	6,30	6,40	6,40	6,30
C%	1,30	1,70	1,60	1,60	1,65	1,50	1,70
PO ₄ ³⁻ (*)	0,70	0,16	0,16	0,45	0,38	0,18	0,20
K ⁺ (*)	0,12	0,19	0,23	0,38	0,43	0,23	0,29
Ca ²⁺ + Mg ²⁺ (*)...	3,70	2,50	2,40	3,70	3,60	2,80	3,20
Al ³⁺ (*)	0	0	0	0	0	0	0

(*) e.mg/100 ml T.F.S.A. Análises efetuadas pela Seção de Fertilidade do Solo, Instituto Agrônômico.

O exame desses dados permite as seguintes considerações, referentes às alterações no solo:

a) A incorporação manteve o pH no mesmo nível, enquanto nos canteiros sem incorporação houve ligeira acidificação do solo.

b) Não houve efeito da incorporação no teor do carbono, sendo este mais elevado em todos os tratamentos após a cultura.

c) O teor de fósforo baixou sensivelmente, indicando ser ele o elemento mais aproveitado pela cultura ou fixado pelo solo; no entanto, mais que os outros tratamentos, a incorporação de soja perene o manteve mais elevado.

d) A incorporação de soja perene elevou consideravelmente o teor de K^+ do solo. O teor de potássio foi mais elevado em todos os tratamentos após a cultura, mas sem atingir os níveis dos já citados.

e) Nos tratamentos sem incorporação e naqueles com incorporação de capim, houve abaixamento no teor de $Ca^{2+} + Mg^{2+}$, enquanto naqueles em que se incorporou soja perene ele permaneceu estável.

Durante o ciclo vegetativo do feijoeiro, as plantas dos tratamentos testemunha, sombreado e incorporação de soja perene apresentavam-se com a cor verde-escura normal, enquanto naqueles onde se procedeu à incorporação de capim observou-se cor amarelada, semelhante à de carência de nitrogênio.

A análise da variância para os dados de “stand” final não apresentou significância, e o coeficiente de variação obtido foi de 4,90%. O “stand” final médio foi de 88,9% para a incorporação de capim, 84,7% para a de soja perene, 88,2% para o tratamento sombreado e 88,7% para a testemunha.

Os dados de produção, constantes do quadro 3, mostram o efeito da incorporação da massa vegetal, pois os quatro tratamentos que receberam essa prática foram estatisticamente superiores aos demais, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, com exceção do tratamento em que se incorporou o capim (E) e que foi semelhante, ao mesmo nível anterior, à testemunha (A) e ao tratamento sombreado (B).

QUADRO 3. — Produções de feijão e “stands” finais obtidos no ensaio conduzido na Estação Experimental de Jundiá, em 1969 (*)

Tratamento	Produção	“Stand” final
A — Testemunha	485 b	88,7
B — Sombreamento parcial	469 b	88,2
C — Incorporação de soja-perene	778 a	81,8
D — Incorporação de soja-perene picada ...	941 a	87,5
E — Incorporação de capim	728 ab	91,8
F — Incorporação de capim picado	860 a	86,0

(*) Índices literais iguais identificam tratamentos semelhantes, pelo teste de Tukey a 5%.

Comparando o estado da massa vegetal incorporada, vê-se que, estando ela picada, os efeitos sobre a produção do feijoeiro foram melhores do que em estado normal, pois as produções foram superiores em 163 e 132 kg/ha, respectivamente, para a soja perene e o capim.

A incorporação de soja-perene foi superior, em média 66 kg/ha em relação à incorporação do capim, sendo de 860 kg/ha a produção média da incorporação, no primeiro caso, e de 794 kg/ha no segundo. O tratamento testemunha produziu 485 kg/ha, e o sombreado 469 kg/ha. Não foi, portanto, registrado efeito favorável do sombreado parcial, e a produção desse tratamento foi praticamente igual à do testemunha.

A análise da variância para os dados de produção apresentou significância a 1% para tratamentos, pelo teste F, e o coeficiente de variação foi de 17,18%. A diferença mínima significativa, pelo teste de Tukey 5%, foi de 280 kg/ha.

As temperaturas máximas e mínimas do ar, a 40 cm do solo, nos tratamentos “cultura solteira” e “cultura sombreada”, constam do quadro 4, representadas pelas médias das leituras diárias, médias essas calculadas por períodos, no ciclo da cultura: germinação, desenvolvimento, florescimento, maturação.

QUADRO 4. — Médias das temperaturas máximas e mínimas do ar anotadas nos tratamentos “sombreado” e “cultura solteira” do experimento conduzido na Estação Experimental de Jundiá, em 1969

Tipo de cultura	Fase do ciclo vegetativo e temperatura média diária			
	Germi- nação (13 a 20/3)	Desenvol- vimento (21/3 a 28/4)	Floresci- mento (29/4 a 18/5)	Matu- ração (19/5 a 25/6)
	°C	°C	°C	°C
“Sombreada”				
Máxima	35,2	30,2	27,0	26,1
Mínima	17,8	16,5	11,5	12,7
“Solteira”				
Máxima	34,0	30,4	27,2	26,5
Mínima	17,0	15,9	11,1	12,4

Pelos dados expostos pode-se observar que o sombreamento parcial, nas condições do presente experimento, não interferiu na temperatura ambiente, pois as médias representativas das leituras foram praticamente idênticas. As diferenças médias entre temperaturas máxima e mínima, no decorrer do ciclo, variaram de 13,4°C e 17,4°C para os dois tratamentos, e foram mínimas as diferenças entre tratamentos para um mesmo período. A temperatura máxima variou de 35,2°C a 26,1°C do início ao fim do ciclo vegetativo, e a mínima, de 17,8°C a 12,4°C. A 5 e 6 de maio e 4, 5 e 6 de junho ocorreram picos de temperatura mínima, que alcançaram respectivamente 5,1, 4,6, 3,3, 1,9, e 4,3 graus centígrados no tratamento “sombreado”. No tratamento “cultura solteira”, as temperaturas mínimas registradas foram praticamente iguais àquelas do sombreamento.

Quanto à temperatura do solo, a 2 cm de profundidade verificou-se efeito semelhante para os dois tratamentos acima citados, e foram quase idênticas as leituras efetuadas tanto às 7 como às 14 horas, conforme mostra o quadro 5.

QUADRO 5. — Temperaturas do solo a 2 e 10 cm de profundidade, tomadas diariamente às 7 e às 14 horas, durante diferentes fases do ciclo vegetativo do feijoeiro, em ensaio realizado na Estação Experimental de Jundiá, em 1969

Tratamento	Horário das leituras	Fase do ciclo vegetativo e profundidade do termômetro no solo											
		Germinação (13-3 a 20-3)		Desenvolvimento (21-3 a 25-4)		Florescimento (26-4 a 18-5)		Maturação (19-5 a 25-6)					
		2 cm	10 cm	2 cm	10 cm	2 cm	10 cm	2 cm	10 cm	2 cm	10 cm		
A — Testemunha	h	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC
	7	21,2	23,4	18,8	21,1	14,3	17,5	16,7	14,3	17,5	14,3	16,7	14,3
14	39,5	32,0	32,0	28,6	30,3	25,9	22,6	27,0	30,3	25,9	27,0	22,6	27,0
B — Sombreada	h	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC
	7	21,3	23,2	18,2	20,2	13,7	16,6	16,3	14,1	16,6	14,1	16,3	14,1
14	41,2	29,1	31,5	24,2	29,7	20,1	19,1	25,0	29,7	20,1	25,0	19,1	25,0
C — Incorporação de soja-perene	h	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC
	7	21,9	24,3	19,2	21,8	14,7	18,2	17,5	14,9	14,7	18,2	17,5	14,9
14	38,6	29,8	34,3	26,9	31,0	22,3	21,0	26,7	31,0	22,3	26,7	21,0	26,7
D — Incorporação de soja-perene picada	h	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC
	7	22,7	25,1	19,8	22,3	16,0	18,3	17,6	15,6	16,0	18,3	17,6	15,6
14	37,2	29,9	30,0	27,1	25,4	23,3	21,1	23,1	25,4	23,3	23,1	21,1	23,1
E — Incorporação de capim	h	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC
	7	21,5	24,0	19,2	21,6	14,8	17,7	17,0	14,9	14,8	17,7	17,0	14,9
14	37,0	29,5	32,1	27,1	28,3	23,8	21,2	24,6	27,1	23,8	24,6	21,2	24,6
F — Incorporação de capim picado	h	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC	oC
	7	21,8	24,0	18,7	21,4	13,2	17,1	16,6	13,8	13,2	17,1	16,6	13,8
14	39,1	32,3	34,5	29,5	32,6	25,8	22,1	26,1	29,5	25,8	26,1	22,1	26,1

A leitura efetuada às 7 horas, assumida como mínima, variou entre 21,3°C e 14,1°C no desenvolver do ciclo do feijoeiro, para o tratamento testemunha e o “sombreado”; já a leitura das 14,00 horas, assumida como máxima, variou entre 41,2°C e 25,0°C do primeiro ao último período, tendo-se observado que foram mínimas as diferenças entre os tratamentos.

Em relação aos mesmos parâmetros, temperatura do solo a 2 cm de profundidade, assinalados às 7 e 14 horas, verificou-se que os valores contrastantes foram observados no tratamento D, incorporação de soja picada, apresentando as maiores leituras às 7 horas, e as menores às 14 horas, concorrendo isso para menor variação diária nessa medida. Essas variações foram da ordem de 14,5, 10,2, 9,4 e 7,5 graus centígrados para os quatro períodos observados. Esse mesmo tratamento foi o que apresentou a maior produção de grãos, 941 kg/ha; os demais tratamentos com incorporação de massa vegetal apresentaram amplitudes de variação semelhantes às dos tratamentos testemunha e sombreado. Entretanto, as produções dos tratamentos com incorporação foram semelhantes entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

No quadro 5, para as temperaturas a 10 cm de profundidade, são observados praticamente os mesmos efeitos anteriores, porém com menor intensidade; de maneira geral, os tratamentos com incorporação apresentaram temperaturas mínimas mais altas e máximas menores que os não incorporados, refletindo então a temperatura da camada inferior, com menor intensidade, o que ocorre na camada superficial do solo.

4 – DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Já é por demais alardeada a fragilidade do feijoeiro, o seu superficial sistema radicular e os elevados “riscos” a que está sujeita a cultura, principalmente os decorrentes das condições climáticas. Miyasaka e outros (3, 4) preconizam o uso da incorporação de massa vegetal imediatamente antes do plantio do feijoeiro, como maneira de amenizar os efeitos climáticos extremos que afetam o desenvolvimento do feijoeiro. Os mesmos autores encontraram

efeitos sensíveis da incorporação, na diminuição da variação diária da temperatura do solo, e que foram semelhantes ao do uso do "mulch". Estes mesmos efeitos foram determinados no presente trabalho, porém em menor intensidade. Na diminuição da variação de temperatura do solo, tanto o menor efeito da incorporação como a semelhança das temperaturas ambientes dos tratamentos "sombreado" e "a pleno sol" podem ser devidos às condições ecológicas reinantes na região, ou, mais especificamente, à intensidade de energia incidente no local, disso resultando que, em épocas ou locais em equilíbrio energético, medidas como o sombreamento podem funcionar como dispersantes da energia, desviando o "quantum" necessário ao pleno desenvolvimento das plantas.

Depreende-se dos resultados obtidos que a massa vegetal incorporada apresentou efeitos físicos, químicos e físico-químicos bastante acentuados. A melhoria ocasionada na produtividade do feijoeiro pode ter apoio no efeito químico da massa vegetal semi-decomposta, em termos de maior disponibilidade de nutrientes, notadamente de potássio, em virtude da sua rápida decomposição, como foi evidenciado por Miyasaka (3). Embora esse autor tenha salientado no citado trabalho a influência da massa vegetal sobre a redução da variação diária de temperatura do solo, isso não se observou neste experimento, talvez por ter ele sido realizado em região de clima mais ameno e em solo diferente do primeiro. Deve, porém, ser lembrado como efeito físico, provavelmente bastante acentuado no aumento da produtividade do feijoeiro, a maior aeração proporcionada pela incorporação de massa vegetal, conforme foi evidenciado por Dasberg e Bakker (1), que determinaram uma correlação entre aeração do solo e produção de massa seca de feijão.

Das observações dos resultados obtidos na presente experiência pode-se inferir as seguintes conclusões:

a) a incorporação de massa vegetal ao solo, imediatamente antes do plantio, apresenta resultados significativos e positivos na produção do feijoeiro: aumento de 82,6%, devido à incorporação de soja-perene, e de 66,4% para a de gramínea, em relação aos tratamentos que não receberam tal prática;

b) houve efeito positivo na produção de grãos, devido ao estado em que se encontrava a massa vegetal incorporada; quando picada, ocorreram valores mais altos, porém não estatisticamente significativos, de 163 kg/ha, para a soja perene, e de 132 kg/ha para a gramínea;

c) sobre a produção não foi constatado qualquer efeito do sombreamento parcial, sendo estatisticamente idênticas as produções da testemunha e do tratamento "sombreado";

d) da forma que o sombreamento foi aplicado não se verificou seu efeito na temperatura ambiente, podendo-se esperar efeito benéfico em condições ecológicas mais extremas, em que a insolação venha a se tornar fator de elevação drástica da temperatura.

ECOLOGICAL STUDIES WITH DRY BEANS (*PHASEOLUS VULGARIS* L.).

I — EFFECTS OF INCORPORATING UNDECOMPOSED VEGETATIVE MATTER IN THE SOIL AND OF PARTIAL SHADING OF THE PLANTS

SUMMARY

In 1969 an experiment with dry beans was started at the Estação Experimental de Jundiá (State of São Paulo) with the scope to study the effects of the incorporation in the soil of undecomposed vegetative matter, which sources were leguminous plants (*Glycine wightii* Verdc.) and grass (*Melinis minutiflora* Beauv.), as well as of the partial shading of the plants.

Soil temperatures were determined at depths of two and ten centimeters in all treatments. Air temperature was determined in plots with and without shading.

The treatments which consisted in the incorporation of undecomposed vegetative matter at all times produced higher yields than those with shading and control. There was no significant difference in grain yields of treatments with leguminous plants and grass, as well as between shading and control.

With incorporation of vegetative matter the variation of the temperature in the soil was a little lower than with shading or control.

LITERATURA CITADA

1. DASBERG, S. & BAKKER, J. W. Characterizing soil aeration under changing soil moisture conditions for bean growth. *Agron. J.* 62:689-692, 1970.
2. MASCARENHAS, H. A. A.; MIYASAKA, S.; LOVADINI, L. A. C., e outros. Efeito da adubação verde do feijoeiro "da seca" com *Crotalaria juncea* L., empregando-se tôda a vegetação ou retirando-se do campo as hastes despojadas de suas fôlhas. *Bragantia* 26:219-234, 1967.

3. MIYASAKA, S.; CAMARGO, A. P.; INFORZATO, R. & IGUE, T. Efeitos da cobertura e da incorporação ao solo, imediatamente antes do plantio, de diferentes formas de matéria orgânica não decomposta, na cultura do feijoeiro. *Bragantia* 25:349-364, 1966.
4. ——— & ALMEIDA, L. D. A. Clima e solo para o feijoeiro. Campinas, Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, 1968. 40p. (Mimeografado)
5. ———; LOVADINI, L. A. C.; FREIRE, E. S. & VAN RAIJ, B. Efeitos sobre a produção do feijoeiro, da aplicação de diversos tipos de matéria orgânica não decomposta, na presença da adubação mineral com P, NP ou PK. *Bragantia* 26:187-196, 1967.