

## ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E RENDIMENTO DE GRÃOS DE MILHO SOB DO CULTIVO CONSORCIADO COM ADUBOS VERDES

Reges HEINRICHS

Prof. Dr., UNESP – Dracena

Godofredo César VITTI

Prof. Titular, USP/ESALQ

Paulo Alexandre Monteiro de FIGUEIREDO

Prof. Dr., UNESP –Dracena

### RESUMO

Para avaliar o sistema consorciado de milho com adubos verdes, foram estudadas as características químicas do solo, produção de matéria seca dos adubos verdes e o rendimento de grãos de milho, num experimento conduzido a campo entre 1995 e 1997, em solo classificado como Nitossolo Vermelho Eutrófico. O milho foi semeado com espaçamento de 90 cm nas entrelinhas, perfazendo aproximadamente 50.000 plantas por hectare. Os tratamentos constaram de quatro espécies de adubos verdes: mucuna anã [*Mucuna deeringiana* (Bort.) Merr], guandu anão (*Cajanus cajan* L.), crotalária (*Crotalaria spectabilis* Roth) e feijão de porco (*Canavalia ensiformis* L.) e um tratamento testemunha, sem cultivo consorciado. As espécies vegetais utilizadas como adubos verdes foram semeadas sem adubação, no meio da entrelinha, em duas épocas: simultaneamente com o milho e 30 dias após. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Após dois anos de aplicação dos tratamentos houve variação nos valores de MO, P, K, Al e m. No segundo ano de cultivo, a maior produção de grãos de milho foi no sistema consorciado com feijão de porco.

**PALAVRAS CHAVE:** Nutrientes, *Zea mays*, mucuna anã, guandu anão, Crotalária, feijão de porco, adubação verde.

### ABSTRACT

To evaluate the mixed cropping of green manure and corn, the soil chemical characteristics, green manure dry matter production and corn yield, were determined in a field experiment carried out between 1995 and 1997, in an Aleudalf Soil, located in Piracicaba, State of São Paulo, Brazil. Corn was sown in rows 90 cm apart, to obtaining approximately 50,000 plants per hectare. The treatments consisted of four species of green manure: dwarf mucuna [*Mucuna deeringiana* (Bort.) Merr], dwarf pigeon pea (*Cajanus cajan* L.), crotalaria (*Crotalaria spectabilis* Roth), jack bean (*Canavalia ensiformis* L.) and a control without green manure. Seeds of green manure species were sown without fertilizer application in a single row in the middle of the corn rows, simultaneously with corn, or 30 days after the corn sowing date. The experimental design was randomized blocks, with split plots and four replicates. After two years, there

was variation in the value of the MO, P, K, Al and m. In the second year, the largest yield of corn grains was in intercropping with jack bean.

**KEY WORDS:** Nutrients, *Zea mays*, dwarf mucuna, dwarf pigeon pea, *crotalaria spectabilis*, jack bean.

## INTRODUÇÃO

A adubação verde é conhecida desde a antiguidade e definida como uma prática agrícola programada que consiste na incorporação ou não de material vegetal ao solo, com a finalidade de manter ou melhorar suas condições físicas, químicas e biológicas. Em razão do efeito positivo alcançado pela interação entre adubação mineral e adubação verde, é possível obter rendimentos maiores do que pelos seus empregos isolados.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar as alterações nas características químicas do solo, o desenvolvimento de adubos verdes e o rendimento de grãos de milho submetido ao sistema consorciado com adubos verdes.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo em um solo classificado como Nitossolo Vermelho Eutrófico, na área experimental pertencente à Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz / USP, Piracicaba, SP, Brasil. As culturas foram semeadas sob o sistema de plantio direto. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas com 4 repetições. Cada parcela era composta por 45 m<sup>2</sup>. O milho (XL 660) foi semeado no espaçamento de 0,90 m nas entrelinhas perfazendo aproximadamente 50000 plantas ha<sup>-1</sup>. Foram utilizadas 4 espécies de adubos verdes: mucuna anã (MA); guandu anão (GA); crotalaria spectabilis (CS) e feijão de porco (FP), semeadas sem adubação, na entrelinha, distanciadas 45 cm da linha do milho, em duas épocas: simultaneamente com a semeadura do milho (A) e 30 dias após (B). A população de plantas das espécies vegetais destinadas à adubação verde foram 10, 20, 20 e 10 plantas por metro linear, respectivamente, para MA, GA, CS e FP. A amostragem do solo foi realizada mediante a coleta de uma amostra na entrelinha da cultura do milho, com auxílio da pá-de-corte, nas profundidades de 0 - 10 e 10 - 20 cm, antes da instalação e após dois anos de condução do experimento. O rendimento de grãos de milho foi avaliado mediante colheita manual no estágio de grãos secos.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando-se as características químicas do solo, por ocasião da implantação do experimento (Tabela 1) com os valores de referência citados por Raji et al. (1996), constata-se que a área experimental era homogênea e de alta fertilidade. Após dois anos de cultivo, não houve influência dos tratamentos em alguns atributos do solo, como: pH, S-SO<sub>4</sub>, Ca, Mg e H + Al, SB, CTC e V (Tabela 2). A não influência dos adubos verdes nestes atributos pode estar relacionado ao curto período de condução do experimento (dois anos), bem como à menor produção de fitomassa na consorciação (Tabela 3) em relação ao cultivo do adubo verde

Tabela 1. Características químicas do solo no experimento por ocasião da instalação do experimento (1995). Piracicaba, SP.

Tratamento	pH(CaCl <sub>2</sub> )	MO	P	S-SO <sub>4</sub>	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V
s		g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	%
0 - 10 cm												
Testemunha	5,3	21	16	5,8	1,5	25	10	0	17	36	53	68
Mucuna anã	5,4	20	17	4,1	1,5	23	10	0	17	34	51	67
Guandu	5,0	24	21	7,3	1,6	23	9	0	24	34	57	60
anão												
Crotalária	4,9	20	16	6,4	1,6	25	10	0	21	37	57	65
Feijão de porco	5,2	22	21	4,3	1,7	26	11	0	19	38	58	66
Média	5,2	21	18	5,6	1,6	24	10	0	20	36	55	65
10 - 20 cm												
Testemunha	5,2	20	13	6,4	1,4	25	8	0	21	34	55	62
Mucuna anã	5,3	19	17	7,0	1,2	24	9	0	17	34	51	67
Guandu	4,9	20	17	7,1	1,3	22	7	0	23	30	52	58
anão												
Crotalária	5,2	20	16	7,1	1,5	24	9	0	17	34	51	67
Feijão de porco	5,2	22	16	4,1	1,7	24	10	0	17	36	53	68
Média	5,2	20	16	6,3	1,4	24	9	0	19	34	52	65

P, K, Ca e Mg: resina;

S-SO<sub>4</sub>: NH<sub>4</sub>OAc 0,5N em HOAc 0,25N.

isolado. Porém, dois anos após a aplicação dos tratamentos, verificou-se que os teores de MO e P do solo, na camada de 10 a 20 cm, apresentou tendência de aumento na presença de adubos verdes, destacando-se o feijão de porco, possivelmente, pela maior produção de fitomassa e pela característica da espécie em se adaptar sob condições de luz difusa, contribuindo na reciclagem do nutriente. Nos teores de K houve interação em função da época introdução dos adubos verdes, sendo que a *Crotalaria spectabilis* e o feijão de porco semeados 30 dias após o milho apresentaram maior concentração, também na profundidade 10 - 20 cm. As demais espécies destinadas à adubação verde não apresentaram efeito em função da época de semeadura.

No segundo ano, mesmo com valores relativamente baixos, verificou-se efeito dos tratamentos na presença de Al no solo (Tabela 2). Observou-se que nos tratamentos com feijão de porco o teor é muito baixo ou inexistente, enquanto nos demais tratamentos com adubos verdes é semelhante à testemunha (sem adubo verde consorciado). Alguns valores representativos dos teores de Al foram zero, portanto os resultados foram transformados para Al + 1.

Verifica-se de acordo com a Tabela 3, que no tratamento feijão de porco, a média no rendimento de grãos de milho do segundo ano, apresentou acréscimo de 20 % em relação à testemunha. Possivelmente, neste tratamento, o milho foi beneficiado pela maior disponibilidade de nutrientes, principalmente nitrogênio, proporcionada pela maior produção de fitomassa do adubo verde no ano anterior.

Tabela 2. Atributos químicos do solo após dois anos de cultivo consorciado de milho e adubos verdes semeados simultaneamente com o milho (A) ou 30 dias após (B), no ano agrícola 1996/97.

Época de semeadura	T	MA	GA	CS	FP	Média	T	MA	GA	CS	FP	Média
0- 10 cm						10 - 20 cm						
pH (CaCl <sub>2</sub> )												
A	5,2	4,9	4,8	5,0	5,2	5,0	5,5	5,0	4,9	4,9	5,1	5,1
B	4,5	5,0	5,0	4,9	5,3	4,9	4,7	4,9	4,8	5,0	5,3	5,0
Média	4,9	5,0	4,9	5,0	5,3		5,1	5,0	4,9	5,0	5,2	
CV: 7%						CV: 7%						

MO (g dm <sup>-3</sup> )												
A	19	17	19	17	18	18	16	16	17	18	19	18
B	17	18	19	20	19	18	16	17	18	18	19	18
Média	18	18	19	18	19		16B	17AB	18A	18A	19A	
CV: 11%						CV: 9%						
P (mg dm <sup>-3</sup> )												
A	15	14	22	12	14	15	9	13	14	13	20	14
B	16	13	12	13	20	15	9	13	13	10	25	14
Média	15	13	17	13	17		9B	13B	13B	12B	22A	
CV: 30%						CV: 25%						
S-SO <sub>4</sub> (mg dm <sup>-3</sup> )												
A	17	22	19	23	16	19	17	26	26	18	19	21
B	25	21	20	22	14	20	35	24	25	17	16	23
Média	21	22	19	22	15		27	25	26	17	17	
CV: 32%						CV: 35%						
K (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )												
A	4,1	3,6	3,7	3,8	5,2	4,0	1,9	1,6	2,1	1,8b	1,9b	1,8b
B	4,5	3,0	4,6	6,8	5,0	4,8	2,2	1,9	2,1	3,4a	3,5a	2,6a
Média	4,3	3,3	4,2	5,3	5,1		2,0B	1,8B	2,1B	2,6A	2,7A	
CV: 34%						CV: 30%						
Ca (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )												
A	40	33	33	34	41	37	47	41	35	44	46	43
B	35	37	38	33	41	37	30	37	40	38	56	40
Média	38	35	36	33	41		39	40	38	41	51	
CV: 18%						CV: 23%						
Mg (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )												
A	16	15	14	14	16	15	20	18	15	19	19	18
B	14	16	17	14	17	15	14	17	19	17	24	18
Média	15	16	15	14	17		17	18	17	18	22	
CV: 23%						CV: 24%						
Al (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3(2)</sup> )												
A	2,0A	2,2A	2,5A	1,7B	1,2B	1,9	1,0	1,5	1,5	1,7	1,5	1,4
B	2,5A	1,7B	1,6B	1,5B	1,0B	1,6	2,5	2,7	2,2	1,5	1,0	2,0
Média	2,3A	2,0A	2,0A	1,6AB	1,1B		1,7	2,1	1,9	1,6	1,2	
CV: 29						CV: 33						
H + Al (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )												
A	29	30	36	31	29	31	24	30	33	29	28	29
B	38	32	29	30	25	31	34	34	31	33	24	32
Média	33	31	32	31	27		30	33	32	31	26	
CV: 21%						CV: 21%						
SB (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )												
A	60	52	51	51	62	55	69	61	53	64	68	63
B	53	56	60	53	63	57	46	57	62	58	83	61
Média	57	54	55	52	63		58	59	57	61	76	
CV: 17%						CV: 21%						

Continua.

Tabela 2. Continuação.

Época de semeadura	T	MA	GA	CS	FP	Média	T	MA	GA	CS	FP	Média
	0- 10 cm						10 – 20 cm					
CTC (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )												
A	89	82	87	83	92	87	94	91	87	94	96	92
B	91	89	88	84	89	88	81	91	93	92	108	93
Média	90	85	87	83	90		87	91	90	93	102	
CV: 6%						CV: 10%						
V (%)												
A	67	63	58	62	69	64	72	66	61	68	71	68
B	58	63	67	64	71	65	57	61	65	63	77	65
Média	62	63	63	63	70		65	64	63	66	74	
CV: 12%						CV: 13%						
m (%)												
A	3,2A	4,4A	4,8aA	3,4A	2,0B	3,5	1,5	2,5	2,8	2,9	2,2	2,4
B	4,5A	3,2A	1,7bB	2,7AB	1,6B	2,7	5,2	5,4	3,9	2,6	1,1	3,7
Média	3,8A	3,8A	3,2AB	3,1AB	1,8B		3,3	3,9	3,4	2,7	1,7	
CV: 38%						CV: 39%						

T: testemunha (sem adubo verde consorciado); MA: mucuna anã; GA; guandu anão; CS: *Crotalaria spectabilis*; FP: feijão de porco. <sup>(1)</sup> Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey a 5%. P, K, Ca e Mg: resina; S-SO<sub>4</sub>: NH<sub>4</sub>OAc 0,5N em HOAc 0,25N.

Tabela 3. Produção de matéria seca dos adubos verdes e rendimento de grãos de milho consorciado com adubos verdes semeados simultaneamente com o milho (A) ou 30 dias após (B), nos anos agrícolas 1995/96 e 1996/97.

Época de semeadura	Testemunha	Mucuna anã	Guandu anão	Crotalária spectabilis	Feijão de porco	Média
kg ha <sup>-1</sup>						
1995/96						
Produção de matéria seca dos adubos verdes						
A	304B	641B	537aB	620aB	1565A	733a
B	446B	386B	194Bb	233bB	1365A	525b
Média	375B	513B	365b	427B	1465A	
CV: 35%						
Rendimento de grãos						
A	5988	5797	5675	6153	5675	5858
B	6429	5766	5862	6244	6171	6094
Média	6209	5782	5769	6198	5923	
CV: 11%						
1996/97						
Produção de matéria seca dos adubos verdes						
A	1119	596	1015	429	1733	978a
B	963	584	441	337	1287	722b
Média	1041	591C	728BC	383C	1510A	
CV: 31%						
Rendimento de grãos						
A	6187	5704	5815	5680	7548	6187
B	5970	5861	5860	5817	7067	6115
Média	6078B	5783B	5838B	5748B	7308A	
CV: 8%						

<sup>(1)</sup> Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

## CONCLUSÕES

\* Após dois anos de aplicação dos tratamentos houve variação nos valores de MO, P, K, Al e m.

\* No segundo ano de cultivo, a maior produção de grãos de milho foi no sistema consorciado com feijão de porco.