

## Manejo de nitrogênio no cultivo consorciado de milho e soja

### *Nitrogen management in the intercropping of corn and soybeans*

Luara Silva Pereira\*, Paulo Fernando Adami†,

Vanderson Vieira Batista‡,

#### RESUMO

O cultivo consorciado de milho e soja tem-se mostrado como uma técnica eficiente para elevar a produtividade de biomassa por área e os teores de proteína bruta da silagem e vários fatores podem influenciar a produtividade das culturas, sendo o sistema de consórcio bem complexo. O objetivo do estudo é mensurar a produtividade de silagem e aferir parâmetros bromatológicos, em função das formas de aplicação de nitrogênio no cultivo consorciado de milho e soja com diferentes arranjos de linhas. O estudo foi conduzido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus de Dois Vizinhos – Paraná em delineamento de blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas. Foram avaliados cinco arranjo de linhas e duas formas de aplicação de nitrogênio. Nenhuma das variáveis analisadas (população final de milho e soja, produtividade de massa seca para silagem de milho, soja e total, matéria mineral, proteína bruta e produtividade de proteína bruta por área) exibiram interação entre os fatores estudados, tampouco efeito para a forma de aplicação de nitrogênio ao ser analisada de forma isolada. Entretanto, os arranjos de linhas, influenciou a população e produtividade de massa seca da soja, proteína bruta e produtividade de proteína bruta por área com tendência de apresentarem maiores valores nos arranjos de linhas com 30 cm de espaçamento.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, *Glycine max*, produtividade, proteína bruta

#### ABSTRACT

The intercropping of corn and soybeans has been shown to be an efficient technique to increase biomass yield per area and crude protein content in silage, and several factors can influence crop productivity, and the intercropping system is quite complex. The objective of the study is to measure the silage yield and assess bromatological parameters, as a function of the forms of nitrogen application in the intercropping of corn and soybeans with different row arrangements. The study was conducted at the Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus de Dois Vizinhos – Paraná in a randomized block design, in a split-plot scheme. Five line arrangements and two forms of nitrogen application were evaluated. None of the analyzed variables (final population of corn and soybeans, dry mass yield for corn silage, soybean and total, mineral matter, crude protein and crude protein yield per area) exhibited interaction between the studied factors, nor any effect for form nitrogen application when analyzed in isolation. However, the row arrangements influence the population and soybean dry mass yield, crude protein and crude protein yield per area with a tendency to present higher values in row arrangements with 30 cm spacing.

**Keywords:** *Zea mays*, *Glycine max*, yield, crude protein

\* Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, Dois Vizinhos, PR, Brasil; [silvap.luara@gmail.com](mailto:silvap.luara@gmail.com)

† Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, Dois Vizinhos, PR, Brasil; [pauloadami@utfpr.edu.br](mailto:pauloadami@utfpr.edu.br)

‡ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, Pato Branco, PR, Brasil; [vandersonvbatista@hotmail.com](mailto:vandersonvbatista@hotmail.com)



## 1 INTRODUÇÃO

O cultivo consorciado de milho e soja tem-se mostrado como uma técnica eficiente para elevar a produtividade de biomassa por área e os teores de proteína bruta da silagem (BATISTA et al., 2019; BAGHDADI et al., 2016). Apesar da consorciação de milho e soja apresentar vantagens para o sistema de produção, esta técnica ainda é inexplorada na agricultura contemporânea dos países desenvolvidos (XU et al., 2020).

Além do arranjo de linhas, Yong et al. (2018) enfatiza que a taxa de fertilizantes e o método de aplicação de nitrogênio em sistemas de consórcio com leguminosas e cereais, são fatores que requerem ensaios para então o sistema ser empregado em lavouras agrícolas. Sabe-se que, o milho é altamente responsivo a quantidade de nitrogênio fornecido, elevando a área foliar e a produtividade de massa seca (OHLAND et al., 2005), enquanto a soja é uma cultura muito eficiente em realizar a fixação biológica de nitrogênio (HERRIDGE et al., 2008).

Sendo assim, o estudo tem por objetivo mensurar a produtividade de massa seca para silagem e aferir seus parâmetros bromatológicos da silagem, em função das formas de aplicação de nitrogênio no cultivo consorciado de milho e soja com diferentes arranjos de linhas.

## 2 MÉTODO

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental e no Laboratório de Análises Bromatológicas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus de Dois Vizinhos – Paraná, Brasil. O clima local é classificado como Cfa (ALVARES et al., 2013) e o solo como Latossolo Vermelho distrófico (BHERING et al., 2008).

O estudo foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, com três repetições. As parcelas principais foram compostas por diferentes arranjos de linhas (duas linhas de milho + duas linhas de soja com espaçamento de 30 cm entre linhas (2M+2S-30); três linhas de milho + três linhas de soja com espaçamento de 30 cm entre linhas (3M+3S-30); quatro linhas de milho + quatro linhas de soja com espaçamento de 30 cm entre linhas (4M+4S-30); uma linha de milho + uma linha de soja com espaçamento de 45 cm entre linhas (1M+1S-45); duas linhas de milho + duas linhas de soja com espaçamento de 45 cm entre linhas (2M+2S-30)). Já na subparcela foi inserido as formas de manejo de nitrogênio, sendo 1 – aplicação de nitrogênio apenas no milho e, 2 – aplicação de nitrogênio em área total. As subparcelas foram compostas por sete metros de comprimento, por 5,4 metros de largura 37,8 m<sup>2</sup>.

A semeadura das culturas foi realizada simultaneamente com auxílio de uma semeadora de araste hidráulica em 17 de setembro de 2019. A regulagem de densidade de semeadura foi realizada para a cultura do milho, 60.000 sementes ha<sup>-1</sup>, sendo a densidade da soja consequência (214.288 sementes soja ha<sup>-1</sup>). Juntamente a semeadura, foi realizada adubação de base em todas as linhas de cultivo, 400 kg ha<sup>-1</sup> de adubo químico 8-20-15 (N-P-K).

Quando o milho se encontrava em estágio fenológico V4, foi realizada a aplicação do nitrogênio (75 kg ha<sup>-1</sup> de N). O ponto de silagem do milho (35% de massa seca) foi observado em 6 de janeiro de 2020 (111 dias após a semeadura). Neste momento avaliou-se a população final de milho e soja, contando o número de plantas e extrapolando para hectares (plantas ha<sup>-1</sup>).



As plantas foram coletadas, cortando-as a 25 cm acima do solo. Estas amostras foram pesadas isoladamente (por cultura) para estimar a produtividade de massa verde de silagem ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Na sequência, as plantas foram moídas em uma ensiladeira estacionária com tamanho médio de partícula de 1 cm e uma amostra 300 g de forragem de milho e soja por tratamento, foram inseridas em sacos de papéis e levadas a estufa com circulação forçada de ar a 65 °C até obter massa constante, e então pesadas, para determinar a porcentagem de massa seca (%) de ambas as culturas. As porcentagens de massa seca resultante de cada cultura, em cada tratamento, foram relacionadas com os respectivos valores de produtividade de massa verde para obter a produtividade de massa seca das culturas ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Ainda, somando-se os valores de produtividade de massa seca de milho com a produtividade da soja, nos respectivos tratamentos, foi determinada a produtividade total massa seca total (silagem) ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).

As amostras de forragens de milho e soja (biomassa verde) oriundas da coleta para determinação da produtividade de biomassa, foram agrupadas e misturadas nos respectivos tratamentos, afim de obter uma biomassa homogênea. Deste material, 3 Kg (mantendo-se a proporção real entre milho e soja) foram acondicionados em sacos plásticos “microsilos” (56 x 30 cm e 15 mm de espessura), e o ar retirado com um aspirador de pó. Os microsilos foram vedados e permaneceram armazenados por 45 dias a sombra para fermentação.

Após este período, os microsilos foram abertos e, uma amostra composta de 300 g de silagem de cada microsilos foram inseridas em sacos de papel, os quais foram levados a estufa com circulação forçada de ar a 65 °C até obter massa constante. A silagem seca foi moída em moinho de faca estacionário tipo Willey com peneira de 1 mm e o material encaminhado ao Laboratório de Bromatologia. No laboratório foi realizada análise de quantidade de proteína bruta da amostra (%), e, matéria mineral (%). Além disso, multiplicando os valores de proteína bruta da silagem pelos valores de produtividade de total de massa seca para estimar a produtividade de proteína bruta por área ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).

Os dados foram submetidos a análise variância (ANOVA) a 5% de probabilidade e sendo constatado efeito significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% a probabilidade. A análise estática foi realizada com auxílio do software Sisvar 5.6.

### 3 RESULTADOS

Com valor médio de 55.237,04 plantas  $\text{ha}^{-1}$  (Tabela 1), a cultura de milho exibiu valores semelhantes de população final de plantas, indicando que os fatores estudados não exercem efeito sobre a variável, colaborando com resultados obtidos por Batista et al. (2019). Acredita-se, que tais resultados são provenientes da utilização de apenas uma densidade de sementeira de milho e este fato sugere que nos arranjos avaliados, a competição intra e interespecífica não é capaz de inferir sobre os valores da variável.

A população final de soja não apresentou interação entre os fatores avaliados (Tabela 1). Porém, ao analisá-los de forma isolada observa-se que o arranjo de linhas utilizados apresenta efeito ( $p \leq 0,05$ ) sobre a variável, no qual o arranjo 4M+4M-30 se destaca com maiores valores (114.722,22 plantas  $\text{ha}^{-1}$ ), diferindo estatisticamente dos arranjos 1M+1M-45 e 2M+2M-45. Também os arranjos 2M+2M-30 e 3M+3M-30 exibem maior população de plantas de soja em relação a utilização do arranjo 1M+1M-45 (Tabela 1).

A densidade de sementeira de soja foi consequência da densidade de milho, entretanto foi a mesma para todos os arranjos. Observa-se que nos tratamentos com 45 cm entre linhas (1M+1M-45 e 2M+2M-45), foi constatado os menores valores para a variável, arranjos estes que apresentam maior adensamento de sementes



na linha. Os resultados sugerem que ocorreu maior competição nestes tratamentos, colaborando com Batista et al. (2019), os quais apontam que a maior densidade de plantas por metro linear pode resultar no auto desbaste, nos quais as plantas com menor vigor podem morrer.

**Tabela 1. Componentes de rendimento e bromatológicos de silagem mista de milho e soja provenientes de diferentes arranjos de linhas e formas de aplicação de nitrogênio, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Dois Vizinhos – PR, 2020**

Fatores	POPM	POPS	PRODM	PRODS	PRODT	MM	PB	PRODPB
P Valor								
AL	0,4692	0,0007	0,7135	0,0000	0,6066	0,9962	0,0010	0,0007
FAM	0,8379	0,9434	0,1166	0,4392	0,1667	0,6840	0,2760	0,8008
AL * FAM	0,8215	0,5599	0,8600	0,5889	0,8622	0,8467	0,9014	0,9422
CV 1 (%)	6,30	11,02	11,19	15,96	9,32	11,68	6,74	8,47
CV 2 (%)	4,20	16,00	6,20	10,49	5,59	11,02	9,31	10,73
Média	55237,04	95833,33	14980,00	2062,01	17042,01	4,50	11,01	1876,51
Arranjo de linhas (AL)								
2M+2M-30	57.277,78	95.000,00 ab	15.588,00	1.520,25 b	17.108,25	4,44	10,74 bc	1.842,66 ab
3M+3M-30	55.481,48	108.518,52 ab	14.554,67	3.000,00 a	17.554,67	4,50	12,30 a	2.156,37 a
4M+4M-30	53.500,00	114.722,22 a	14.382,00	3.150,63 a	17.532,63	4,48	12,12 ab	2.127,67 a
1M+1M-45	55.481,48	70.740,74 c	15.115,33	1.150,50 b	16.265,83	4,56	10,07 c	1.626,20 b
2M+2M-45	54.444,44	90.185,19 bc	15.260,00	1.488,67 b	16.748,67	4,52	9,81 c	1.629,63 b
Formas de aplicação de nitrogênio (FAM)								
ANM	55.148,15	95.629,63	15.271,07	2.030,18	17.301,25	4,46	10,79	1.866,98
ANT	55.325,93	96.037,04	14.688,93	2.093,83	16.782,77	4,54	11,22	1.886,03

P <= 0,05 = diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. POPM = população final de milho (plantas ha<sup>-1</sup>), POPS = população final de soja (plantas ha<sup>-1</sup>), PRODM = produtividade de massa seca para silagem de milho (kg ha<sup>-1</sup>); PRODS = produtividade de massa seca para silagem de soja (kg ha<sup>-1</sup>); PRODT = produtividade de massa seca para silagem total (kg ha<sup>-1</sup>); MM = matéria mineral (%); PB = proteína bruta (%), PRODPB = produtividade de proteína bruta por área (kg ha<sup>-1</sup>). AL = arranjo de linhas, FAM = Formas de aplicação de nitrogênio, AM = aplicação de nitrogênio apenas no milho, ANT = aplicação de nitrogênio em área total.

**Fonte: Autoria própria (2021).**

Observa-se na Tabela 1 que a produtividade de massa seca para silagem da cultura do milho não foi influenciada pelos fatores estudados, exibindo valor médio de 14.980,00 kg ha<sup>-1</sup>. Supõem-se que, como o estande final de plantas do milho foi semelhante para os arranjos estudados, logo proporcionou produção de massa seca para silagem semelhante.

Para a produtividade de massa seca para silagem de soja relatou-se efeito do arranjo de linhas empregado, no qual 3M+3M-30 exibe produtividade superior em 1.480, 1.850 e 1.511 kg ha<sup>-1</sup> e, 4M+4M-30 com produtividade superior de 1.631, 2.000 e 1.662 kg ha<sup>-1</sup> na comparação com os arranjos 2M+2M-30, 1M+1M-45 e 2M+2M-45 respectivamente (Tabela 1). Estes resultados possivelmente estão relacionados a melhor distribuição de sementes (maior espaço de entre as sementes) nos arranjos de 30 cm entre linhas e, ao maior espaçamento entre linhas milho x soja. Ren et al. (2016), ao avaliarem diferentes arranjos no sistema de



consórcio milho e soja e relatam que o arranjo de linhas é um fator que interfere no desenvolvimento e rendimento produtivo da soja.

Assim como a produtividade de massa seca para silagem do milho, a produtividade de massa seca total para silagem não exibiu interação entre os fatores avaliados, tampouco diferença ao avaliar os fatores de forma isolados (Tabela 1). Imagina-se que pelo fato de a produtividade de massa seca para silagem do milho ser semelhante entre os tratamentos e representar a maior porcentagem de massa seca no montante de silagem, contribuiu para que não se houve alteração no montante de silagem produzido.

A matéria mineral da silagem não foi influenciada pelos fatores estudados, apresentando valores médios de 4,5% (Tabela 1). Entretanto, observa-se na Tabela 1 que a proteína bruta da silagem não exibe interação entre os fatores, mas que o arranjo de linhas ao ser analisado de forma isolada mostra diferença entre os tratamentos (Tabela 1). O arranjo 3M+3M-30 exibe 1,56, 2,23 e 2,49% a mais na comparação com 2M+2M-30, 1M+1M-45 e 2M+2M-45 respectivamente, enquanto 4M+4M-30 mostra-se superior em 2,05 e 2,31% em relação a 1M+1M-45 e 2M+2M-45 respectivamente.

Nota-se relação dos maiores valores observados para a população final de soja e produtividade de massa seca para silagem de soja, com os valores superiores de proteína bruta da silagem. A silagem composta apenas de milho apresenta 7,3% de proteína bruta e, ao avaliarem adições de 25 e 50% de biomassa de soja na silagem de milho, é obtido elevação para 10,5 e 13,6% respectivamente, nos teores de proteína bruta na silagem (STELLA et al., 2016).

A produtividade de proteína bruta por área foi influenciada apenas pelos arranjos de linhas avaliados, nos quais 3M+3M-30 mostrou-se superior em 530 e 524 kg ha<sup>-1</sup> e, 4M+4M-30 502 e 498 kg ha<sup>-1</sup> em relação aos arranjos 1M+1M-45 e 2M+2M-45 respectivamente (Tabela 1). Observa-se que a produtividade de proteína bruta por área está relacionada aos maiores valores de produtividade de massa seca de soja e proteína bruta, relatado nestes tratamentos.

Esses resultados corroboram com estudos realizados por Batista et al. (2019), nos quais relatam que os arranjos consorciados de milho e soja (2M+2S e 4M+4S) apresentaram maior valor de proteína bruta por área em relação aos demais arranjos consorciados e milho.

A utilização de arranjo de linhas adequado (3M+3M-30 e 4M+4M-30) imagina-se que o cultivo consorciado de milho e soja apresenta potencial de ser uma técnica aplicável ao produtor rural, pois pode elevar os teores de proteína da silagem e aumentar a produtividade de proteína bruta por área.

#### **4 CONCLUSÃO**

Nas condições de realização do estudo, o manejo de nitrogênio não interfere sobre os componentes de rendimento e parâmetros bromatológicos de silagem mistas de milho e soja.

Os arranjos de linhas interferem sobre a população e produtividade de massa seca para silagem de soja, porcentagem de proteína bruta da silagem e produtividade de proteína bruta por área, com destaque aos arranjos 3M+3M-30 e 4M+4M-30 os quais exibem os valores superiores.

#### **AGRADECIMENTOS**

A Fundação Araucária, pela bolsa concedida e auxílio financeiro. A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos pela concessão da área experimental e laboratórios.





## REFERÊNCIAS

- ALVARES, Clayton Alcarde; STAPE, José Luiz; SENTELHAS, Paulo Cesar; GONÇALVES, José Leonardo de Moraes; SPAROVEK, Gerd. **Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2013.
- BAGHDADI, Ali; HALIM, Ridzwan; OTHMAN, Radziah; YUSOF, Martini Mohammad; ATASHGAHI, Ali Reza Mahdavi. **Productivity, relative yield and plant growth of forage maize intercropped with soybean under different crop combination ratio**. Legume Research, v.39, n. 4, 2016.
- BATISTA, Vanderson Vieira; ADAMI, Paulo Fernando; DE MORAES, Pedro Valério Dutra; OLIGINI, Karine Fuschter.; GIACOMEL, Cleverson Luiz.; LINK, Lucas. **Row Arrangements of Maize and Soybean Intercrop on Silage Quality and Grain Yield**. Journal of Agricultural Science, v. 11, n. 2, 2019.
- BHERING, Silvio Barge; SANTOS, Humberto Gonçalves; BOGNOLA, Itamar Antônio; CÚRCIO, Gustavo Ribas; CARVALHO JUNIOR, Waldir; CHAGAS, Cesar da Silva; SILVA, José de Souza. **Mapa de solos do Estado do Paraná, legenda atualizada**, 2008.
- HERRIDGE, David; PEOPLES, Mark; BODDEY, Robert. **Global inputs of biological nitrogen fixation in agricultural systems**. Plant and Soil, v. 311, n. 1-2, p. 1-18, 2008.
- OHLAND, Regiani Aparecida Alexandre; SOUZA, Luiz Carlos Ferreira; HERNANI, Luís Carlos; MARCHETTI, Marlene Estevão; GONÇALVES, Manoel Carlos. **Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto**. Ciência e Agrotecnologia, v. 29, n. 3, p. 538-544, 2005.
- REN, Yuanyuan; LIU, Jiajia; WANG, Zhiliang; ZHANG, Suiqi. **Planting density and sowing proportions of maize-soybean intercrops affected competitive interactions and water-use efficiencies on the Loess Plateau, China**. European Journal of Agronomy, v. 72, p. 70-79, 2016.
- STELLA, Laion Antunes; PERIPOLLI, Vanessa; PRATES, Ênio Rosa; BARCELLOS, Júlio Otávio Jardim. **Composição química das silagens de milho e sorgo com inclusão de planta inteira de soja**. Boletim de Indústria Animal, v.73, p. 73-79, 2016.
- XU, Zhan.; LI, C.; ZHANG, Chaochun; YU, Yang; WERF, War; ZHANG, Fusuo. **Intercropping maize and soybean increases efficiency of land and fertilizer nitrogen use: A meta-analysis**. Field Crops Research, v. 246, p. 107661, 2020.
- YONG, Tai Wen; Ping, Chen; Qian, Dong; Qing, Du; Feng, Yang; WANG, Xiao; YANG, Wei. **Optimized nitrogen application methods to improve nitrogen use efficiency and nodule nitrogen fixation in a maize-soybean relay intercropping system**. Journal of integrative agriculture, v. 17, n. 3, p. 664-676, 2018.