

Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

**A DENSIDADE DE SEMEADURA DA AVEIA SOBRE A EXPRESSÃO DA
PRODUTIVIDADE DE GRÃOS À INDÚSTRIA E PRODUTIVIDADE
BIOLÓGICA À ELABORAÇÃO DE SILAGEM¹**

**THE DENSITY OF SOWING OF THE OATS ON THE EXPRESSION OF
GRAIN PRODUCTIVITY TO THE INDUSTRY AND BIOLOGICAL
PRODUCTIVITY TO THE PREPARATION OF SILAGE**

**Lorenzo Ghisleni Arenhardt², Darlei Michalski Lambrecht³, Natiane
Carolina Ferrari Basso⁴, Luiz Michel Bandeira⁵, Eldair Fabricio Dornelles⁶,
José Antonio Gonzalez Da Silva⁷**

¹ Pesquisa Institucional desenvolvida no Departamento de Estudos Agrários, pertencente ao Grupo de Pesquisa em Sistemas Técnicos de Produção Agropecuária;

² Estudante do Curso de Agronomia, UNIJUI, bolsista PIBIC/CNPq, lorenzoarenhardt@gmail.com;

³ Estudante do Curso de Agronomia, UNIJUI, bolsista PIBIC/CNPq, darleilambrecht@yahoo.com;

⁴ Estudante do Curso de Agronomia, UNIJUI, bolsista PROBITI/FAPERGS, natianeferrari@gmail.com;

⁵ Estudante do Curso de Agronomia, UNIJUI, bolsista PIBITI/CNPq, luizmbandeira@hotmail.com;

⁶ Mestrando em Modelagem Matemática, UNIJUI, eldair.dornelles@gmail.com;

⁷ Professor do Departamento dos Estudos Agrários/UNIJUI, orientador; jagsfaem@yahoo.com.br.

INTRODUÇÃO

A variação da produtividade pela população de plantas está associada ao potencial do genótipo produzir afilhos férteis, uma vez que a densidade de sementeira influencia de forma direta o número de espigas e/ou panículas produzidas por área (VALÉRIO et al., 2009; CASTRO, DA COSTA e FERRARI NETO, 2012). Aliado a isto, a rápida cobertura do solo pelo ajuste do dossel pode favorecer melhor aproveitamento de luz e nutrientes, proporcionando controle mais efetivo na evolução de espécies consideradas invasoras (FLECK et al., 2009; LAMEGO et al., 2013). A variação da produtividade também está associada a grande variabilidade das condições de cultivo, sendo o ano agrícola o fator de maior contribuição (STORCK, CARGNELUTTI FILHO e GUADAGNIN, 2014; ARENHARDT et al., 2015). Portanto, anos de clima favorável e desfavorável alteram a eficiência de utilização dos recursos naturais e das tecnologias de manejo sobre a produtividade vegetal (MANTAI et al., 2015, ARENHARDT et al., 2015).

O contínuo melhoramento genético da aveia branca tem modificado significativamente a arquitetura de planta, através da redução na estatura, o ciclo, a área foliar, entre outras (SILVA et al., 2012; ROMITTI, et al., 2016). Portanto, são alterações que podem modificar a resposta das cultivares à população de plantas, principalmente quando se busca incremento na produtividade de biomassa à silagem ou de grãos à indústria. Embora existam trabalhos na literatura sobre o tema, há necessidade de propor alterações na densidade de sementeira da aveia, considerando o atual biotipo padrão, de ciclo curto e estatura reduzida, cultivado em escala comercial no Brasil. Portanto, o objetivo do estudo é propor um novo ajuste da densidade de sementeira no principal

Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

biotipo de aveia cultivado no Brasil sobre a expressão da produtividade de grãos à indústria e produtividade biológica direcionado à elaboração de silagem. Definir a possibilidade de indicar maior densidade de semeadura à maximização da produtividade de grãos e biomassa e partir da densidade ajustada, simular os reflexos sobre a produtividade biológica e de grãos em comparação a densidade de recomendação, considerando cultivares de alto e reduzido afilhamento em distintos anos agrícolas e sistemas de sucessão.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido nos anos de 2014, 2015 e 2016. Os estudos foram realizados em dois sistemas de sucessão, de elevada e reduzida relação C/N, sistema milho/aveia e soja/aveia, respectivamente. Em cada sistema de sucessão, dois experimentos foram conduzidos, um para quantificar a produtividade biológica e o outro visando à estimativa da produtividade de grãos. Nos experimentos o delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, seguindo esquema fatorial 4 x 2, para densidade de semeadura (100, 300, 600 e 900 sementes viáveis m⁻²) e cultivares de aveia (Brisasul e URS-Taura), com ciclo médio e estatura reduzida, respectivamente. As parcelas foram constituídas de 5 linhas de 5 m linear e espaçamento entre linhas de 0,20 m, totalizando 5 m² de unidade experimental.

A produtividade de grãos foi obtida pelo corte das plantas de três linhas centrais de cada parcela, pesado e estimado para hectare (PG, kg ha⁻¹). Para a produtividade biológica, o corte das plantas foi rente ao solo em que a amostra foi de um metro linear das três linhas centrais de cada parcela. As amostras foram secadas em estufa de ar forçado a temperatura de 65°C, pesadas e estimadas para hectare (PB, kg ha⁻¹). Os valores da média geral de produtividade de grãos, junto às informações de temperatura e precipitação pluviométrica foram usados para classificação do ano agrícola em favorável (AF), aceitável (AA) e desfavorável (AD). Procedeu-se o ajuste de equações de grau dois ($PG = a \pm bx \pm cx^2$) para a estimativa da densidade ideal de semeadura ($D = -b/2c$) voltada à máxima produtividade de grãos. Para as determinações foi empregado o programa computacional Genes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, no início do ciclo em 2014, a temperatura máxima foi mais elevadas (24,5 °C) em relação a 2015 e 2016, acompanhados por volume de chuvas reduzida durante a fase vegetativa e excesso de chuva na maturação e colheita. Estes fatos, justificam a menor produtividade obtida neste ano, caracterizando ano desfavorável (AD). No ano de 2015, a temperatura mínima na fase vegetativa foi a menor em relação aos demais anos. Os elevados volumes de chuvas durante o ciclo proporcionaram períodos de menor insolação, o que reduz a eficiência de fotossíntese pela planta. Portanto, a média de produtividade de grãos, justifica uma produtividade razoável, caracterizando 2015 como ano aceitável (AA) de cultivo. Em 2016, a temperatura mínima mostrou-se menor na fase vegetativa, acompanhada de precipitações superiores a 80 mm. Embora o volume total de chuvas tenha sido menor, a adequada distribuição de precipitação ao longo do ciclo foi decisiva na maior média de produtividade de grãos, caracterizando 2016 como ano favorável (AF) ao cultivo.

Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Tabela 1. Temperatura e precipitação nos meses de cultivo e média de produtividade de grãos

| Mês | Temperatura (°C) | | | Precipitação (mm) | | PG ₅ (kg ha ⁻¹) | Classe |
|----------|------------------|--------|-------|-------------------|----------|-------------------------------------------|--------|
| | Mínima | Máxima | Média | Média 25 anos* | Ocorrida | | |
| 2014 | | | | | | | |
| Maio | 11,1 | 24,5 | 17,8 | 149,7 | 20,3 | | |
| Junho | 9,3 | 19,7 | 14,5 | 162,5 | 59,4 | | |
| Julho | 7,4 | 17,5 | 12,4 | 135,1 | 176,6 | | |
| Agosto | 12,9 | 23,4 | 18,1 | 138,2 | 61,4 | 2516c | AD |
| Setembro | 12 | 23 | 17,5 | 167,4 | 194,6 | | |
| Outubro | 15 | 25,5 | 20,2 | 156,5 | 286,6 | | |
| Total | - | - | - | 909,4 | 798,9 | | |
| 2015 | | | | | | | |
| Maio | 10,5 | 22,7 | 16,6 | 149,7 | 100,5 | | |
| Junho | 7,9 | 18,4 | 13,1 | 162,5 | 191,0 | | |
| Julho | 8,3 | 19,2 | 13,7 | 135,1 | 200,8 | | |
| Agosto | 9,3 | 20,4 | 14,8 | 138,2 | 223,8 | 2983b | AA |
| Setembro | 9,5 | 23,7 | 16,6 | 167,4 | 46,5 | | |
| Outubro | 12,2 | 25,1 | 18,6 | 156,5 | 211,3 | | |
| Total | - | - | - | 909,4 | 973,9 | | |
| 2016 | | | | | | | |
| Maio | 10 | 22,6 | 16,3 | 149,7 | 108,5 | | |
| Junho | 8,9 | 20 | 14,5 | 162,5 | 86,0 | | |
| Julho | 7 | 20,6 | 13,8 | 135,1 | 97,0 | | |
| Agosto | 6,6 | 19,8 | 13,2 | 138,2 | 160,3 | 3400a | AF |
| Setembro | 9,6 | 21 | 15,3 | 167,4 | 119,7 | | |
| Outubro | 13,2 | 27,1 | 20,2 | 156,5 | 138,8 | | |
| Total | - | - | - | 909,4 | 712,0 | | |

* Precipitação pluviométrica nos meses de maio a outubro de 1989 a 2013. Dados da estação meteorológica IRDeR, UNIJUI. AF: ano favorável; AD: ano desfavorável; AA: ano aceitável; PG₅: produtividade média de grãos. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo modelo de Skott & Knott em nível de 5% de probabilidade de erro.

Na tabela 2, em condições de ano desfavorável (2014) e aceitável (2015) ao cultivo no sistema soja/aveia, a densidade ajustada à maior expressão da produtividade de grãos ficou entre 500 a 570 sementes m⁻², independente da cultivar. Destaca-se que nestes anos, a densidade ajustada de sementes promoveu incremento na produtividade de grãos em comparação a densidade recomendada (250 sementes m⁻²). No ano favorável de cultivo (2016), a densidade ajustada ficou ao redor de 410 e 420 sementes m⁻². Nesta condição, as diferenças entre a densidade ajustada e recomendada não mostraram alteração sobre a produtividade de grãos. De modo geral, no sistema soja/aveia, independente de ano e cultivar, a densidade ideal de semeadura foi de 500 sementes m⁻², incrementando a elaboração de grãos em comparação à densidade de recomendação em mais de 260 kg ha⁻¹.

No sistema milho/aveia (tabela 2), independente da condição de ano agrícola e de cultivar, a densidade ajustada de sementes mostrou valores superiores a 500 sementes m⁻². O uso da densidade ajustada também mostrou incremento de produtividade de grãos superior a recomendação. Destaca-se os resultados obtidos no ano aceitável ao cultivo da aveia (2015), em que a densidade ajustada incrementou a produtividade de grãos em mais de 485 e 600 kg ha⁻¹ na cultivar URS-Taura e Brisasul, respectivamente, em comparação à densidade de recomendação. De modo geral, independente de ano e cultivar, a densidade ajustada no sistema milho/aveia foi de 550 sementes m⁻², incrementando a produtividade de grãos em mais de 300 kg ha⁻¹ em relação a recomendação.

Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Tabela 2 - Equação de regressão e seus parâmetros na estimativa da produtividade de grãos pela densidade de semeadura recomendada e ajustada à produtividade de grãos (y_g) em aveia.

| Cultivar | Equação $PG = a \pm bx \pm cx^2$ | R ² | P (cx ²) | Densidade (s m ⁻²) | | y _g | |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|-----------------------------------|-----|----------------|-------|
| | | | | RC | AJ | RC | AJ |
| Sistema Soja/Aveia 2014 (AD) | | | | | | | |
| Brisasul | 1874 + 4,4343x - 4,42.10 ⁻³ x ² | 0,93 | * | 250 | 500 | 2706B | 2986A |
| URS-Taura | 1947 + 5,6068x - 5,57.10 ⁻³ x ² | 0,99 | * | 250 | 505 | 3001B | 3358A |
| 2015 (AA) | | | | | | | |
| Brisasul | 2145 + 5,1881x - 4,81.10 ⁻³ x ² | 0,94 | * | 250 | 540 | 3141B | 3544A |
| URS-Taura | 2243 + 6,2308x - 5,48.10 ⁻³ x ² | 0,89 | * | 250 | 570 | 3458B | 4014A |
| 2016 (AF) | | | | | | | |
| Brisasul | 3431 + 2,8854x - 3,54.10 ⁻³ x ² | 0,93 | * | 250 | 410 | 3931A | 4019A |
| URS-Taura | 3031 + 1,38642x - 1,65.10 ⁻³ x ² | 0,97 | * | 250 | 420 | 3274A | 3322A |
| Geral | 2445 + 4,2886x - 4,305.10 ⁻³ x ² | - | * | 250 | 500 | 3248B | 3513A |
| Sistema Milho/Aveia 2014 (AD) | | | | | | | |
| Brisasul | 2402 + 2,96546x - 2,85.10 ⁻³ x ² | 0,97 | * | 250 | 520 | 2965B | 3173A |
| URS-Taura | 2135 + 3,21667x - 3,14.10 ⁻³ x ² | 0,99 | * | 250 | 510 | 2743B | 2959A |
| 2015 (AA) | | | | | | | |
| Brisasul | 1294 + 6,65352x - 5,82.10 ⁻³ x ² | 0,99 | * | 250 | 570 | 2594B | 3196A |
| URS-Taura | 1683 + 4,42860x - 3,68.10 ⁻³ x ² | 0,97 | * | 250 | 600 | 2566B | 3051A |
| 2016 (AF) | | | | | | | |
| Brisasul | 2529 + 2,89005x - 2,76.10 ⁻³ x ² | 0,90 | * | 250 | 525 | 3079B | 3286A |
| URS-Taura | 2769 + 3,12254x - 2,71.10 ⁻³ x ² | 0,99 | * | 250 | 575 | 3380B | 3668A |
| Geral | 2135 + 3,87947x - 3,53.10 ⁻³ x ² | - | * | 250 | 550 | 2884B | 3201A |

R²: coeficiente de determinação; P (cx²): parâmetro que mede a significância em nível de 5% de probabilidade de erro; PG: produtividade de grãos; y_g: valor de produtividade de grãos estimado pelo modelo de regressão; RC: recomendada; AJ: ajustada; AF: ano favorável; AA: ano aceitável; AD: ano desfavorável. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo modelo de Skott & Knott em nível de 5% de probabilidade de erro.

Na tabela 3, da produtividade biológica, foi observado comportamento linear com parâmetro de inclinação positivo e significativo pelo incremento da densidade de sementes, independente de cultivar, ano agrícola e sistema de sucessão. No sistema soja/aveia, o uso da densidade ideal de semeadura pela produtividade de grãos no modelo de regressão linear da produtividade biológica, o ano favorável ao cultivo (2016) evidenciou a maior expressão de biomassa total. Inclusive, no modelo geral, em sistema soja/aveia, a densidade de 500 sementes m⁻² ajustada à maior produtividade de grãos, indicou uma expectativa de produtividade de biomassa de 8033 kg ha⁻¹, superior a biomassa produzida na comparação com a densidade de recomendação. No sistema milho/aveia, comportamento linear também foi observado, proporcionando elevados valores de biomassa total, principalmente no ano favorável de cultivo (2016), com valores superiores a 9200 kg ha⁻¹. No modelo geral, em sistema milho/aveia, a densidade com 550 sementes m⁻² ajustada à maior produtividade de grãos indicou uma expectativa de produtividade de biomassa de 8266 kg ha⁻¹, significativamente superior a densidade recomendada.

Tabela 3 - Equação de regressão e seus parâmetros na estimativa da produtividade biológica pela densidade de semeadura recomendada e ajustada à produtividade biológica (y_E) em aveia.

| Cultivar | Equação $PB = a \pm bx$ | R ² | P (bx) | Densidade (s m ⁻²) | | y _E | |
|-------------------------------|----------------------------|----------------|-----------|-----------------------------------|-----|----------------|-------|
| | | | | RC | AJ | RC | AJ |
| Sistema Soja/Aveia 2014 (AD) | | | | | | | |
| Brisasul | 6286 + 3,99x | 0,99 | * | 250 | 500 | 7283B | 8279A |
| URS-Taura | 6540 + 3,71x | 0,99 | * | 250 | 505 | 7573B | 8627A |
| 2015 (AA) | | | | | | | |
| Brisasul | 5339 + 2,72x | 0,98 | * | 250 | 540 | 6019B | 6808A |
| URS-Taura | 5636 + 1,98x | 0,88 | * | 250 | 570 | 6132B | 6766A |
| 2016 (AF) | | | | | | | |
| Brisasul | 7098 + 3,71x | 0,99 | * | 250 | 410 | 8025B | 8618A |
| URS-Taura | 7655 + 2,78x | 0,99 | * | 250 | 420 | 8351B | 8823A |
| Geral | 6425 + 3,22x | - | * | 250 | 500 | 7229B | 8033A |
| Sistema Milho/Aveia 2014 (AD) | | | | | | | |
| Brisasul | 6497 + 3,24x | 0,97 | * | 250 | 520 | 7308B | 8184A |
| URS-Taura | 6661 + 2,89x | 0,96 | * | 250 | 510 | 7383B | 8133A |
| 2015 (AA) | | | | | | | |
| Brisasul | 4196 + 4,14x | 0,99 | * | 250 | 570 | 5231B | 6556A |
| URS-Taura | 5404 + 4,05x | 0,88 | * | 250 | 600 | 6417B | 7835A |
| 2016 (AF) | | | | | | | |
| Brisasul | 7739 + 2,81x | 0,95 | * | 250 | 525 | 8442B | 9214A |
| URS-Taura | 8749 + 1,66x | 0,89 | * | 250 | 575 | 9163B | 9702A |
| Geral | 6541 + 3,14x | - | * | 250 | 550 | 7325B | 8266A |

R²: coeficiente de determinação; P (bx): parâmetro que mede a significância em nível de 5% de probabilidade de erro; PB: produtividade biológica; y_E: valor de produtividade de biomassa estimado pelo modelo de regressão; RC: recomendada; AJ: ajustada; AF: ano favorável; AA: ano aceitável; AD: ano desfavorável. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo modelo de Skott & Knott em nível de 5% de probabilidade de erro.

Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível indicar maior densidade de sementeira à maximização da produtividade de grãos à indústria e produtividade biológica direcionado à elaboração de silagem, com densidade ajustada de 500 sementes viáveis m^{-2} , independente de cultivar, ano agrícola e sistema de sucessão. Os valores simulados de produtividade com a densidade proposta mostram resultados mais vantajosos em relação densidade hoje recomendada.

Palavras-chave: *Avena sativa* L., sistemas de sucessão, condições meteorológicas, inovação, modelagem matemática

Key words: *Avena sativa* L., succession systems, meteorological conditions, innovation, mathematical modeling

REFERÊNCIAS

- ARENHARDT, E. G. et al. The nitrogen supply in wheat cultivation dependent on weather conditions and succession system in southern Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 48, p. 4322-4330, 2015.
- CASTRO, Gustavo Spadotti Amaral; DA COSTA, Claudio Hideo Martins; FERRARI NETO, J. Ecofisiologia da aveia branca. **Embrapa Amapá-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2012.
- FLECK, N. G. et al. Associação de características de planta em cultivares de aveia com habilidade competitiva. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p. 211-220, 2009.
- LAMEGO, F. P. et al. Habilidade competitiva de cultivares de trigo com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 31, n. 3, p. 521-531, 2013.
- MANTAI, Rubia D. et al. A eficiência na produção de biomassa e grãos de aveia pelo uso do nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 19, n. 4, 2015.
- ROMITTI, Marcos Vinícios et al. The management of sowing density on yield and lodging in the main oat biotype grown in Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 21, p. 1935-1944, 2016.
- SILVA, J. A. G. da et al. Uma proposta na densidade de sementeira de um biotipo atual de cultivares de aveia. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 18, p. 253-263, 2012.
- STORCK, Lindolfo; CARGNELUTTI FILHO, Alberto; GUADAGNIN, José Paulo. Análise conjunta de ensaios de cultivares de milho por classes de interação genótipo x ambiente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 3, p. 163-172, 2014.
- VALÉRIO, Igor Pirez et al. Fatores relacionados à produção e desenvolvimento de afilhos em trigo Factors related to tiller formation and development in wheat. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. suplemento 1, p. 1207-1218, 2009.