



Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.8, nº. 6, p.502 - 513, 2014
ISSN 1982-7679 (On-line)
Fortaleza, CE, INOVAGRI – <http://www.inovagri.org.br>
DOI: 10.7127/rbai.v8n600267
Protocolo 267.14 – 06/10/2014 Aprovado em 29/10/2014

CULTIVO DE AVEIA PRETA IRRIGADA SUBMETIDA A ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTASSICA

José Joaquim de Carvalho¹, Carla Deisiane Oliveira Costa², Adilson Pacheco³,
Fernando Nobre Cunha⁴, Nelmício Furtado da Silva⁵, Marconi Batista Teixeira⁶

RESUMO

A aveia preta é utilizada na rotação de culturas e como adubo verde em cultivos comerciais, pois permitem melhor aproveitamento e redução da adubação mineral. A aplicação de Nitrogênio (N) e do Potássio (K) em plantio de aveia preta (*Avena strigosa Shreb*) tem importância na produção de grãos e massa seca. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de N e de K na produção de grãos e de massa seca da aveia preta irrigada em sistema plantio direto. O experimento foi conduzido na área experimental da Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP, Botucatu, SP. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de seis doses de Nitrogênio: 0, 40, 80, 120, 160 e 240 kg ha⁻¹ e seis doses de Potássio: 0, 20, 40, 60, 80 e 100 kg ha⁻¹. A aplicação de N e K resultaram em maior produtividade de grãos e massa seca. A irrigação por aspersão convencional fixa, apresentou uma dispersão da lâmina aplicada concentrada principalmente próximo a lâmina mínima, com 26% dos valores oscilando entre 5,4 e 5,6 mm h⁻¹.

Palavras-chave: adubação, cultura de inverno, semeadura direta.

CULTIVATION OF OAT IRRIGATED SUBMITTED THE FERTILIZATION NITROGEN AND POTASSIUM

ABSTRACT

¹ Pós-doutorando em Ciências Agrárias - Agronomia, IFGoiano – Câmpus Rio Verde, Rodovia Sul Goiana, Km 01, CEP: 75.901-170, Rio Verde – GO, e-mail: josejoaquimcarvalho@yahoo.com.br

² Eng. Agrônomo, Dr. em Agronomia, Professora Adjunto, UFMS – Câmpus de Chapadão do Sul, e-mail: carladeisiane@hotmail.com

³ Eng. Agrícola, Dr. em Irrigação e Drenagem. Professor Adjunto, UFMT - Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais. Campus Universitário de Sinop. e-mail: adilsonpacheco@ufmt.br

⁴ Doutorando em Ciências Agrárias - Agronomia, IFGoiano – Câmpus Rio Verde, e-mail: fernandonobrecunha@hotmail.com

⁵ Doutorando em Ciências Agrárias - Agronomia, IFGoiano – Câmpus Rio Verde, e-mail: nelmiciofurtado@gmail.com

⁶ Eng. Agrônomo, Prof. Dr. em Agronomia, IFGoiano – Câmpus Rio Verde, e-mail: marconibt@gmail.com

The oat is used in crop rotation and as green manure in commercial plantation they allow better utilization and reduction of mineral fertilizing. The application of Nitrogen (N) and Potassium (K) in planting oat (*Avena strigosa Shreb*) is important in the production of grain and dry matter. The objective of this study was to evaluate the effect of doses N and K on production of grains and dry mass of irrigated oats in tillage. The experiment was conducted at the experimental area of the Faculty of Sciences Agronomy / UNESP, Botucatu, SP. The experimental design was a randomized complete block design with four replications. Treatments consisted of six doses of nitrogen: 0, 40, 80, 120, 160 and 240 kg ha⁻¹ and six doses of Potassium: 0, 20, 40, 60, 80 and 100 kg ha⁻¹. The application of N and K resulted in higher grain productivity and dry matter. The sprinkler fixed irrigation conventional, presented a dispersion of the blade applied mainly concentrated near the minimum blade, with 26% of values ranging between 5.4 and 5.6 mm h⁻¹.

Keywords: fertilization, winter culture, direct sowing.

INTRODUÇÃO

A aveia preta (*Avena strigosa Shreb*) é uma gramínea com crescimento cespitoso, podendo ultrapassar além de um metro (FAO, 2006). O sistema radicular é do tipo fasciculado, sendo de raízes fibrosas, o que facilita a penetração no solo. Os colmos são cilíndricos e eretos, compostos de nós e entrenós e relativamente cheios durante o período vegetativo. A inflorescência é uma panícula piramidal e difusa, apresentando espiguetas contendo um grão primário e um grão secundário e, raramente, um terciário. É utilizada principalmente como adubação verde e em sistemas de rotação de culturas (NAKAGAWA, 2005).

O plantio direto, com a rotação de culturas, promove inúmeros benefícios ao solo, como maior proteção contra o impacto direto das gotas de chuva, favorecimento da infiltração, redução da perda de água por escoamento superficial, redução da perda de solo e nutrientes por erosão (CAÍRES et al., 2005).

Nagaoka et al. (2002b), avaliando o custo da operação de semeadura em diferentes

sistemas de manejo do solo (convencional, aração e enxada rotativa, semeadura direta e escarificação), verificaram que a semeadura direta foi o método mais viável, por apresentar menor custo e com uma produtividade superior aos demais tratamentos; além disso ao avaliar o consumo de combustível, também observou que na semeadura direta foi necessário uma menor quantidade de combustível (NAGAOKA et al., 2002a)

Atualmente, o planejamento dos agricultores e pesquisadores como Stefanoski et al. (2013), Dantas et al. (2012) e Moreira et al. (2012), visam o manejo e o uso adequado do solo, com estes princípios, e utilização de técnicas visando à manutenção e/ou recuperação, melhorando a capacidade produtiva da cultura e do solo. Nesse sentido a utilização da aveia preta na entressafra dos cultivos comerciais de verão, tem sido utilizada no incremento da palha, nas áreas de cultivo anuais. Essa cobertura de palha favorece o controle de ervas daninhas e a ciclagem de nutrientes, devido a sua capacidade de produção de matéria seca (AKUNE, 2009).

Os teores de P, K, Ca e Mg no solo, após a sucessão aveia preta-soja em semeadura

direta, não foram modificados em relação à condição inicial do campo nativo, mesmo nas amostras coletadas nas linhas de adubação e semeadura; porém, a calagem, adubação e os resíduos de aveia incrementaram a produtividade de soja dos tratamentos, em relação às parcelas testemunhas, nas quais aqueles insumos não foram empregados (HERZOG, 2003).

A aveia preta é uma das principais forrageiras utilizadas na formação de pastagens de inverno, cultivada de forma isolada ou consorciada com outras forrageiras de clima temperado, devido a sua alta produção de matéria seca, qualidade da forragem, e baixo custo de produção (MACARI et al., 2006); um dos fatores que limitam o cultivo da aveia é o déficit hídrico, assim a irrigação pode aumentar a produtividade da aveia preta, contribuindo com oferta de forragem de boa qualidade em período de escassez de forragem (LUGÃO et al., 2011).

Rozane et al. (2008) estudando a deficiência de macronutrientes na aveia-preta, verificou que a omissão de N reduziu drasticamente o desenvolvimento das plantas, afetando o número de folhas, os perfilhos e a altura das mesmas em relação ao tratamento completo, ocasionando o maior dano à planta em relação às deficiências dos demais macronutrientes; já em relação a omissão de K, a planta teve os resultados do número de folhas, perfilhos e matéria seca total significativamente inferiores às plantas que receberam o tratamento completo.

A aplicação de Nitrogênio (N) e do Potássio (K) em plantio de aveia preta (*Avena strigosa* Shreb) assim tem um papel importante na produção de grãos, enquanto que a sua utilização é relevante na cobertura do solo e na

rotação de culturas aos cultivos comerciais. Nesse sentido, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes doses de N e de K na produção de grãos e de massa seca da aveia preta irrigada em sistema plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido na área experimental do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP, Botucatu, SP, cujas coordenadas geográficas são 22° 51' de latitude Sul e 48° 26' de longitude Oeste, e altitude média de 786 m. Segundo Cunha & Martins (2009), o clima da região, conforme a classificação de Köppen, é definido como **Cfa** (clima temperado quente úmido, mesotérmico, sendo a temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C), e de acordo com a classificação de Thorntwaite é caracterizado como **B₂rB'₃a'** (clima úmido com pequena deficiência hídrica em abril, julho e agosto), mesotérmico com evapotranspiração potencial anual de 945,15 mm e concentração da evapotranspiração potencial no verão igual a 33%.

Os dados referentes às precipitações pluviométricas no período estudado foram obtidos na Estação Meteorológica do Departamento de Recursos Naturais - Ciências Ambientais.

O solo da área é classificado como Nitossolo vermelho distrófico a moderado textura/ média argilosa (Carvalho et al., 2009). A análise química do solo, realizada antes da instalação do experimento, apresentou os seguintes resultados: pH = 4,8; MO = 10 g dm⁻³; P = 10 mg dm⁻³; K = 0,5 mmol_c dm⁻³; Ca = 22 mmol_c dm⁻³; Mg = 9 mmol_c dm⁻³ e H+Al =

34 mmol_c dm⁻³; e saturação por bases igual a 32%, na profundidade de 0 a 0,20 m.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de seis doses de Nitrogênio: 0, 40, 80, 120, 160 e 240 kg ha⁻¹, as quais receberam a dose recomendada de Potássio (60 kg ha⁻¹), e seis doses de Potássio: 0, 20, 40, 60, 80 e 100 kg ha⁻¹, as quais receberam a dose recomendada de Nitrogênio (120 kg ha⁻¹). A adubação utilizada para o Fósforo, foi realizada com base em análise de solo e recomendação de Raij et al., (1997).

O plantio foi realizado em 24/06/2011, com semeadora mecânica utilizando-se densidade de 30 sementes m⁻². As parcelas experimentais constaram de oito linhas de quatro metros de comprimento cada, com espaçamento entre linhas de 0,2 m. Na colheita foram desprezadas como bordaduras as linhas externas, bem como 0,5 m das extremidade, tendo-se uma área útil de 3,6 m².

No plantio aplicou-se a dose recomendada de Fósforo (80 kg ha⁻¹), em todas as parcelas utilizando-se como fonte o superfosfato triplo. As doses N e K foram realizadas em duas aplicações, em cada tratamento foram utilizados metade da quantidade no dia do plantio, com semeadura adubadura, modelo SHM 15/17 Semeato para plantio direto, e a outra parte restante aplicado em cobertura aos 26 dias após emergência. Sendo utilizados a uréia e o cloreto de potássio como fontes de Nitrogênio e de Potássio, respectivamente.

Utilizou-se um sistema de irrigação por aspersão convencional fixa, composto por aspersores Duro Plastic, modelo D148 (setorial) com diâmetro de bocal de 2,8 mm,

vazão de 0,55 m³ h⁻¹, raio de alcance de 11,8 m e altura de trabalho igual a 1,5 m. Utilizou-se tensiômetros para o controle da irrigação (tensão de 60 kPa), sendo a lâminas de irrigação aplicada 100% da capacidade de campo.

O sistema foi composto por dois ramais com tubulação de 20 mm interligados paralelamente à linha principal do sistema (50 mm). A tubulação de subida do aspersor foi composta por mangueira de polietileno (20 mm) com altura de 1,5 m em relação à superfície do solo. O sistema de bombeamento foi composto por: bomba Thebe, modelo R 20 mancal, série 97 10 015; motor Kohlbach 10 cv trifásico, voltagem 110 V. Os aspersores foram instalados na área experimental com espaçamento de 12 m x 12 m, operando a 180°.

Dentro da área de estudo foram distribuídos uniformemente coletores Fabrimar (recipientes plásticos) sob hastes a 0,70 m do solo (distância da borda superior do coletor até a superfície do solo), com espaçamento entre coletores igual a 1,0 m.

A medição do raio de alcance do aspersor foi realizada por meio de uma fita métrica e para o monitoramento da pressão de serviço do aspersor utilizou-se um manômetro digital Zurick (0 – 10 bar).

Antes do aspersor, utilizou-se um regulador de pressão de 40 PSI da marca Senninger. Para aferição da pressão foram inseridas duas tomadas de pressão, sendo uma antes e outra após o regulador de pressão. Também foi utilizado um registro de gaveta posterior ao regulador para ajuste fino; sendo o ensaio realizado com pressão de serviço igual a 4,0 bar.

Posteriormente à coleta dos dados foram calculados os seguintes parâmetros: lâmina

média aplicada (mm h^{-1}), coeficiente de uniformidade Christiansen (CUC) e coeficiente de uniformidade absoluto (CUA) destacados nas equações 1 a 2.

$$CUC = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{n \cdot \bar{X}} \right\} \quad (1)$$

CUC - Coeficiente de uniformidade de Christiansen, em %.

$$CUA = 50 \left(\frac{X_{25\%}}{\bar{X}} + \frac{\bar{X}}{X_{12,5\%}} \right) \quad (2)$$

CUA - Coeficiente de uniformidade absoluto, em %.

em que:

X_i - lâmina aplicada, mm h^{-1} ;

\bar{X} - lâmina média aplicada, mm h^{-1} ;

S - desvio-padrão da lâmina aplicada, em mm h^{-1} ;

$X_{25\%}$ - média de 25% do total dos coletores, com as menores lâminas, em mm h^{-1} ; e

$X_{12,5\%}$ - média de 12,5% do total dos coletores, com as maiores lâminas, em mm h^{-1} .

Na colheita avaliou-se a produtividade de grãos e a matéria seca da parte aérea da plantas. Após a colheita, foi realizada trilha manual dos grãos. Em seguida, foi determinado o peso dos grãos e transformados em kg ha^{-1} . Para a obtenção da massa seca, as plantas foram colocadas em estufa com circulação de ar forçada acerca de 60 a 70 °C, até obtenção de massa constante.

Para a análise estatística, os tratamentos foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As variáveis quantitativas foram submetidas à análise de regressão. Para

realização dessas análises foi utilizado o programa SISVAR 4,2 (FERREIRA, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A lâmina média aplicada na área foi de aproximadamente 6 mm h^{-1} , sendo a lâmina mínima e máxima de $5,4$ e $6,5 \text{ mm h}^{-1}$ respectivamente. A dispersão da lâmina aplicada se concentrou principalmente próximo a lâmina mínima, com 26% dos valores oscilando entre $5,4$ e $5,6 \text{ mm h}^{-1}$, já entre $5,6$ e $5,8$; $5,8$ e $6,1$; $6,1$ e $6,3$; $6,3$ e $6,5 \text{ mm h}^{-1}$, a concentração destes valores foram de 17,7, 21,5, 17,4 e 17,4% respectivamente (Figura 1).

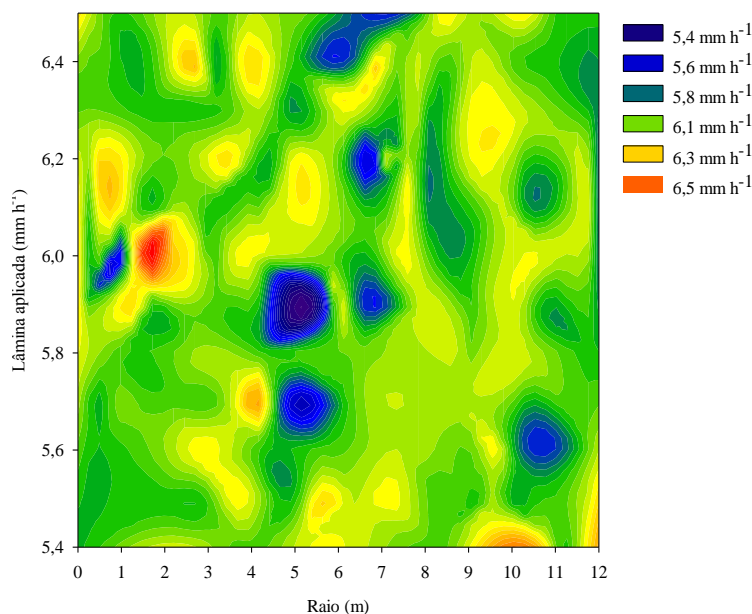


Figura 1. Lâmina aplicada em função do raio de alcance do aspersor.

Na Figura 2, tem-se o comportamento do coeficiente uniformidade de Christiansen e absoluto em função dos dias, observa-se o decréscimo linear (R^2 de 87 e 48%), na uniformidade em função dos dias. A uniformidade diminui 0,45 e 0,52% para cada aumento de 15 dias, para o coeficiente uniformidade de Christiansen e absoluto

respectivamente. A uniformidade de aplicação em relação aos 15 e 120 dias, indicou a diferença de 3,1 e 3,6%, para o coeficiente uniformidade de Christiansen e absoluto respectivamente.

O CUC e o CUA aos 15 dias foi de 85,3 e 78,1%, enquanto que aos 60 dias a uniformidade foi de 84 e 76,9%, sendo esta aos 120 dias de 82,6 e 75,3% para o CUC e CUA respectivamente; a uniformidade obtida através do CUC foi classificada como boa conforme a classificação proposta por Mantovani (2001), enquanto que a uniformidade obtida através do CUA foi classificada como regular conforme a classificação proposta por Bralts (1986).

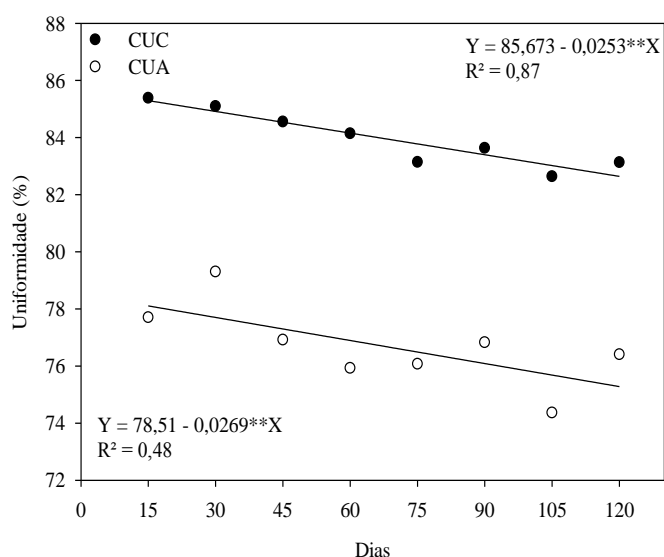


Figura 2. Uniformidade de aplicação em função dos dias.

Foram observadas diferenças significativas para a aplicação de diferentes doses de N e K para a produtividade da aveia preta. Para a aplicação de N, a matéria seca na dose de 240 kg ha⁻¹ de N apresentou uma diferença de 82,7% em relação a testemunha (sem aplicação de N). As doses de 40 e 120 kg ha⁻¹ de N foram praticamente equivalentes com uma diferença menor que 0,4%, de maneira semelhante, entretanto com uma diferença um

pouco maior (< 3,2%) foi observado no comportamento das doses de 80 e 160 kg ha⁻¹ de N; assim o aumento das doses de 40 e 80 kg ha⁻¹ de N em 3 e 2 vezes respectivamente, não demonstrou acréscimos percentuais compatíveis com esta acentuada elevação na aplicação de N no que diz respeito a matéria seca; no entanto a matéria seca aumentou da dose de 40 para a de 80 kg ha⁻¹ de N e da dose de 120 para a de 160 kg ha⁻¹ de N, aproximadamente 13,7 e 16,7%. Cecato et al. (1998), de forma parecida obtiveram a maior produção de matéria seca, em áreas irrigadas utilizando níveis de 90 kg de N ha⁻¹ em aveia preta cv IAPAR 61.

As doses crescentes de N foram significativas no aumento de massa seca da aveia em kg ha⁻¹, havendo uma resposta linear para a aplicação deste nutriente (Figura 3), com R² de 66%, o que evidencia o efeito expressivo da adubação nitrogenada na massa seca da aveia sob irrigação. Moreira et al. (2001) verificaram na produção de matéria seca (MS), um comportamento quadrático (P<0,01) em relação à quantidade de nitrogênio aplicado, com produção de 2003, 2414, 2912 e 2561 kg MS ha⁻¹, para os níveis 0, 50, 100 e 200 kg de N ha⁻¹, respectivamente.

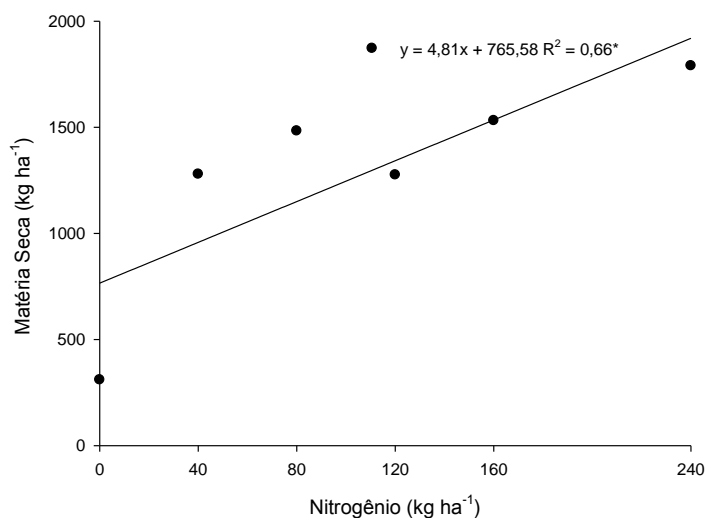


Figura 3. Produção de massa seca de aveia preta em diferentes doses de nitrogênio.

Luz et al. (2008) avaliando os efeitos da adubação nitrogenada e da irrigação por aspersão no crescimento e na produção de massa seca (MS) da aveia preta obteve efeito significativo da adubação nitrogenada em irrigação para a altura de planta.

A produção de massa seca da aveia preta, de forma geral atingiu seu menor valor com a aplicação de N na dose de 40 e 120 kg ha⁻¹ de N, seguida das doses de 80 e 160 kg ha⁻¹ de N, e seu máximo com a aplicação de 240 kg ha⁻¹ de N, atingindo com esta dose aproximadamente 1.790 kg ha⁻¹. Acosta et al., (2002) e Santi et al., (2003) verificaram que a máxima eficiência técnica (MET) foi alcançada com a dose de 180 kg ha⁻¹ de N. Santi et al. (2003), assim como observado neste trabalho, verificaram respostas crescentes à aplicação de N na massa de matéria seca da aveia.

A maior produtividade observada foi verificada para o tratamento 3, com a aplicação de 80 kg ha⁻¹ de N, o qual foi 88,2% superior a testemunha, sendo esta 83,3% inferior a aplicação de 40 kg ha⁻¹ de N. Com a aplicação de 240 kg ha⁻¹ de N observou-se uma elevação na produtividade de apenas 4,1% em relação a aplicação de 40 kg ha⁻¹ de N, enquanto que da aplicação de 120 para a de 160 kg ha⁻¹ de N houve um decréscimo de 3,8%, indicando que doses de N abaixo de 40 kg ha⁻¹ de N e acima de 120 kg ha⁻¹ de N, não causa incrementos satisfatórios ou relevantes na produtividade de aveia-preta.

Para a análise de regressão houve uma resposta quadrática para a aplicação de N na produtividade da aveia (Figura 4), com R² de 69%, indicando que 31% das variações da produtividade não são explicadas pela variação das doses de N; já em sistema convencional de cultivo Kolchinski & Schuch (2003) constataram através de regressões polinomiais

uma tendência linear de crescimento do rendimento de grãos de aveia frente às doses de N.

As doses crescentes de adubação de N elevaram a produtividade da aveia preta até a dose de 149 kg ha⁻¹, com a aplicação desta dose de N foi atingida produtividade máxima de aproximadamente 2783 kg ha⁻¹. Nas condições deste trabalho que se utilizaram 60 kg ha⁻¹ de K, verifica-se que as doses acima de 149 kg ha⁻¹ de N, implicaram em decrementos na produtividade, ocasionando desperdício e prejuízo para o agricultor.

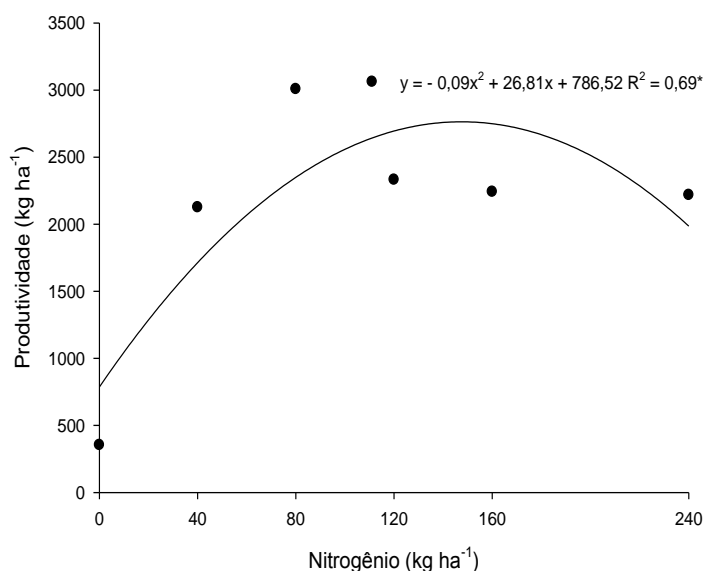


Figura 4. Produtividade de aveia preta em diferentes doses de nitrogênio.

Em outros trabalhos analisando doses de N de 0 a 240 kg ha⁻¹, foi observado resposta positiva até 120 kg ha⁻¹ de N (Amado et al., 2003) ou até 80 kg ha⁻¹ de N, como observado neste estudo e concordando com os resultados obtidos por Frizzone et al., (1995) e, a partir dessa dose, têm-se observado uma queda na produtividade da cultura. Entretanto outros estudos não têm indicado resposta dessa forrageira a aplicação de N em cobertura (NAKAGAWA et al., 2000).

A produtividade observada com relação a aplicação das doses do K, mostrou diferença entre os tratamentos 2 (20 kg ha⁻¹ de K) e 5 (80 kg ha⁻¹ de K) de aproximadamente 52%, já a testemunha em relação a aplicação de 40 kg ha⁻¹ de K, praticamente não observou-se diferença, sendo esta entorno de 2,3%, de maneira análoga ocorreu em relação a aplicação de 60 kg ha⁻¹ de K, com uma diferença menor que 3,5%. O tratamento 5 (80 kg ha⁻¹ de K) apresentou uma diferença da testemunha (sem aplicação de K) de 36%, os tratamentos 3 (40 kg ha⁻¹ de K) e 4 (60 kg ha⁻¹ de K) quando comparado ao tratamento 6 (100 kg ha⁻¹ de K) mostrou uma diferença média de 25%.

Com relação à aplicação de K, houve uma resposta linear, com R² de 65%, observa-se que o aumento das doses de K em kg ha⁻¹ aumentaram a produtividade da aveia preta, sendo observado, que o aumento das doses elevou a produtividade até a dose de 100 kg ha⁻¹, atingindo com esta dose a produtividade máxima de 2826 kg ha⁻¹; em ambos os casos (aplicação de N e K), verificou-se que a produtividade máxima foi atingida próximo ao 2.900 kg ha⁻¹, indicando que as doses ideais de N e K para aveia-preta, de maneira geral são encontradas quando essa produtividade é atingida (Figura 5).

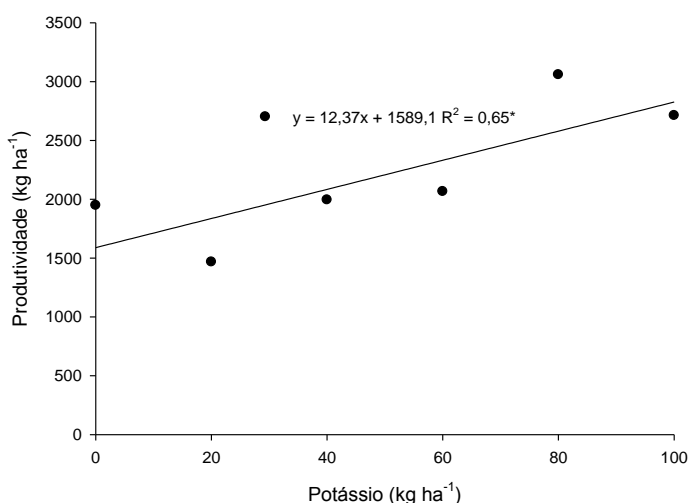


Figura 5. Produtividade de aveia preta em diferentes doses de potássio.

A matéria seca quando não foi aplicado K, foi 8,8% menor do que a dose de 20 kg ha⁻¹ de K, conseqüentemente a matéria seca demonstrou aumentar até a dose de 80 kg ha⁻¹ de K, sendo estas diferenças da ordem de 23,8, 19,9 e 15,5% em relação as doses de 20, 40 e 60 kg ha⁻¹ de K, respectivamente, o que foi seguido por uma queda de 13,3% na dose de 100 kg ha⁻¹ de K, a qual mostrou compatibilidade com a dose de 60 kg ha⁻¹ de K, indicando uma diferença menor do que 2,5%, comportamento semelhante ao verificado na produtividade. Para este nutriente, a maior produção de massa seca foi observada para o tratamento 5, com a aplicação de 80 kg ha⁻¹ de K, assim como o verificado para a produtividade. Silva (1990), analisando o efeito da adubação N-K na aveia-preta, concluiu que o potássio e o nitrogênio têm efeito positivo e isolado na produção de matéria verde, além disso, determinou-se uma relação entre N e K para absorção desses nutrientes pela planta, sendo tanto maior, quanto maiores forem as doses de ambos.

Malavolta (1994), por sua vez, salienta a importância do potássio nos cereais, pois a falta provoca senescência precoce, ocasionando a formação de sementes chochas, por não ter havido tempo para o acúmulo de amido e de proteína.

Houve diferença significativa na análise de regressão para as doses de K (Figura 6). O aumento das doses de K em kg ha⁻¹ acrescentaram de maneira lenta a produção de massa seca, mostrando que o aumento do K elevou a produção de massa seca até a dose de 80 kg ha⁻¹, obtendo com esta dose, aproximadamente 2.044,32 kg ha⁻¹ de massa seca. No estudo de Alvim et al. (1994), as produções de massa seca também seguiram

mesmo comportamento, os dados de produção de MS ha^{-1} foram de 853 kg ha^{-1} no primeiro corte da aveia em sequeiro e de 1.878 kg ha^{-1} em irrigação, valores semelhantes a estes também foram verificados por Luz et al. (2008).

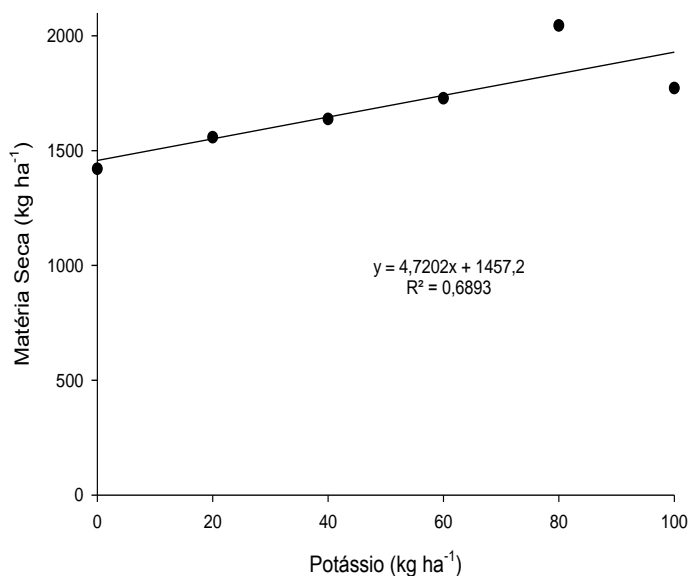


Figura 6. Produção de massa seca de aveia preta em diferentes doses de potássio.

Observa-se que com o aumento das doses de K houve uma maior produção de matéria seca e produtividade de grãos, sendo estas encontradas na dose de 80 kg ha^{-1} de K, evidenciando uma melhor correlação entre a matéria seca e a produtividade, verificando assim, o efeito da adubação potássica na produção de grãos; enquanto que com relação à adubação nitrogenada, esta aumentou a matéria seca até a dose máxima de 240 kg ha^{-1} de N e a produção de grãos até certo ponto (80 kg ha^{-1}), havendo posteriormente um declínio de produção, conseqüentemente isto demonstra uma maior produção de matéria seca em detrimento a produtividade. Quando se objetivam elevadas produções de matéria seca, o uso de nitrogênio deve ser considerado, uma vez que o mesmo desempenha papel

determinante no crescimento das plantas (LUPATINI et al., 1998).

As condições hídricas favoráveis provocou o melhor desenvolvimento da aveia preta, conseqüentemente a irrigação promoveu um incremento considerável na produção de matéria seca e na produtividade assim bem como a aplicação de N e K.

A produção de massa seca ao aumentar com o aumento das doses N e atingir seu valor máximo com a maior dose, pode-se assim afirmar, que a adubação nitrogenada na aveia preta foi uma eficiente estratégia de incremento na quantidade e qualidade dos resíduos aportados ao solo no sistema plantio direto. O aumento da dose do nutriente K não elevou a produção de massa seca de maneira relevante como a observada na aplicação de N, isto mostra que doses menores tiveram resultados semelhantes a maior dose, indicando que deve haver um equilíbrio para o nutriente K.

CONCLUSÕES

A irrigação por aspersão convencional fixa, apresentou uma dispersão da lâmina aplicada concentrada principalmente próximo a lâmina mínima, com 26% dos valores oscilando entre $5,4$ e $5,6 \text{ mm h}^{-1}$.

O CUC e o CUA aos 120 dias foi de $82,6$ e $75,3\%$, uniformidade de aplicação foi classificada como boa e regular.

As doses crescentes de adubação de N elevaram a produtividade da aveia preta irrigada até a dose de 149 kg ha^{-1} , com a aplicação desta dose de N foi atingida produtividade máxima de aproximadamente 2783 kg ha^{-1} .

O aumento das doses de K até a dose de 100 kg ha⁻¹ elevou a produtividade atingindo com esta dose a produtividade máxima de 2826 kg ha⁻¹.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Câmpus Rio Verde e a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Câmpus de Botucatu, pelo apoio financeiro e estrutural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, J.A.A.; AMADO, T.J.C.; SANTI, A.; CONCEIÇÃO, P.C.; VEZZANI, F.M. Eficiência da aveia preta em ciclar nutrientes quando submetida a níveis de nitrogênio sob sistema plantio direto. In: Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, 14, 2002. **Anais...** Cuiabá, MT, Editora Universitária - UFMT, 2002. p. 82.
- ALVIM, M.J. et al. Efeito da época de plantio e da frequência da irrigação em aveia sobre a produção de matéria seca e teor de proteína bruta. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 47-56, 1994.
- AKUNE, V.S.C.; YANO, É.H.; BENEZ, S.H.; SEKI, A.S.; SILVA, P.R.A. **Demanda Energética na Semeadura da Aveia Preta em Diferentes Sistemas de Manejo do Solo.** In: Unesp, 20, 2009. **Anais...** São Jose do Rio Preto, SP, 2009.
- AMADO, T.J.C. et al. Adubação nitrogenada na aveia preta. II - Influência na decomposição de resíduos, liberação de nitrogênio e rendimento de milho sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 1085-1096, 2003.
- BRALTS, V.F. Field performance and evaluation. In: NAKAYAMA, F.S.; BUCKS, D.A. (Ed.) Trickle irrigation for crop production. Development in Agricultural Engineering, 9. Amsterdam: **Elsevier**, 1986. p.216-240.
- CAÍRES, E.F.; ALLEONI, L.R.; CAMBRI, M.A.; BARTH, G. Surface application of lime for crop grain production under a no-till system. **Agron. J.**, v. 97, p. 791-798, 2005.
- CARVALHO, W.A.; ESPÍNDOLA, C.R.; PACCOLA, A.A. **Levantamento de solo da fazenda lageado estação experimental Presidente Médici.** Botucatu, UNESP, 2009. 95p.
- CECATO, U., SARTI, L.L., SAKAGUTI, E.S. et al. 1998. Avaliação de cultivares e linhagens de aveia preta (*Avena ssp.*). **Act. Scient.**, 20(3):347-354.
- CUNHA, A.R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga, Botucatu**, v. 14, p. 1-11, 2009.
- DANTAS, J. D’A. N.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S.; ASSIS, C. P. Qualidade do solo sob diferentes usos e manejos no

perímetro irrigado de Jaguaribe/Apodi, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.18-26, 2012.

FERREIRA, D.F. **Sisvar: versão 4.2**. Lavras: UFLA, 2003.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Sistema de Información de los Recursos del Pienso**. Disponível em: <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRC/afris/es/Data/31.HTM>. Acesso em: 21 julho. 2014.

FRIZZONE, J.A. et al. Lâminas de água e doses de nitrogênio na produção de aveia (*Avena sativa* L.) para forragem. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 52, n. 3, p. 578-586, 1995.

HERZOG, R. L. S. **Resposta da soja em semeadura direta após aveia preta implantada em campo nativo, influenciada por quantidade de resíduo, irrigação e profundidade de atuação do sulcador da semeadora-adubadora**. Dissertação de Mestrado. Ciência do Solo, UFRGS. Porto Alegre. (95p.) Fevereiro de 2003.

KOLCHINSKI, E. M., SCHUCH, L. O. B. Eficiência No Uso Do Nitrogênio Por Cultivares De Aveia Branca De Acordo Com A Adubação Nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27:1033-1038, 2003.

LUGÃO, S. M. B.; ALMEIDA, E. L. D.; COSTA, A. L.; SOARES, T. M. D. M.; GOBBI, K. F.; BETT, V. **Lâminas de água na produção de aveia preta para forragem, no**

Noroeste do Paraná. IAPAR, Belém – PA, Julho de 2011.

LUPATINI, G.C. et al. Avaliação da mistura de aveia preta e azevém sob pastejo submetida a níveis de nitrogênio. **Pesqui. Agropecu. Bras.**, Brasília, v. 33, n. 11, p. 1939-1944. 1998.

LUZ, P. H. C.; HERLING, V. R.; BRAGA, G. J.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M.; FARIA, L. A.; LIMA, C. G. Resposta da aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) à irrigação por aspersão e adubação nitrogenada. **Acta Sci. Agron**. Maringá, v. 30, n. 3, p. 421-426, 2008.

MALAVOLTA, E. Importância da adubação na qualidade dos produtos - função dos nutrientes na planta. In: SÁ, M.E. & BUZZETI, S. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. p.19-43.

MANTOVANI, E. C. **AVALIA: Programa de Avaliação da Irrigação por Aspersão e Localizada**. Viçosa, MG: UFV, 2001

MOREIRA, F. B.; CECATO, U.; PRADO, I. N.; WADA, F. Y.; REGO, F. C. A.; NASCIMENTO, W. G. Avaliação de aveia preta cv Iapar 61 submetida a níveis crescentes de nitrogênio em área proveniente de cultura de soja. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 815-821, 2001.

MOREIRA, W. H.; BETIOLI JÚNIOR, E.; PETEAN, L. P.; TORMENA, A. C.; ALVES, S. J.; COSTA, M. A. T.; FRANCO, H. H. S.

Atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférico em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.389-400, 2012.

NAKAGAWA, J.; CRUSCIOL, C.A.; ZUCARRELI, C. Teores de nutrientes da folha bandeira e grãos de aveia-preta em função da adubação fosfatada e potássica. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 30, p. 833-840, 2009.

NAGAOKA, A. K.; NOMURA, R. H. C.; BRÖRING, N.; KITANO, N.; JASPER, S. P. Avaliação do consumo de combustível, patinagem e capacidade de campo operacional na operação de semeadura da cultura de aveia preta (*Avena strigosa*) em três sistemas de manejo do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31, 2002, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2002a. CD-ROM.

NAGAOKA, A. K.; SILVEIRA, R. A.; THALER NETO, A.; PEDEMONTE, F. C.; GUTBIER, N. Avaliação do custo de operação de semeadura da aveia preta para diferentes manejos do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31, 2002, Salvador. **Anais...** Salvador: **Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola**, 2002b.

NAKAGAWA, J. et al. Adubação nitrogenada no perfilhamento da aveia-preta em duas condições de fertilidade do solo. **Pesquisa**

Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1071-1080, 2000.

ROZANE, D. E.; PRADO, R. M.; ROMUALDO, L. M. **Deficiências de macronutrientes no estado nutricional da aveia-preta cultivar comum**. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP. Científica, Jaboticabal, v.36, n.2, p.116 - 122, 2008.

RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas, IAC, 1997. 285p.

SANTI, A.; AMADO, T.J.C.; ACOSTA, J.A.A. Adubação nitrogenada na aveia preta: influência na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 1075-1083, 2003.

SILVA, A. P. **Efeito da adubação N-K em aveia preta (*Avena strigosa Schreb*)**. 1990, 23f. – Faculdade Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1990.

STEFANOSKI, D. C.; SANTOS, G. G.; MARCHÃO, R. L.; PETTER, F. A.; PACHECO, L. P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, UAEE/UEPB, v.17, n.12, p.1301–1309, 2013.