

Crescimento, produtividade, caracterização e composição química da aveia branca

Elmar Luiz Floss^{1*}, Ana Luisa Palhano², Cecílio Viegas Soares Filho³ e Linda Mônica Premazzi⁴

¹Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Campus I, 99001-970, Cx. Postal 611, Bairro São José, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil. ²Universidade Tuiuti do Paraná e Faculdades Integradas Espírita, Curitiba, Paraná, Brasil. ³Departamento de Apoio, Produção e Saúde Animal, Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Araçatuba, São Paulo, Brasil. ⁴Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Pindamonhangaba, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: floss@upf.tche.br

RESUMO. Foi conduzido um experimento na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, Estado de São Paulo, para avaliar o crescimento, produtividade, características morfológicas e fenológicas e a composição química da aveia branca (*Avena sativa* L. cv. UPF 7). Os tratamentos constaram de épocas de cortes a cada 14 dias, dispostos ao acaso, com três repetições. O acúmulo de matéria seca (MS) apresentou efeito quadrático, atingindo 12.240 kg ha⁻¹ na maturação. O acúmulo máximo de proteína bruta (PB) ocorreu 98 dias após a emergência (DAE) (818 kg ha⁻¹), sendo que o teor de PB e a digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) decresceram de 24,9% e 82,2% aos 14 DAE para 4,9% e 36,8% na maturação, respectivamente. Aos 70 DAE a DIVMS foi de 68%, com rendimento de 3.693 kg ha⁻¹ de MS, altura de plantas de 63 cm e teores de 18,9% de PB, 0,28% de Ca e 0,37% de P. A disponibilidade ótima de forragem para alimentação animal (1.500 kg MS ha⁻¹) foi estimada para 37 DAE, com as plantas apresentando altura de 33 cm, 21,4% de PB, 0,4% de P, 0,27% de Ca e uma DIVMS de 75,5%. A época indicada para utilização da aveia, considerando a disponibilidade de forragem e a DIVMS está entre 37 e 70 DAE.

Palavras-chave: *Avena sativa*, produção, valor nutritivo, época de corte, grãos.

ABSTRACT. Growth, productivity, characterization and chemical composition of white oat. One experiment was carried out at Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, State of São Paulo, with the purpose of evaluating growth, productivity, morphological and phenological characteristics and chemical composition of white oat (*Avena sativa* L. cv. UPF 7). The treatments were conducted during cutting times each 14 days, in a random design with three replications. A quadratic effect of time was observed on dry matter and crude protein accumulation, reaching maximum values at maturation (12,240 kg ha⁻¹) and at 98 days after emergence (DAE) (818 kg ha⁻¹), respectively. Crude protein concentration and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) decreased with the time from 24.9 and 82.2% at 14 DAE to 4.9 and 36.8% at maturation, respectively. At 70 DAE, IVDMD was 68%, dry matter production was 3693 kg ha⁻¹, plants height was 63 cm, CP, Ca and P were 18.9, 0.28 and 0.37% respectively. The optimum availability of forage estimated for 37 DAE through polynomial regression was 1,500 kg ha⁻¹ (dry matter production), and at this time the forage showed the following characteristics: height of 33 cm, 21.4% CP, 0.4% P, 0.27% Ca and 75.5% IVDMD. The time suggested for the utilization of this forage, according to the values of IVDMD and availability of forage varied from 37 to 70 DAE.

Key words: *Avena sativa*, production, nutritive value, time of cutting, grain.

Introdução

A aveia é uma cultura alternativa de inverno, utilizada principalmente, no Centro-Sul do Brasil, para a produção de forragem, grãos e como cobertura verde. Alguns cultivares de aveia branca (*A. sativa* L.) apresentam dupla aptidão, ou seja, produção de forragem e colheita de grãos no rebrote,

enquanto que a aveia preta (*A. strigosa* Schreb) é tipicamente forrageira. Anderson e Kaufmann (1963) observaram no melhoramento de aveia para fins forrageiros, que os genótipos altos e de ciclo tardio apresentavam maior produção de matéria seca (MS) e eram adaptados ao duplo propósito: produção de forragem e de grãos.

O rendimento de grãos em cereais é obtido por meio do produto do rendimento biológico e o índice de colheita e o rendimento biológico pelo produto da taxa de crescimento e a duração do período de crescimento (Takeda *et al.*, 1980). Desta forma, o rendimento de grãos é igual à taxa de crescimento multiplicada pela duração do período do crescimento e pelo índice de colheita. O aumento do rendimento de grãos de cultivares de aveia tem sido associado quase inteiramente ao aumento do índice de colheita, sem mudança significativa do rendimento biológico, variando de 0,33 em cultivares antigos para 0,41 nos cultivares mais recentes (Donald e Hamlin, 1976).

Em pesquisas realizadas pela CPPSE/Embrapa, o cv. UPF 7 apresentou uma produção no segundo corte de 5.975 kg ha⁻¹ de MS, o qual foi 63% superior à da aveia preta cv. Comum. A produção de grãos no período foi 1.755 kg ha⁻¹ (Godoy e Batista, 1990a e b), demonstrando boa adaptabilidade para a região de São Carlos.

A obtenção do potencial forrageiro de um cultivar requer a determinação não apenas do rendimento de MS, mas também do valor nutritivo para os animais a que se destina (Fisher e Fowler, 1975), constituindo-se a digestibilidade e a composição mineral importantes parâmetros na avaliação qualitativa da forragem.

A digestibilidade da forragem é diferenciada pelo estágio de maturidade da planta, sendo a diminuição no valor nutritivo com a maturidade devida ao aumento na lignificação e diminuição na proporção folha/colmo (Van Soest, 1994). Vilela (1981) observou queda na digestibilidade da MS da aveia de 58-61% para 33-49%, comparando-se estágio de grão pastoso e grãos maduros, respectivamente, ocorrendo diminuição no teor de PB após o início do estágio de grãos leitoso e aumento no teor de fibra até a emissão de panículas. No Brasil os teores de PB na MS encontrados variaram de 11% (Andrade *et al.*, 1975) e 18 e 25% no primeiro e 12 e 16% no segundo corte (Floss *et al.*, 1981 e 1985).

Para um manejo adequado do cultivar UPF 7, maiores informações são necessárias sobre o seu crescimento, produção e rendimento, qualidade da forragem e dos grãos nas condições edafoclimáticas do Brasil Central. Neste experimento, objetivou-se o estudo de alguns parâmetros de crescimento relacionados com o rendimento e qualidade da aveia branca forrageira.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em um Alfissol pertencente a série “Luiz de Queiroz” e ao grande

grupo de Terra Roxa Estruturada (Ranzani *et al.*, 1966), na área experimental da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq/USP), Piracicaba, Estado de São Paulo, apresentando as seguintes características químicas: pH(CaCl₂)= 5,6; P(resina)= 29,4 mg dm⁻³; K= 6,4 mmol_c dm⁻³; Ca= 48,6 mmol_c dm⁻³; Mg= 14,3 mmol_c dm⁻³; H + Al= 27,7 mmol_c dm⁻³; S= 69 mmol_c dm⁻³; T= 97 mmol_c dm⁻³ e V= 71%.

Foram estudados nove tratamentos definidos como épocas de corte, realizados os cortes a cada 14 dias a partir da emergência (DAE) com três repetições em delineamento experimental inteiramente casualizado em parcelas de 2,0 m² de área útil.

O preparo do solo consistiu de uma aração e duas gradagens. A semeadura foi realizada com uma semeadora-adubadora marca Jumil, em 2 de julho de 1989, utilizando o cultivar de aveia branca UPF 7. O espaçamento utilizado foi de 17 cm entre linhas e a densidade de 400 sementes aptas m⁻². No momento da semeadura foi realizada uma adubação, aplicando-se 20 kg ha⁻¹ de N, 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 5 kg ha⁻¹ de K₂O nas formas de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio. Após 22 dias da emergência foi realizada a primeira adubação de cobertura, aplicando-se 40 kg ha⁻¹ de N na forma de sulfato de amônio e 15 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio, e após 51 dias a segunda cobertura, com 40 kg ha⁻¹ de N na forma de sulfato de amônio.

O ensaio foi irrigado até final de agosto, baseado na evapotranspiração, utilizando-se como parâmetro a evaporação do tanque classe A. O solo apresentou capacidade de armazenamento de água de 196,5 mm metro⁻¹, sendo usado o fator de disponibilidade de 0,5. A frequência da aplicação foi diferenciada de acordo com o desenvolvimento do sistema radicular e com o consumo de água pela cultura. A irrigação foi realizada por aspersão, utilizando aspersor de marca “Dantas”, modelo MD 20A com bocal 32 e 5, operando com 16 mca e espaçamento de 12 x 12 metros, resultando em uma precipitação de 4,14 mm hora⁻¹. Na Tabela 1 são apresentados os dados coletados no posto meteorológico da Esalq.

Os cortes foram realizados rente à superfície do solo. Antecedendo cada corte, foi medida a altura das plantas e identificado o estágio de desenvolvimento utilizando a escala descrita por Zadoks *et al.* (1974). Foi determinado o peso da massa verde. Uma amostra de 500 g de matéria verde foi separada em lâmina foliar e colmo + bainha a partir do estágio de alongação (70 dias após a emergência), e mais a panícula a partir dos 98 dias de ciclo. As amostras foram colocadas em estufa a 65°C durante 72 horas para determinação da produção de MS. Posteriormente, o material foi moído em moinho tipo Willey. O teor de N total (micro-

Kjeldhal), cinzas e fósforo foi determinado segundo a descrição de Sarruge e Haag (1974) e a digestibilidade *in vitro* de acordo com Tilley e Terry (1963).

Tabela 1. Dados de precipitação, irrigação, radiação global e umidade relativa registrados durante o desenvolvimento da cultura.

Table 1. Precipitation, irrigation, global radiation and relative humidity registered during the culture development.

	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Total/média
	June	July	August	September	October	Total/Mean
Precipitação (mm)	47,0	85,2	32,0	36,1	5,2	205,5
Precipitation (mm)						
Irrigação (mm)	37,95	60,0	63,12	0,0	0,0	161,07
Irrigation (mm)						
Total (mm)	84,95	145,20	95,12	36,1	5,2	366,57
Total (mm)						
Radiação (cal cm ⁻²)	6.745	9.134	11.199	10.442	5.125	42.645
Radiation (cal cm ⁻²)						
Temp. Máx. (°C)	24,12	24,15	26,56	26,05	28,55	25,89
Max. Temp. (°C)						
Temp. Mín. (°C)	10,49	8,16	10,50	13,55	13,45	11,23
Min. Temp. (°C)						
Temp. Média (°C)	17,31	16,17	18,53	19,89	21,00	18,56
Mean Temp. (°C)						
Umidade Relativa (%)	70,73	62,56	60,52	67,48	59,58	64,12
Relative Humidity (%)						

¹Até 13 de outubro.

²Until the October, 13.

O rendimento biológico (RB), rendimento de grãos (RG), rendimento de palha (RP), índice de colheita (IC), taxa de crescimento da cultura (TCC), altura de plantas (EP) e ciclo, foram avaliados segundo metodologia proposta por Takeda *et al.* (1980).

Para determinação do peso de mil sementes (PMS), peso do hectolitro (PH) e rendimento industrial (RI), as cariopses não foram desariadas. O RI (relação entre grão descascado/grão em casca) foi determinado descascando individualmente 100 grãos.

As características morfológicas da cultura foram determinadas segundo metodologia proposta pela International Board for Plant Genetic Resources

(IBPGR, 1985), utilizando 20 perfílios escolhidos ao acaso por parcela. A taxa de crescimento da cultura (TCC) foi calculada, dividindo-se o rendimento acumulado de MS pelo número de dias decorridos a partir da emergência (DAE). A taxa de enchimento de grãos (TEG) foi calculada pelo quociente entre o RG e os dias decorridos da antese até a maturação (DAM).

As variáveis obtidas foram submetidas à análise de variância ao nível de 5% de significância e os contrastes entre as médias dos tratamentos comparados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) e por regressão polinomial. Foi efetuado, também, o teste de correlação entre as diversas variáveis avaliadas.

Resultados e discussão

Produção de matéria seca e rendimento de grãos

A produção de MS da parte aérea expressou-se de forma quadrática durante o desenvolvimento da aveia (Tabela 2 e Tabela 3). Aos 42 DAE, o rendimento de forragem foi de 1.905 kg ha⁻¹ de MS, com uma altura de plantas de 32 cm. Esta produção foi superior à encontrada por Martinez e Costa (1988), de 1.170 kg ha⁻¹ de MS, em aveia preta, sob irrigação em Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul. Aos 70 DAE, a produção de MS foi de 3.693 kg ha⁻¹, valor superior ao obtido por Reis *et al.* (1992), cuja produção de MS foi de 1.714 kg ha⁻¹ com aveia preta, sob irrigação em Jaboticabal, Estado de São Paulo.

Na maturação observou-se produção total de 12.240 kg ha⁻¹ de MS, semelhante dos 112 DAE. Godoy e Batista (1990a), avaliando o cultivar UPF 7 sob irrigação, obtiveram uma produção de 8.700 kg ha⁻¹ de MS, sob regime de dois cortes.

Tabela 2. Épocas de corte, estádios de desenvolvimento, valores médios da altura de plantas, rendimento de MS e taxa de crescimento da cultura da aveia branca (cv. UPF 7).

Table 2. Time of cut, stage the development, mean values for height plants, DM yield and growing yield rate of oat white (cv. UPF 7).

Épocas de corte (DAE) ¹	Estádio de desenvolvimento ²	Altura de plantas (cm)	Rendimento de MS (kg ha ⁻¹)	Taxa de crescimento da cultura
Time of cut (DAE)	Stage of development ²	Plants height (cm)	DM yield (kg ha ⁻¹)	(kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹) growing yield rate (kg DM ha ⁻¹ day ⁻¹)
14	13 (3-folhas) (Leafy)	16	142	10,2
28	21 (Início perfilhamento) (Start of tillering)	23	877	31,3
42	23 (perfilhamento) (Tillering)	32	1.905	45,4
56	30 (Início da alongação) (Start of elongation)	40	3.427	61,2
70	33 (3º nó detectável) (3 ^o detectable node)	63	3.693	52,8
84	41 (Expansão da folha bandeira) (Leaf flag expansion)	98	5.784	68,0
98	65 (50% em antese) (50% in anthesis)	117	9.151	93,4
112	76 (Estádio médio leitoso) (medium lacteal stage)	126	10.080	90,0
126	91 (Maturação) (Maturation)	126	12.240	97,1
DMS	(Tukey 0,05)	10,77	2,243	
C.V. (%)		5,21	14,91	

¹Dias após a emergência; ²Escala de Zadoks *et al.* (1974).

³Days after emergence; ⁴Scale of Zadoks *et al.* (1974).

Reis *et al.* (1991), ao avaliarem vários cultivares de aveia, incluindo o cv. UPF 7, obtiveram produções similares quando os cortes foram realizados aos 74 e 88 dias após a semeadura, com produções de 3.895 kg ha⁻¹ e 5.672 kg ha⁻¹, respectivamente. Em corte aos 116 dias, a produção foi de 6.961 kg ha⁻¹ de MS, inferior às deste experimento.

Com relação à taxa de crescimento da cultura (Tabela 2), observou-se valores crescentes até 56 DAE, com um declínio aos 70 DAE, e voltando a taxas crescentes a partir de 84 DAE. A diminuição na taxa observada dos 56 aos 70 DAE pode ser atribuída a uma insuficiente disponibilidade de água, associada a uma baixa umidade relativa do ar (59,58%) (Tabela 1). O possível estresse hídrico pode ter sido agravado pelo fato de que aos 51 DAE foi realizada adubação de cobertura com 200 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio. No entanto, Vilela *et al.* (1981) observaram maior taxa de produção de MS (143,0 kg ha⁻¹ dia⁻¹), em relação a este experimento, quando as plantas foram cortadas aos 91 dias de crescimento.

Tabela 3. Equações e coeficientes de determinação (R²) do rendimento de MS, teor e acúmulo de PB, digestibilidade “*in vitro*” da MS (DIVMS), altura de plantas e teor de cinzas da forragem de aveia branca (cv. UPF 7).

Table 3. Equation and coefficient of determination (R²) for DM yield, crude protein content and accumulation, *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD), plants height and ash content of forage white oat (cv. UPF 7).

Variáveis Variables	Equações Equation	F	R ²
MS total Total DM	Y = -408,904 + 29,76186x + 0,5764908x ²	0,00057**	95,9
MS folha Leaf DM	Y = -41639,22 + 1423,616x - 14387073x ²	0,01861*	97,1
MS colmo+bainha Stem+sheath DM	Y = -21964,92 + 472,2893x - 2,016485x ²	0,00196**	96,7
MS panícula Panicle DM	Y = -10191,78 + 117,8524x	0,00021**	99,9
DIVMS IVDMD	Y = 92,692775 - 0,4655317x	0,00015**	92,8
Acúmulo de PB total CP accumulation	Y = -313,1143 + 23,5343x - 0,1305537x ²	0,00006**	96,1
Teor de PB CP content	Y = 27,93889 - 0,183889x	0,00001**	74,1
Altura de plantas Plants height	Y = -10,21667 + 1,16448x	0,00001**	94,8
Cinzas (%) Ash (%)	Y = 13,46429 + 1,408988x - 4,067645x ²	0,00365**	76,1

*Significativo a 5%; **significativo a 1%.

*Meaningful 5%; **meaningful 1%.

O potencial forrageiro da cultura foi determinado na época em que a disponibilidade de MS foi de 1.500 kg ha⁻¹, nível ótimo para ganho de peso dos animais segundo Gardner *et al.* (1982). Esse ponto foi calculado a partir da equação de regressão polinomial e corresponde a 37 DAE. Nesta época de corte foram estimados outros parâmetros como a altura de plantas (33 cm), teor de PB (21%), DIVMS (76%), rendimento de PB (379 kg ha⁻¹), teor de cinzas (14%), teor de fósforo (0,4%) e teor de cálcio (0,2%).

Quanto ao fracionamento das plantas (Tabela 4), verifica-se que aos 70 DAE as lâminas foliares foram responsáveis por 64% do rendimento total de MS. Embora não haja diferença estatística entre os rendimentos (p>0,01), a participação das folhas decresce, chegando a 16% na maturação. A relação lâmina foliar/colmo + bainha diminuiu de 1,78 aos 70 DAE (elongação) para apenas 0,36 na maturação. Estes resultados são superiores aos encontrados por Reis *et al.* (1990), que avaliaram a aveia preta e obtiveram percentagem de folhas, percentagem de caule e relação folha/colmo, respectivamente, de 38,77, 61,22 e 0,63%, em corte realizado aproximadamente na mesma época. Isto demonstra que o cultivar UPF 7 caracteriza-se por ser um genótipo forrageiro com valor nutritivo superior em relação à aveia preta cultivar Comum.

Tabela 4. Rendimento de matéria seca das diferentes partes da planta e relação lâmina foliar/planta inteira de aveia branca (cv. UPF 7).

Table 4. DM yield of plant fractions and the leaf lamina/total plant relation of white oat (cv. UPF 7).

Épocas de Corte (DAE) Time of cut (DAE)	Fracionamento Fraction			Relação lâmina Foliar/planta inteira
	Lâmina foliar Leaf lamina	Colmo+bainha Stem+sheath	Panículas Panicle	Leaf lamina/total plant relation (%)
70	2.369 (64) ¹	1.324 (36)	-	64 (1,78)
84	2.686 (46)	3.098 (53)	-	47 (0,87)
98	2.365 (26)	5.440 (50)	1.346 (15)	26 (0,43)
112	1.681 (17)	5.368 (53)	3.031 (30)	16 (0,31)
126	2.011 (16)	5.583 (46)	4.646 (38)	16 (0,36)
DMS ²	872,8	1.613,0	963,0	10,0
C.V. (%)	14,6	14,4	12,8	11,0

¹O número entre parênteses representa a participação percentual das partes no rendimento total de matéria seca da planta; ²DMS - Tukey (p>0,05).

³The number in parenthesis represents the percentile participation of plant fractions in total DM yield of oat plants; ²DMS - Tukey (p>0,05).

Por outro lado, a produção de MS do colmo, que não difere nas épocas 70 e 84 DAE, aumentou nas três épocas finais, sem diferença estatística entre as mesmas. Isto se deve a maior elongação da haste que ocorre no final do ciclo da cultura. A participação na produção de MS total da planta, no entanto, aumentou de 36% aos 70 DAE para 53% aos 112 DAE, decrescendo no final do ciclo (46%).

O rendimento de MS da panícula, determinado a partir dos 98 DAE, aumentou linearmente a uma taxa média de 118 kg ha⁻¹ dia⁻¹, culminando com um acúmulo de 4.646 kg ha⁻¹, diferindo estatisticamente nas três épocas (p<0,05). Quanto à participação na produção total de MS, a panícula contribuiu com 15, 30 e 38%, respectivamente para as épocas de corte de 98, 112 e 126 DAE.

As características avaliadas de rendimento obtidos na maturação (Tabela 5) mostraram rendimento biológico (palha + grãos) de 14.670 kg ha⁻¹, com teor de MS de 83,4%, rendimento de grãos (ajustado para 13% de umidade) de 3.318 kg ha⁻¹ e

rendimento de palha de 9.353 kg ha⁻¹. O índice de colheita (RG/RB x 100) foi de 23%, valor muito baixo, quando comparado aos relatados por Donald e Hamlin (1976). Esse fato pode ser explicado pela maior altura das plantas observado neste experimento e aos prejuízos no rendimento de grãos provocado pelos danos causados por pássaros. Na mesma Tabela 5, observa-se que a taxa de crescimento vegetativo da cultura (RP/DAE) foi de 112 kg ha⁻¹ dia⁻¹, enquanto a taxa de enchimento de grãos (RG/DAM) foi de 138 kg ha⁻¹ dia⁻¹.

Tabela 5. Valores médios das características avaliadas relacionadas ao rendimento da aveia branca (cv. UPF 7).

Table 5. Mean values of the characteristics related to DM yield of white oat plants (cv. UPF 7).

Características Characteristic	Valores médios Mean values
Rendimento biológico (kg MS ha ⁻¹) DM yield (kg DM ha ⁻¹)	14.670
Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹) DM grain (kg ha ⁻¹)	3.318 ¹
Rendimento de palha (kg MS ha ⁻¹) DM straw (kg DM ha ⁻¹)	9.353
Índice de colheita (%) Index harvest (%)	23
Taxa de crescimento (kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹) Growing yield rate (kg MS ha ⁻¹ day ⁻¹)	112
Taxa de enchimento de grãos (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹) Filling grain rate (kg ha ⁻¹ day ⁻¹) (%)	138
Número de filhotes m ⁻² Tiller number m ⁻²	610
Índice de afilhamento médio Mean tillering index	1,50

¹Peso ajustado para 13% de umidade.

¹weight regulated for 13% of humidity.

Aspectos morfológicos e fisiológicos do desenvolvimento

Os estádios de desenvolvimento (Zadoks *et al.*, 1974) e a altura das plantas de aveia são apresentados na Tabela 2. A maturação ocorreu aos 126 dias após a emergência. A cultura alcançou a altura máxima de 126 cm, sem diferir ($p > 0,05$) em das épocas de corte de 98 e 112 DAE. O aumento da altura de plantas expressou-se segundo regressão polinomial linear ($p < 0,01$) com um coeficiente de determinação (R^2) de 94,8% (Tabela 3). A altura observada das plantas foi semelhante àquela obtida por Godoy *et al.* (1990) de 123 cm e superior àquela obtida por Calvete e Santos (1988), que foi de 104 cm.

O índice de afilhamento foi de apenas 1,5, obtendo-se um total de 610 filhotes m⁻² na maturação (Tabela 5). Esse fato pode ser atribuído a alta densidade inicial de plantas. Quanto às características morfológicas, os resultados foram semelhantes aos descritos por Calvete e Santos (1988), com exceção do número de espiguetas/panícula (59,1) e número de grãos/panícula (94,9), cujos valores obtidos foram inferiores àqueles, ou seja, de 37,8 e 57,8, respectivamente (Tabela 6). O ciclo da emergência até a antese, considerando 50% de panículas emergidas foi de 101 dias (Tabela 6),

semelhante ao citado por Calvete e Santos (1988). O período de enchimento de grãos foi de 25 dias após a floração, sendo um pouco superior aos obtidos por McKee *et al.* (1979), que observaram 23 dias.

Tabela 6. Características morfológicas e fenológicas da aveia branca (cv. UPF 7).

Table 6. Morphological and phenological characteristics of white oat (cv. UPF 7).

Características Characteristics	Médias Means
Altura de plantas (cm) Height plants (cm)	126,0
Ciclo (emergência/antese-dias) Cycle (emergence/anthesis-days)	101,0
Ciclo (emergência/maturação-dias) Cycle (emergence/maturation-days)	126,0
Período de enchimento de grãos (antese/maturação) Filling grain period (anthesis/maturation)	25,0
Comprimento da lâmina da folha bandeira (cm) Leaf flag lamina length (cm)	30,9
Largura da lâmina da folha bandeira (cm) Leaf flag lamina length width (cm)	2,3
Cor da folha Leaf color	Verde escuro Green dark
Disposição da folha bandeira Leaf flag disposition	Ereta Erected
Disposição das folhas inferiores (ângulo < 90°) Inferiors leaves disposition (angle < 90°)	Intermediário Intermediate
Tipo de panícula Type of panicle	Equilátero Equilateral
Comprimento do pedúnculo (cm) Peduncle length (cm)	49,4
Comprimento da panícula (cm) Panicle length (cm)	21,6
Número de espiguetas/panícula Number of the spikelets/panicle	37,8
Número de grãos/espiguetas Grain number/spikelets	1,53
Número de grãos/panícula Grain number/panicle	57,8
Cor da panícula na maturação Panicle colors at maturation stage	Amarela Yellow
Aristas Awn	Ausentes Absent
Cor do grão Grain color	Amarelo Yellow

Composição química da forragem

Na Tabela 7 são apresentados os resultados do valor nutritivo da forragem de aveia. O teor de MS apresentou um comportamento anômalo, variando de 11,6% aos 14 DAE para 83,4% na maturação. A redução do teor de MS observada aos 70 e 84 DAE, pode ser explicada pela irrigação que foi efetuada na véspera da data do corte.

O teor de PB na MS foi máximo nos cortes efetuados aos 14, 28 e 70 DAE, variando de 24,9 a 18,9%, as quais não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$).

Quanto à regressão polinomial, verificou-se decréscimo linear (Tabela 3), com coeficiente de determinação de 94%, chegando a apenas 4,9% na maturação. A pequena elevação do teor de PB observada entre os cortes aos 56 e 70 DAE, pode ser atribuído ao efeito da segunda adubação nitrogenada, realizada neste experimento. A palha de aveia colhida na maturação, apresentou teor de PB de apenas 1,8% e DIVMS de 36,8%. Quanto ao acúmulo de PB,

verificou-se que o rendimento foi máximo a partir dos 56 DAE, sem diferença entre os cortes posteriores. A partir da regressão quadrática, estimou-se o acúmulo máximo de 818 kg ha⁻¹, que ocorreu aos 98 DAE. O alto rendimento médio de PB obtido (504 kg ha⁻¹) demonstra o bom valor nutritivo desta forrageira. Os valores obtidos de PB são similares aos encontrados no Brasil, por Andrade *et al.* (1975), Gardner *et al.* (1982), Floss *et al.* (1981 e 1985) e Reis *et al.* (1991).

Tabela 7. Composição química da forragem de aveia branca (cv. UPF 7) em diferentes estádios de desenvolvimento.

Table 7. Chemical composition of white oat forage (cv. UPF 7) in different stadium of development.

Épocas de Corte DAE Time of cut (DAE)	Matéria Seca Dry matter (%)	Proteína Bruta Crude protein (%)	Cinzas Ash (%)	Ca Ca (%)	P P (%)	Relação Ca:P Relation Ca:P	DIVMS IVDMD (%)
14	11,6	24,9	35	13,8	0,29	0,40	0,72
28	12,0	23,2	204	13,8	0,28	0,53	0,53
42	14,2	17,9	391	11,5	0,26	0,31	0,84
56	13,1	17,9	619	13,8	0,28	0,33	0,85
70	10,9	18,9	699	13,2	0,28	0,37	0,76
84	10,7	10,4	601	12,5	0,25	0,37	0,68
98	17,2	8,9	818	10,3	0,17	0,25	0,68
112	23,5	5,9	599	8,8	0,18	0,20	0,90
126	83,4	4,9	617	9,5 ¹	0,22	0,26	0,85
Média Mean		15,1	504	11,9	0,25	0,34	0,73
DMS ²		6,6	377	2,1	0,11	0,18	12,0
C.V. (%)		15,2	25,2	5,9	15,0	18,5	5,7

¹Somente palha; ²Tukey (p>0,05).

³Only straw; ⁴Tukey (p>0,05).

Quando as plantas foram cortadas aos 70 DAE, as folhas contribuíram com 75% do total de PB, perfazendo um total de 523 kg ha⁻¹ e um teor de 22,1% (Tabela 8). Estes valores são superiores aos obtidos por Reis *et al.* (1991), os quais obtiveram 391 kg ha⁻¹ de PB nas folhas. Após este corte, os teores de PB diminuíram, sem diferença entre os cortes aos 70, 84 e 98 DAE, chegando a apenas 3,8% na maturação. Comportamento semelhante foi observado em relação ao rendimento de PB nas folhas, expresso por meio de uma regressão polinomial linear. Nos colmos e bainhas, o teor máximo (13,2%) ocorreu aos 70 DAE, observando-se diminuição do teor com o avanço da maturidade, enquanto o rendimento manteve-se constante e a contribuição maior ocorreu aos 98 DAE (42%). Na panícula, apesar da diminuição do teor (13,0 para 8,6%), o rendimento de PB aumentou significativamente (p<0,05). Verifica-se que na maturação, o maior teor de proteína ocorreu na panícula, contribuindo com 64% do total de PB produzida pela planta (Tabela 8).

A digestibilidade *in vitro* da matéria variou entre 82,2 e 68,0% para o intervalo de 14 a 70 DAE,

Tabela 8. Teor e rendimento de proteína bruta das diferentes partes da planta de aveia branca (cv. UPF-7).

Table 8. CP content and yield from fractions of white oat (cv. UPF 7) plants.

Épocas de Corte (DAE) Time of cut (DAE)	Frações Fractions					
	Folhas Leaves		Colmo + bainha Stem + sheath		Panícula Panicle	
	%	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹
70	22,1	523 (75) ¹	13,2	176 (25)		
84	16,1	439 (73)	5,4	162 (27)		
98	12,9	298 (37)	6,3	345 (42)	13,0	175 (21)
112	7,7	129 (21)	3,4	178 (30)	9,6	292 (49)
126	3,8	76 (12)	2,6	147 (24)	8,6	394 (64)
Médias	12,5	293,1	6,6	201,7	10,4	287,2
DMS ²	10,3	290,9	4,2	206,8	5,2	221,1
C.V. (%)	30,6	37,0	24,0	38,2	13,7	21,1

¹O número entre parênteses representa a participação em percentagem de cada parte em relação ao rendimento total de PB (%); ²Tukey (p>0,05).

³The number in parenthesis represents the percent participation of plant fractions in total CP yield of oat plants; ⁴Tukey (p>0,05).

caracterizando um material forrageiro de alto valor nutritivo. O decréscimo da DIVMS a partir de 14 DAE é expressa por uma regressão linear (p<0,01), com um coeficiente de determinação de 92,8% (Tabela 3). Pela equação da regressão, estima-se que a DIVMS da forragem de 60,0% ocorreu aos 67 DAE. Esses resultados são superiores aos encontrados por Reis *et al.* (1992), que aos 77 dias de idade observou para a aveia uma DIVMS de 54,4%. A DIVMS correlacionou-se positivamente com os teores de PB total (r=0,89), da folha (r=0,76), do colmo + bainha (r=0,84), da relação folha/colmo (r=0,91) e com o rendimento de PB da folha (r=0,71), não se correlacionando com o rendimento de PB total e do colmo + bainha.

Não houve diferença significativa (p>0,05) quanto aos teores de cinzas, até 84 DAE, com valores variando de 13,8 a 11,5% decrescendo com a maturidade da planta. A regressão quadrática foi significativa (p<0,01), com coeficiente de determinação de 76,1%. Os teores encontrados foram superiores aos relatados por Fisher e Fowler (1975), sendo a sua variação ao longo do desenvolvimento da cultura semelhante ao observado na literatura.

Os teores de cálcio e fósforo foram em média 0,25 e 0,34%, respectivamente, valores inferiores aos obtidos por Andrade *et al.* (1975) e Vilela *et al.* (1978). A relação cálcio/fósforo variou de 0,53 a 0,90, com uma média geral de 0,73. Os ruminantes necessitam de uma relação Ca:P em torno de 2,0, sendo que valores inferiores a 1,0 afetam a utilização da alimentação (Khalil e Durrani, 1990).

Na Tabela 9 são apresentadas algumas características qualitativas dos grãos de aveia. O peso do hectolitro (PH) foi de 47 kg hl⁻¹, valor considerado baixo, podendo ser explicado pelo não desaristamento das sementes. O peso de mil sementes (PMS) foi de 29 g, o rendimento industrial ou índice de descasque (RI) foi de 73% e o teor de PB do grão com casca foi de 12% e o sem casca de 15%, valores considerados altos, segundo Bland (1971).

Tabela 9. Qualidade industrial e composição química do grão da aveia branca (cv. UPF 7).**Table 8.** Industrial quality and chemical composition of white oat grain (cv. UPF 7).

Características <i>Characteristics</i>	Médias <i>Means</i>
Rendimento industrial (%) <i>Industrial efficiency (%)</i>	73
Pesodohectolitro (kg hl ⁻¹) <i>Hectoliter weight (kg hl⁻¹)</i>	47
Peso de mil sementes (g) <i>Weight of one thousand seeds (g)</i>	29
Teor de PB do grão com casca (%) <i>CP of grain (with bark)</i>	12
Teor de PB do grão sem casca (%) <i>CP of grain (without bark)</i>	15
Teor de fósforo (%) <i>Phosphorus content (%)</i>	0,35

Conclusão

O cultivar de aveia apresentou alto potencial de rendimento de MS e grãos, em Piracicaba, Estado de São Paulo, nas condições em que foi conduzido o experimento.

A melhor época da utilização da aveia como forrageira, considerando-se aspectos relacionados à digestibilidade e disponibilidade de forragem situa-se entre 37 e 70 DAE.

Referências

- ANDERSON, L.J.; KAUFMANN, M.L. A study of oat varieties for use as ensilage. *Can. J. Plant Sci.*, Ottawa, v. 43, p. 157-60, 1963.
- ANDRADE, I.F. *et al.* Competição entre forrageiras de inverno. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 4, p. 1-11, 1975.
- BLAND, B.F. *Crop production: cereals and legumes*. New York: Academic Press, 1971. p. 121-176.
- CALVETE, E.O.; SANTOS, M.A. Caracterização e avaliação de germoplasma de aveia. In: REUNIÃO CONJUNTA DE PESQUISA DE AVEIA, 8., 1988, Porto Alegre. *Comunicado técnico...* Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo/Faculdade de Agronomia, 1988. p. 1-7.
- DONALD, C.M.; HAMLIN, J. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. *Adv. Agron.*, San Diego, v. 28, p. 361-405, 1976.
- FISHER, L.J.; FOWLER, D.B. Predicted forage value of whole plant cereals. *Can. J. Plant Sci.*, Ottawa, v. 55, n. 4, p. 975-986, 1975.
- FLOSS, E.L. *et al.* Ensaio preliminar de rendimento de forragem na UPF, em 1980. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 1981. (Comunicado Técnico).
- FLOSS, E.L. *et al.* Rendimento de forragem e grãos de aveia (*Avena sp*) sob diferentes frequências de corte, 1981. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 1985. (Comunicado Técnico).
- GARDNER, A.L. *et al.* Relação entre a disponibilidade de forragem de aveia e o ganho de peso de bezerros mestiços leiteiros. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 11, n. 1, p. 53-69, 1982.

GODOY, R.; BATISTA, L.A.R. *Produção de sementes e grãos de aveia em São Carlos, SP*. São Carlos: Embrapa, UEPAE, 1990a. (Comunicado Técnico, 5).

GODOY, R.; BATISTA, L.A.R. *Recomendação de cultivares de aveia forrageira para a região de São Carlos, SP*. São Carlos: Embrapa, UEPAE, 1990b. (Comunicado Técnico, 3).

GODOY, R. *et al.* Caracterização de cultivares de aveia forrageira em São Carlos, SP. São Carlos: Embrapa, UEPAE, 1990. (Comunicado Técnico, 4).

IBPGR. *Oat Descriptors List*. Roma: International Board for Plant Genetic Resources, 1985.

KHALIL, I.A.; DURRANI, F.R. Nutritional evaluation of tropical legume and cereal forages grown in Pakistan. *Trop. Agric.*, Surrey, v. 67, n. 4, p. 313-316, 1990.

MARTINEZ, H.E.P.; COSTA, C. Rendimento e valor protéico de *Avena strigosa* cultivada em Selvíria, MS. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 23, n. 7, p. 653-57, 1988.

McKEE, G.W. *et al.* Rate of fill and length of the grain fill period for nine cultivars of spring oats. *Agron. J.*, Madison, v. 71, n. 6, p. 1029-1034, 1979.

RANZANI, G. *et al.* Carta de solos do município de Piracicaba. Piracicaba: Esalq/USP, 1966.

REIS, R.A. *et al.* Efeitos de diferentes épocas de colheita sobre a produção de forragem e de sementes de aveia-preta. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 27, n. 1, p. 111-117, 1992.

REIS, R.A. *et al.* Produção de matéria seca e de sementes da aveia preta em Jaboticabal, SP. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. *Anais...* Campinas: SBZ, 1990. p. 274.

REIS, R.A. *et al.* Produção de matéria seca e composição química de cultivares de aveia colhidas em diferentes idades. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., 1991, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: SBZ, 1991. p. 60.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. *Análises químicas em plantas*. Piracicaba: Esalq/USP, 1974.

TAKEDA, K. *et al.* Contribution of growth rate and harvest index to grain yield in F9-derived lines of oats (*Avena sativa* L.). *Can. J. Plant Sci.*, Ottawa, v. 60, n. 2, p. 379-384, 1980.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Brit. Grass. Soc.*, London, v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.

VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994.

VILELA, H. *et al.* Valor nutritivo da aveia forrageira (*Avena bizantina*) sob as formas verde, silagem e feno. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 7, n. 1, p. 145-157, 1978.

VILELA, H. Aveia como volumoso para vaca em lactação. *Inf. Agropecu.*, Belo Horizonte, v. 7, n. 78, p. 38-40, 1981.

ZADOKS, J.C. *et al.* A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.*, Oxford, v. 14, n. 6, p. 415-421, 1974.

Received on July 20, 2004.

Accepted on February 16, 2006.