

**Componentes morfológicos da aveia branca em sistemas de manejo de solo**  
**Morphological components of white oats in soil management systems**  
**Componentes morfológicos de la avena blanca en los sistemas de manejo del suelo**

Recebido: 06/08/2020 | Revisado: 11/08/2020 | Aceito: 12/08/2020 | Publicado: 17/08/2020

**Diandra Pinto Della Flora**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9668-3242>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: [diandradellaflora@gmail.com](mailto:diandradellaflora@gmail.com)

**Jorge Wilson Cortez**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1120-719X>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: [jorgecortez@ufgd.edu.br](mailto:jorgecortez@ufgd.edu.br)

**Nayra Fernandes Agüero**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4205-7606>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: [nayra\\_fa@hotmail.com](mailto:nayra_fa@hotmail.com)

**Nilsa Maria León López**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9696-9139>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: [nmlopez37@gmail.com](mailto:nmlopez37@gmail.com)

**Lucas de Oliveira Donaire**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4777-0785>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: [lucas.donaire@outlook.com](mailto:lucas.donaire@outlook.com)

**Delíbio Bastos Fagundes Neto**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1801-4294>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: [netosd1@hotmail.com](mailto:netosd1@hotmail.com)

**Gabriel Irala Mariano**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0498-7012>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: [gabriel\\_iralamariano@hotmail.com](mailto:gabriel_iralamariano@hotmail.com)

**Matheus Schiavoni dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2510-8803>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: [matheus\\_schiavoni@hotmail.com](mailto:matheus_schiavoni@hotmail.com)

## **Resumo**

Objetivou-se avaliar os componentes morfológicos da aveia branca cultivada em sistemas de manejo de solo. O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da UFGD, em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram dos manejos: EC = escarificação cruzada seguida de uma gradagem; E = um escarificação; EG = uma escarificação seguida de uma gradagem; GR = uma gradagem; SM = sem mobilização; PC = uma aração seguida de duas gradagens. Na cultura da aveia branca foram avaliados: estande, altura, número de perfilhos, biomassa, biomassa seca das folhas, biomassa seca da parte aérea, índice de área foliar, área foliar específica, razão de massa foliar e razão de área foliar. A análise dos dados foi realizada pela análise de variância e, quando significativo, aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. O estande da aveia branca é uniforme na área e não sendo afetado pelos sistemas de manejos do solo. A altura da aveia e o número de perfilhos são afetados pelos tratamentos que contém o escarificador. Os sistemas sem mobilização e escarificador beneficiaram a produção de biomassa da aveia branca, bem como a biomassa seca das folhas e da parte aérea e o índice de área foliar. A razão de área foliar e área foliar específica foram influenciadas pelos sistemas com escarificador e preparo convencional, e a razão de massa foliar pelos sistemas de escarificação cruzada, sem mobilização e preparo convencional.

**Palavras-chave:** Área foliar, Índice de área foliar, Mecanização, Plantio direto, Preparo convencional.

## **Abstract**

The objective was to evaluate the morphological components of white oats grown in soil management systems. The work was developed at the Experimental Farm of Agricultural Sciences at UFGD, in a randomized block design, with four repetitions. The treatments consisted of the managements: EC = cross chiseling followed by harrowing; E = a scarification; EG = scarification followed by harrowing; GR = a harrowing; SM = without mobilization; PC = plowing followed by two harrows. In the white oat culture, stand, height, number of tillers, biomass, dry leaf biomass, dry shoot biomass, leaf area index, specific leaf

area, leaf mass ratio and leaf area ratio were evaluated. Data analysis was performed by analysis of variance and, when significant, the Tukey test was applied at 5% probability. The white oat stand is uniform in the area and is not affected by soil management systems. The height of the oats and the number of tillers are affected by the treatments that the scarifier contains. The systems without mobilization and scarifier benefited the production of white oat biomass, as well as the dry biomass of the leaves and shoots and the leaf area index. The leaf area ratio and specific leaf area were influenced by the systems with scarifier and conventional preparation, and the leaf mass ratio by the cross scarification systems, without mobilization and conventional preparation.

**Keywords:** Leaf area, Leaf area index, Mechanization, No-tillage, Conventional preparation.

### **Resumen**

El objetivo fue evaluar los componentes morfológicos de la avena blanca cultivada en sistemas de manejo de suelos. El trabajo se desarrolló en la Granja Experimental de Ciencias Agrícolas en UFGD, en un diseño de bloques al azar, con cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en el manejo: CE = cincelado cruzado seguido de desgarrado; E = una escarificación; EG = escarificación seguida de desgarrador; GR = un desgarrador; SM = sin movilización; PC = arado seguido de dos gradas. En el cultivo de avena blanca, se evaluaron el soporte, la altura, el número de macollos, la biomasa, la biomasa de la hoja seca, la biomasa del brote seco, el índice de área de la hoja, el área específica de la hoja, la relación de masa de la hoja y la relación del área de la hoja. El análisis de datos se realizó mediante análisis de varianza y, cuando fue significativo, se aplicó la prueba de Tukey con una probabilidad del 5%. El soporte de avena blanca es uniforme en el área y no se ve afectado por los sistemas de manejo del suelo. La altura de la avena y el número de macollos se ven afectados por los tratamientos que contiene el escarificador. Los sistemas sin movilización y escarificador beneficiaron la producción de biomasa de avena blanca, así como la biomasa seca de las hojas y brotes y el índice de área foliar. La relación del área foliar y el área foliar específica fueron influenciadas por los sistemas con escarificador y preparación convencional, y la relación de masa foliar por los sistemas de escarificación cruzada, sin movilización y preparación convencional.

**Palabras clave:** Área foliar, Índice del área foliar, Mecanización, Labranza cero, Preparación convencional.

## 1. Introdução

A aveia branca (*Avena sativa* L.) pertence ao grupo dos cereais de inverno composto por culturas que vem crescendo ao longo dos anos devido a gama de utilizações possíveis em sistemas agrícolas. A nível mundial, a aveia ocupa o sétimo lugar em relação a área de cultivo, sendo que, no panorama nacional, os maiores polos de produção dividem-se entre os estados Rio Grande do Sul e Paraná (Conab, 2020).

O cultivo da aveia branca destina-se principalmente ao uso na alimentação humana, animal e como cobertura do solo em sistemas de plantio direto (SPD) (Sousa, 2005). De acordo com Castro et al. (2012), o cultivo dessa espécie juntamente com outros cereais de inverno vem ganhando espaço na agricultura brasileira devido à alta produção de biomassa quando utilizada como cobertura vegetal e em rotação de culturas como soja e milho.

Seu uso como cobertura de solo vem sendo difundida através da região sul do país, onde é utilizada na semeadura direta de grandes culturas, sendo uma promessa na conservação do solo, devido principalmente a alta relação C:N que possui (De Mori et al., 2012), o que implica numa decomposição mais lenta dos resíduos e conseqüentemente uma permanência maior no solo beneficiando a cultura subsequente, além de promover a sua proteção (Oliveira et al., 2019).

O avanço em melhoramento genético de cultivares de cereais de inverno tem modificado a arquitetura das plantas de forma a reduzir estatura e área foliar, buscando diminuir a incidência de acamamento. No entanto, a redução da área foliar gera um índice de área foliar (IAF) reduzido e conseqüentemente uma menor produção de biomassa que, associado ao autossombreamento das folhas, gera uma taxa fotossintética menor (Lemerle et al., 2006).

Pereira & Machado (1987), defendem que há forte dependência da fotossíntese com a área foliar, e que quanto mais rapidamente a planta atingir o seu índice de área foliar máximo maior será seu rendimento e os seus componentes de produção como número de afilhos, massa seca da parte aérea, raiz e outros.

Os componentes morfológicos tem sido amplamente estudados em culturas de maior interesse econômico como a soja (Bahry et al., 2013; Szareski et al., 2015) e milho (Andreotti et al., 2001; Hanashiro et al., 2013), no entanto, em culturas de menor interesse como a aveia são escassos os estudos referentes a estes componentes.

Além da produção de biomassa, a aveia possui a vantagem de ser uma espécie que proporciona boas condições físicas ao solo devido a presença do sistema radicular fasciculado

bem desenvolvido, que explora um grande volume de solo e possibilita a melhoria de sua estrutura (Carvalho et al., 1987).

As condições físicas de solo podem ser influenciadas ainda pelos sistemas de manejo adotados. Dentre os principais sistemas, o plantio direto ou cultivo mínimo, considerados conservacionistas, priorizam a manutenção de resíduos vegetais em superfície, reduzindo a movimentação do solo e promovendo benefícios à conservação dos bens naturais como redução da erosão e aumento da atividade biológica de microrganismos (Cortez et al., 2018), refletindo positivamente na qualidade do solo e na rentabilidade da atividade agrícola (Cortez et al., 2019).

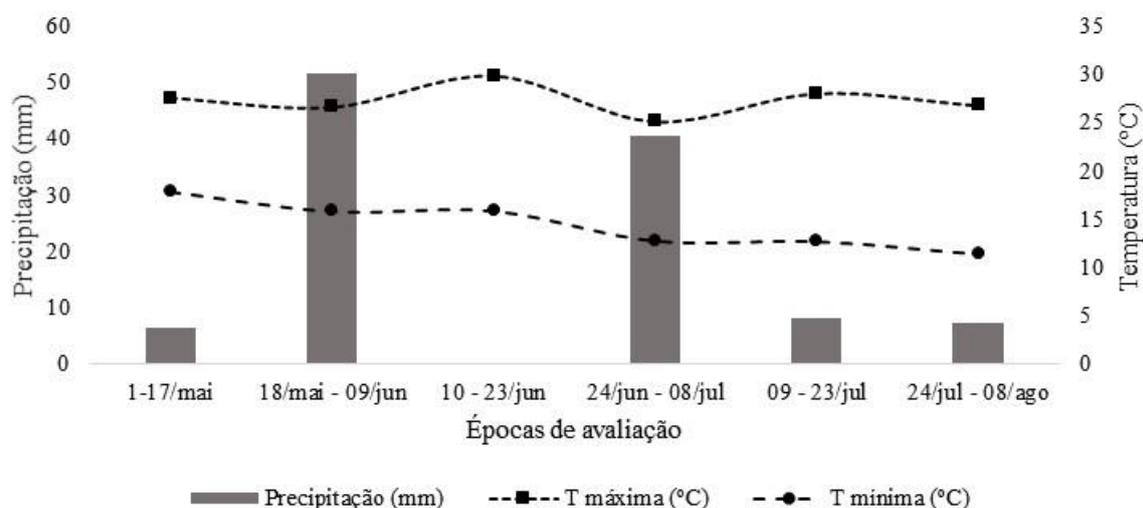
Entretanto, sistemas conservacionistas, por adotarem a mobilização do solo apenas na linha de semeadura, podem promover alterações indesejadas na estrutura da camada arável. Nestes casos, o sistema de preparo mecanizado, no qual se destaca o preparo convencional, permite o rompimento dos agregados pelo revolvimento do solo, promovendo maior contato entre o solo e os resíduos vegetais (Dadalto et al., 2015).

Estes cenários têm levado à procura de sistemas cada vez mais eficientes. Dessa forma, objetivou-se avaliar os componentes morfológicos da aveia branca cultivada em sistemas de manejo de solo.

## **2. Metodologia**

O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias – FAECA, da Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil, com altitude média local é de 446 m, latitude de 22° 11' 45'' S e longitude 54° 55' 18'' W. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen (1948), é do tipo Cwa (mesotérmico úmido), com verão chuvoso e inverno seco e com temperatura média anual de 22°C, apresentando solo classificado como Latossolo Vermelho distroférico (Santos et al., 2018), muito argiloso. Os dados de temperatura e precipitação no período de cultivo da aveia estão apresentados na Figura 1.

Figura 1 - Precipitação pluviométrica acumulada e temperatura máxima e mínima do ar no período de ensaio, obtido da estação meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste.



Fonte: Embrapa, 2020.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos e suas descrições encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Especificação das operações realizadas nos tratamentos e suas respectivas profundidades.

| Tratamento | Operações                            | Profundidade (m) |
|------------|--------------------------------------|------------------|
| EC         | escarificação cruzada e uma gradagem | 0,35; 0,15       |
| E          | uma escarificação                    | 0,35             |
| EG         | uma escarificação e uma gradagem     | 0,35; 0,15       |
| GR         | uma gradagem                         | 0,15             |
| SM         | sem mobilização                      | -                |
| PC         | uma aração e duas gradagens          | 0,30; 0,15       |

Cada parcela experimental ocupou área de 16,6 m de comprimento e 18 m de largura (298,8 m<sup>2</sup>). No sentido longitudinal entre as parcelas, foi reservado um espaço de 12 m, destinado à realização de manobras, tráfego de máquinas e estabilização dos conjuntos.

No preparo das parcelas dos sistemas de manejo do solo, realizado em março de 2019, foram utilizados: escarificador de cinco hastes, com ponteira estreita de 0,08 m de largura a 0,35 m de profundidade; arado de discos com 0,30 m de profundidade; grade destorroadora-niveladora, tipo off-set, de arrasto, com 20 discos de 0,51 m de diâmetro (20”) em cada seção, sendo na seção dianteira discos recortados e lisos na traseira, na profundidade de 0,15 m.

A aveia branca (*Avena sativa*) foi semeada em maio de 2019, a 5 cm de profundidade, com espaçamento de 0,20 m entre linhas e densidade de semeadura de 120 kg.ha<sup>-1</sup>.

O estande (número de plantas por metro) foi determinado 28 dias após a semeadura (DAS) da aveia. As demais avaliações da cultura foram realizadas durante seu desenvolvimento até atingir o florescimento, aos 23, 37, 52, 67 e 83 DAS (dias após a semeadura).

A biomassa da aveia foi determinada por meio de um quadro amostral de dimensões 0,5 m x 0,5 m (0,25 m<sup>2</sup>), sendo coletadas três repetições em cada parcela, em cada data de coleta. O material foi encaminhado para estufa a aproximadamente 60°C, e posteriormente aferido a biomassa seca (MS).

As variáveis altura de planta, número de perfilhos, biomassa seca das folhas, biomassa seca da parte aérea e área foliar, foram determinadas a partir da escolha aleatória de cinco plantas em cada coleta (aos 23, 37, 52, 67 e 83 DAS).

A altura foi determinada pela medição direta por meio de uma régua graduada e o número de perfilhos por meio de contagem direta em cada planta. As folhas foram destacadas para determinação de área foliar e posteriormente, folhas e caule foram acondicionados em sacos de papel, separadamente, encaminhados para estufa a aproximadamente 60°C, e posteriormente aferido a biomassa seca das folhas (Bsf) e da parte aérea (Bspa).

A Área Foliar (AF, cm<sup>2</sup>) foi determinada através de um integrador de área foliar de bancada (Área meter) LI-COR®, modelo LI 3100C.

A partir dos dados de área foliar (AF, m<sup>2</sup>.planta<sup>-1</sup>), foi obtido o índice de área foliar (IAF, m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup>), através de metodologia proposta por Benincasa (2003), por meio da equação:

$$IAF = \frac{Af}{As} = \frac{Af}{D_{planta} \cdot D_{linha}} \quad (1)$$

onde: *IAF* = índice de área foliar (m<sup>2</sup>.<sup>-2</sup>); *Af* = área foliar (m<sup>2</sup>); *As* = área de solo (m<sup>2</sup>); *D<sub>planta</sub>* = distância média entre plantas (m); *D<sub>linha</sub>* = distância média entre linhas (m).

Os valores dos índices de crescimento como área foliar específica (AFE, m<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>), razão de massa foliar (RMF, g.g<sup>-1</sup>) e razão de área foliar (RAF, m<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>) foram obtidos a partir das seguintes equações:

$$AFE = \frac{Af}{Bsf} \quad (2)$$

$$RMF = \frac{Bsf}{Bspa} \quad (3)$$

$$RAF = Afe.Rmf \quad (4)$$

em que  $AFE$  = área folia específica ( $m^2.g^{-1}$ );  $RMF$  = razão de massa foliar ( $g.g^{-1}$ );  $RAF$  = razão de área foliar ( $m^2.g^{-1}$ );  $Af$  = área foliar ( $m^2$ );  $Bsf$  se refere à biomassa seca das folhas ( $g.planta^{-1}$ ) e  $Bspa$  à biomassa de matéria seca da parte aérea ( $g.planta^{-1}$ ).

A análise dos dados foi realizada pela análise de variância e, quando significativo, com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3. Resultados e Discussão

Verificou-se estande uniforme na área de estudo para aveia branca, variando entre 100 e 130 plantas. $m^{-2}$  (Tabela 2), com média de 22 plantas. $m^{-1}$ . De acordo com Abreu et al. (2002), variações na população podem promover diferença de comportamento no desenvolvimento das plantas, sendo que, em alguns materiais, maior população de plantas pode favorecer algumas características da cultura, enquanto a redução da população poderia não influenciar o desempenho a campo da mesma.

Tabela 2 - Análises de variância e teste de comparação de médias do estande, número de perfilhos, biomassa seca e componentes morfológicos da aveia branca em sistemas de manejo de solo.

| Manejo          | Estande (planta. $m^{-1}$ ) |         |          |          |                    |
|-----------------|-----------------------------|---------|----------|----------|--------------------|
| EC              | 23,50                       |         |          |          |                    |
| E               | 26,28                       |         |          |          |                    |
| EG              | 20,50                       |         |          |          |                    |
| GR              | 19,72                       |         |          |          |                    |
| SM              | 20,61                       |         |          |          |                    |
| PC              | 21,17                       |         |          |          |                    |
| <i>p</i> -valor | 1,22 <sup>ns</sup>          |         |          |          |                    |
| CV (%)          | 17,65                       |         |          |          |                    |
|                 | 23 DAS                      | 37 DAS  | 52 DAS   | 67 DAS   | 83 DAS             |
|                 | Altura (cm)                 |         |          |          |                    |
| EC              | 21,21 a                     | 29,54 b | 40,89 a  | 60,75 ab | 63,54              |
| E               | 22,23 a                     | 30,33 b | 39,15 a  | 66,94 a  | 62,18              |
| EG              | 19,47 b                     | 34,66 a | 36,69 b  | 62,12 ab | 65,19              |
| GR              | 19,67 b                     | 29,31 b | 33,73 c  | 47,02 c  | 68,32              |
| SM              | 21,32 a                     | 27,01 c | 34,90 bc | 59,80 b  | 62,17              |
| PC              | 19,50 b                     | 29,66 b | 36,01 b  | 48,83 c  | 57,87              |
| <i>p</i> -valor | 17,35*                      | 48,69*  | 18,17*   | 35,91*   | 0,68 <sup>ns</sup> |
| CV (%)          | 2,37                        | 2,07    | 1,81     | 3,96     | 11,6               |

| Número de perfilhos (un.planta <sup>-1</sup> ) |          |                    |          |          |                    |
|--|----------|--------------------|----------|----------|--------------------|
| EC   | 0,07 b   | 0,20 c             | 0,40 b   | 1,07 bc  | 1,40 ab            |
| E  | 0,47 ab  | 1,70 a             | 1,60 a   | 1,73 a   | 1,10 bc            |
| EG   | 0,3 ab   | 1,20 b             | 0,90 b   | 1,00 bc  | 0,60 c             |
| GR   | 0,3 ab   | 1,10 b             | 0,40 b   | 1,30 ab  | 0,87 c             |
| SM   | 0,7 a    | 0,90 b             | 0,73 b   | 1,60 ab  | 0,90 bc            |
| PC   | 0,33 ab  | 1,00 b             | 0,90 b   | 0,60 c   | 1,80 a             |
| <i>p</i> -valor                                | 4,43*    | 24,03*             | 13,22*   | 11,11*   | 16,68*             |
| CV (%)   | 47,87    | 16,94              | 25,67    | 17,82    | 16,4               |
| Biomassa seca (Mg.ha <sup>-1</sup> )           |          |                    |          |          |                    |
| EC   | 0,143 ab | 0,580 b            | 0,730 bc | 1,593 b  | 2,360 bc           |
| E  | 0,150 a  | 0,733 a            | 0,840 ab | 2,110 a  | 2,000 de           |
| EG   | 0,110 c  | 0,543 b            | 0,783 bc | 1,913 ab | 2,183 cd           |
| GR   | 0,113 bc | 0,563 b            | 0,853 ab | 2,020 a  | 2,500 ab           |
| SM   | 0,110 c  | 0,763 a            | 0,933 a  | 1,930 ab | 2,697 a            |
| PC   | 0,083 c  | 0,613 b            | 0,680 c  | 1,100 c  | 1,186 e            |
| <i>p</i> -valor                                | 13,24*   | 28,38*             | 11,40*   | 28,26*   | 24,59*             |
| CV (%)   | 9,88     | 4,77               | 5,83     | 6,88     | 4,82               |
| Bsf (g.planta <sup>-1</sup> )                  |          |                    |          |          |                    |
| EC   | 0,06 ab  | 0,26 a             | 0,41 b   | 0,45 c   | 0,65               |
| E  | 0,07 a   | 0,29 a             | 0,43 a   | 0,62 ab  | 0,72               |
| EG   | 0,05 c   | 0,23 a             | 0,33 d   | 0,46 c   | 0,82               |
| GR   | 0,05 bc  | 0,16 b             | 0,25 e   | 0,39 c   | 0,59               |
| SM   | 0,06 ab  | 0,24 a             | 0,32 d   | 0,66 a   | 0,66               |
| PC   | 0,05 c   | 0,24 a             | 0,37 c   | 0,51 bc  | 0,70               |
| <i>p</i> -valor                                | 22,20*   | 11,44*             | 199,62*  | 17,26*   | 1,32 <sup>ns</sup> |
| CV (%)   | 6,12     | 9,08               | 2,37     | 8,35     | 17,28              |
| Bspa (g.planta <sup>-1</sup> )                 |          |                    |          |          |                    |
| EC   | 0,09 ab  | 0,41               | 0,73 b   | 0,90 c   | 1,92               |
| E  | 0,10 a   | 0,44               | 0,91 a   | 1,66 a   | 1,56               |
| EG   | 0,07 c   | 0,38               | 0,63 c   | 1,30 ab  | 1,83               |
| GR   | 0,08 bc  | 0,40               | 0,49 d   | 0,99 bc  | 1,52               |
| SM   | 0,10 a   | 0,40               | 0,58 c   | 1,33 ab  | 1,60               |
| PC   | 0,08 bc  | 0,39               | 0,66 bc  | 1,22 bc  | 1,48               |
| <i>p</i> -valor                                | 15,47*   | 0,65 <sup>ns</sup> | 81,15*   | 12,55*   | 1,75 <sup>ns</sup> |
| CV (%)   | 6,23     | 11,50              | 4,20     | 10,68    | 14,26              |
| IAF (m <sup>2</sup> .m <sup>-2</sup> )         |          |                    |          |          |                    |
| EC   | 0,042 ab | 0,146 ab           | 0,187 bc | 0,141 b  | 0,112 ab           |
| E  | 0,046 a  | 0,182 a            | 0,275 a  | 0,207 a  | 0,069 c            |
| EG   | 0,034 b  | 0,159 ab           | 0,169 cd | 0,155 ab | 0,114 a            |
| GR   | 0,033 b  | 0,119 b            | 0,135 d  | 0,141 b  | 0,075 bc           |
| SM   | 0,040 ab | 0,162 ab           | 0,161 cd | 0,162 ab | 0,080 abc          |
| PC   | 0,034 b  | 0,159 ab           | 0,205 b  | 0,163 ab | 0,099 abc          |
| <i>p</i> -valor                                | 6,90*    | 5,60*              | 49,20*   | 4,41*    | 6,16*              |
| CV (%)   | 9,28     | 9,92               | 6,33     | 12,48    | 14,84              |

|                 | AFE (m <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup> ) |          |           |                    |                    |
|-----------------|--|----------|-----------|--------------------|--------------------|
| EC              | 0,030                                  | 0,025 b  | 0,020 b   | 0,014 ab           | 0,007              |
| E               | 0,029                                  | 0,028 ab | 0,028 a   | 0,015 a            | 0,005              |
| EG              | 0,030                                  | 0,030 ab | 0,023 b   | 0,015 a            | 0,006              |
| GR              | 0,028                                  | 0,032 a  | 0,024 ab  | 0,016 a            | 0,006              |
| SM              | 0,028                                  | 0,029 ab | 0,022 b   | 0,011 b            | 0,005              |
| PC              | 0,033                                  | 0,029 ab | 0,024 ab  | 0,014 a            | 0,006              |
| <i>p</i> -valor | 2,99 <sup>ns</sup>                     | 4,88*    | 9,69*     | 7,74*              | 1,52 <sup>ns</sup> |
| CV (%)          | 6,24                                   | 6,54     | 6,07      | 7,13               | 19,58              |
|                 | RMF (g.g <sup>-1</sup> )               |          |           |                    |                    |
| EC              | 0,665                                  | 0,624 a  | 0,555 ab  | 0,503 a            | 0,343              |
| E               | 0,675                                  | 0,655 a  | 0,475 c   | 0,371 b            | 0,454              |
| EG              | 0,662                                  | 0,616 a  | 0,523 abc | 0,360 b            | 0,452              |
| GR              | 0,668                                  | 0,413 b  | 0,508 bc  | 0,398 ab           | 0,390              |
| SM              | 0,668                                  | 0,599 a  | 0,541 ab  | 0,494 a            | 0,410              |
| PC              | 0,607                                  | 0,618 a  | 0,565 a   | 0,416 ab           | 0,473              |
| <i>p</i> -valor | 2,50 <sup>ns</sup>                     | 36,11*   | 10,24*    | 7,26*              | 2,60 <sup>ns</sup> |
| CV (%)          | 4,14                                   | 4,29     | 3,39      | 9,27               | 12,50              |
|                 | RAF (m <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup> ) |          |           |                    |                    |
| EC              | 0,020                                  | 0,016 ab | 0,011 b   | 0,007              | 0,002              |
| E               | 0,019                                  | 0,018 a  | 0,013 a   | 0,005              | 0,002              |
| EG              | 0,020                                  | 0,018 a  | 0,012 ab  | 0,005              | 0,003              |
| GR              | 0,019                                  | 0,013 b  | 0,012 ab  | 0,006              | 0,002              |
| SM              | 0,019                                  | 0,017 a  | 0,012 ab  | 0,005              | 0,002              |
| PC              | 0,020                                  | 0,018 a  | 0,014 a   | 0,006              | 0,003              |
| <i>p</i> -valor | 0,34 <sup>ns</sup>                     | 6,55*    | 5,75*     | 2,42 <sup>ns</sup> | 2,20 <sup>ns</sup> |
| CV (%)          | 9,35                                   | 7,82     | 5,92      | 13,03              | 26,10              |

Letras minúsculas e iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade; <sup>ns</sup>: não significativo ( $p > 0,05$ ); \*: significativo ( $p < 0,05$ ). CV: coeficiente de variação. EC: escarificação cruzada e uma gradagem; E: uma escarificação; EG: uma escarificação e uma gradagem; GR: uma gradagem; SM: sem mobilização; PC: uma aração e duas gradagens; Bsf: biomassa seca das folhas; Bspa: biomassa seca da parte aérea; IAF: índice de área foliar; AFE: área foliar específica; RMF: razão de massa foliar; RAF: razão de área foliar. DAS: dias após a semeadura.

A altura de planta foi favorecida pelo uso do escarificador durante o desenvolvimento da cultura, até os 67 DAS, atingindo 60,75, 66,94 e 62,12 cm nos tratamentos EC, E e EG, respectivamente, um incremento médio de aproximadamente 62% em relação a avaliação anterior (52 DAS) (Tabela 2). Este comportamento pode estar relacionado à profundidade de mobilização de solo promovida pelo escarificador, favorecendo o rompimento de camadas e melhor desenvolvimento radicular.

Na cultura da aveia, de acordo com White (1995), o crescimento em altura é mais acentuado no período que antecede a emergência da panícula, devido o maior crescimento dos internódios superiores, sendo que esta característica pode estar condicionada às condições

climáticas deste período (Rosseto & Nakagawa, 2001). A altura é uma das características limitantes para o aumento de rendimento da cultura da aveia (Kurek et al., 2002), sendo que estaturas elevadas podem acarretar em maior suscetibilidade ao acamamento que, conseqüentemente, afetaria morfo e anatomicamente a planta, resultando em menores rendimentos (Dolan et al., 1996).

Durante quase todo o desenvolvimento da aveia branca o número de perfilhos foi favorecido pela escarificação (E), entretanto, na avaliação final, aos 83 DAS, o preparo convencional do solo (PC) resultou em maior número de perfilhos (1,8 un.planta<sup>-1</sup>), juntamente à escarificação cruzada seguida de gradagem (EC) (1,4 un.planta<sup>-1</sup>). Este comportamento no final do período vegetativo da cultura pode ser evidenciado pelo uso da grade, que promove o destorroamento do solo nas camadas superficiais.

As folhas mais baixas e velhas da haste principal originam, em sua base, perfilhos primários, sendo uma importante característica da determinação produtiva da aveia, pois afeta o número de panículas por área (Davidson & Chevalier, 1990). De acordo com Castro et al. (2012), o principal fator para a formação e desenvolvimento de perfilhos é a adequada adubação nitrogenada (N) da cultura, o que explica o baixo número de perfilhos observados neste trabalho (máximo de 1,8) uma vez que não foi realizada adubação em nenhum estágio de desenvolvimento da aveia, com o intuito de representar a forma de cultivo corriqueiro de cultivos de inverno.

A produção de biomassa pela cultura da aveia branca também pode ter sido influenciada pela ausência de adubação nitrogenada, não atingindo 3,0 Mg.ha<sup>-1</sup> de MS, em comparativo a dados da literatura que apontam produção de 5,0 até aproximadamente 10,0 Mg.ha<sup>-1</sup> (Castagnara et al., 2010; Silva et al., 2015; Coelho et al., 2020; Fernandes et al., 2020).

Em relação aos sistemas de manejos, a produção de biomassa da aveia branca foi favorecida pelo não revolvimento do solo (SM) durante todo o desenvolvimento da cultura, seguido da escarificação (E) até 67 DAS (Tabela 2). Este mesmo comportamento foi observado para os dados primários de biomassa de matéria seca da parte aérea (Bspa) e biomassa de matéria seca de folhas (Bsf).

Os tratamentos sem mobilização (plantio direto) e escarificado promoveram menor mobilização do solo quando comparado ao uso de grade e arado, resultando em menor exposição do solo e promovendo maior manutenção de sua umidade durante a baixa precipitação acumulada no período de cultivo da aveia, sendo e aproximadamente 114 mm

durante todo o período vegetativo da cultura (Figura 1). De acordo com Castro et al. (2012), a aveia requer entre 400 e 1300 mm de água por ano durante o ciclo de desenvolvimento.

O IAF da aveia branca (Tabela 2) foi influenciado positivamente pelos sistemas de manejo E e SM durante o desenvolvimento da cultura, atingindo valores máximos aos 52 DAS. A área foliar máxima é alcançada quando a última folha tenha emergido completamente, o que ocorre antes do florescimento (Castro et al., 2012). Ainda de acordo com os mesmos autores, o índice de área foliar, quando máximo, permite à planta interceptar mais de 95% da radiação incidente, promovendo aumento de produção de biomassa. Entretanto, este aumento de produção acarreta maior auto sombreamento das folhas, reduzindo a taxa fotossintética por unidade de área foliar (Lemerle et al., 2006).

Houve uma redução nos valores de área foliar para todos os tratamentos aos 83 DAS, o que pode ser resultante da senescência das folhas mais velhas e da maior translocação de fotoassimilados e nutrientes para as estruturas reprodutivas no início do florescimento, para assegurar seu desenvolvimento e perpetuação da espécie.

Os índices de crescimento da aveia, AFE, RMF e RAF, não apresentaram resultados significativos na primeira e última avaliações (23 e 83 DAS). Nos demais períodos, a área foliar específica sofreu variações de influência pelas mobilizações do solo (Tabela 2), de modo que não houve padrão comportamental para esta variável estudada. Apesar disto, pode-se destacar os tratamentos E e GR junto com o PC.

Segundo Benincasa (2003), a área foliar específica relaciona superfície com o peso da biomassa seca da folha, tornando este um componente morfofisiológico anatômico. Ainda de acordo com o mesmo autor, as oscilações resultantes desta variável resultam as taxas de crescimento das folhas individuais, sendo associações bastante complexas e difíceis de serem interpretadas.

A RMF foi favorecida pelos tratamentos EC, SM e PC, entretanto, este é um componente dependente da característica genética da planta, sendo apenas influenciada pelas variáveis ambientais.

A razão de massa foliar é uma variável fisiológica, resultante da razão entre o peso da biomassa seca retida nas folhas e o peso da biomassa seca da parte aérea da planta toda. Logo, a RMF expressa a fração de matéria seca não exportada das folhas para o restante da planta, uma vez que as folhas são consideradas os centros de produção de matéria seca, devido sua capacidade de fazer fotossíntese, e o restante da planta depende da exportação deste material produzido pela folha (Benincasa, 2003).

Resultante da razão entre a área foliar e a biomassa seca da parte aérea, a RAF expressa a área foliar que está sendo utilizada pela planta para produzir 1 grama de matéria seca. No presente trabalho, a RAF sofreu influência significativa pelas mobilizações do solo apenas aos 37 e 52 DAS, por parte dos sistemas E e PC, apontando uma redução dos valores desta variável durante o desenvolvimento da cultura. Isto se deve ao auto sombreamento promovido pelas folhas superiores sobre as folhas inferiores da planta (Benincasa, 2003).

De modo geral, a produção de biomassa da aveia branca e seus componentes morfológicos foram positivamente influenciados pelos sistemas de cultivo mínimo com uso de escarificador e o não revolvimento do solo. De acordo com Santi et al. (2014a), a escarificação do solo, prática adotada visando romper as camadas compactadas, não deve substituir um bom plano de rotação de culturas, adotado com o uso de plantas de cobertura capazes de contornar ou minimizar estes problemas através do seu sistema radicular.

Entretanto, atingir este tipo de resposta da qualidade do solo através da adoção de sistemas conservacionistas, requer planos a longo prazo. Além disso, segundo Santi et al. (2014b), para atingir altas produtividades em condições de lavoura não há uma “fórmula” única de manejos, sendo necessário ter conhecimento de cada sistema, resíduo, sistema radicular e quantidade e qualidade de biomassa produzida.

#### **4. Conclusões**

O estande da aveia branca é uniforme na área e não sendo afetado pelos sistemas de manejos do solo.

A altura da aveia e o número de perfilhos são afetados pelos tratamentos que contêm o escarificador.

Os sistemas sem mobilização e escarificador beneficiaram a produção de biomassa da aveia branca, bem como a biomassa seca das folhas e da parte aérea e o índice de área foliar.

A razão de área foliar e área foliar específica foram influenciadas pelos sistemas com escarificador e preparo convencional, e a razão de massa foliar pelos sistemas de escarificação cruzada, sem mobilização e preparo convencional.

#### **Referências**

Abreu, G. T., Schuch, L. O. B., & Maia, M. S. (2002). Análise do crescimento e utilização de nitrogênio em aveia branca (*Avena sativa* L.) em função da população de plantas. Revista

Brasileira de Agrociência, 8 (2), 111-116. <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/439>

Andreotti, M., Souza, E., & Crusciol, C. (2001). Componentes morfológicos e acúmulo de matéria seca no milho em função da calagem e fertilização com zinco. *Scientia Agricola*, 58 (2), 321-327. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162001000200015>

Bahry, A. C., Venske, E., Nardino, M., Fin, S. S., Zimmer, D. P., de Souza, Q. V., & Caron, O. B. (2013). Características morfológicas e componentes de rendimento da soja submetida à adubação nitrogenada. *Revista Agrarian*, 6 (21), 281-288. <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/2240>

Benincasa, M. M. P. (2003). *Análise de crescimento de plantas (noções básicas)*. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP.

Carvalho, F. I. F., Barbosa, J. F., Floss, E. L., Pereira Filho, A. W., Franco, F. de A., Federizzi, L. C., & Nodari, R. O. (1987). Potencial genético da aveia como produtora de grãos no sul do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 22 (1), 71-82. <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/viewFile/14217/8158>

Castagnara, D. D., Rádis, A. C., Souza, L. C., Souza, F. H., Neres, M. A., & Mesquita, E. E. (2010). Características estruturais e produtivas da aveia preta comum em cinco idades de rebrota na região Oeste do Paraná. *Cultivando o saber*, 3 (2), 116-129. [https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando\\_o\\_saber/59274dc4b7dc4.pdf](https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/59274dc4b7dc4.pdf)

Castro, G. S. A., Costa, C. H. M., & Neto, J. F. (2012). Ecofisiologia da aveia branca. *Scientia Agraria Paranaensis*, 11 (3), 1-15. <http://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/4808>

Coelho, A. P., Faria, R. T., Leal, F. T., Barbosa, J. A., & Lemos, L. B. (2020). Biomass and nitrogen accumulation in white oat (*Avena sativa* L.) under water deficit. *Revista Ceres*, 67 (1), 001-008. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X202067010001>

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. (2020). Boletim de Monitoramento Agrícola. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/monitoramento-agricola>

Cortez, J. W., Matos, W. P. S., Arcoverde, S. N. S., Cavassini, V. H., & Valente, I. Q. M. (2018). Spatial variability of soil resistance to penetration in no tillage system. *Engenharia Agrícola*, 38 (5), 697/704. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v38n5p697-704/2018>

Cortez, J. W., Moreno, C. T., Farinha, L. S., Arcoverde, S. N. S., & Valente, I. Q. M. (2019). Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração em um sistema de semeadura direta. *Científica*, 47 (2), 175-182. <http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2019v47n2p175-182>

Dadalto, J. P., Fernandes, H. C., Teixeira, M. M., Cecon, P. R., & Matos, A. T. (2015). Sistema de preparo do solo e sua influência na atividade microbiana. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, 35 (3), 506-513. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n3p506-513/2015>

Davidson, D. J., & Chevalier, P. M. (1990). Preanthesis tiller mortality in spring wheat. *Crop Science*, 30 (4), 832-836. <https://doi.org/10.2135/cropsci1990.0011183X003000040013x>

De Mori, C., Fontaneli, R. S., & Santos, H. P. (2012). Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da aveia. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/ Centro Nacional de Pesquisa em Trigo, 136. [https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/969145/1/2013\\_documentosonline136.pdf](https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/969145/1/2013_documentosonline136.pdf)

Dolan, D. J., Stuthman, D. D., Kolb, F. L., Hewings, A. D. (1996). Multiple trait selection in a recurrent selection population in oat (*Avena sativa* L.). *Crop Science*, 36, 1207-11. <https://doi.org/10.2135/cropsci1996.0011183X003600050023x>

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. (2020). Agropecuária Oeste. Guia Clima: estatísticas. <https://clima.cpao.embrapa.br/?lc=site/estatisticas/estatisticas>

Fernandes, C. H. S., Cazarim, P. H., Preisler, A. C., Catelan, L. C., & Zucareli, C. (2020). Verificação do perfilhamento de aveia branca granífera sob influência de *thidiazuron*. *Revista*

Terra e Cultura: cadernos de ensino e pesquisa, 36 (70), 173-180. <http://periodicos.unifil.br/index.php/Revistateste/article/view/1112>

Hanashiro, R., Mingotte, F., & Filho, D. (2013). Desempenho fenológico, morfológico e agrônômico de cultivares de milho em Jaboticabal – SP. Científica Revista de Ciências Agrárias, 41 (2), 226-235. <http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2013v41n2p226-234>

Köppen, W. (1948). Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Económica. México.

Kurek, A. J., Carvalho, F. I. F., Cruz, P. J., Lorencetti, C., Carginin, A., & Simioni, D. (2002). Variabilidade em genótipos fixos de aveia branca estimada através de caracteres morfológicos. Revista Brasileira de Agrociência, 8 (1), 13-17. <http://www2.ufpel.edu.br/faem/agrociencia/v8n1/artigo02.pdf>

Lemerle, D., Smith, A., Verbeek, B., Koetz, E., Lockley, P., & Martin, P. (2006). Incremental crop tolerance to weeds: a measure for selecting competitive ability in Australian wheats. Euphytica, 149, 85-95. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10681-005-9056-5>

Oliveira, A. B., Leite, M. R., Junior, A. A., Seixas, C. D., & Kem, H. S. (2019). Coleção 500 perguntas, 500 respostas. Brasília, DF. Embrapa.

Pereira, A. R. & Machado, E. C. (1987). Análise quantitativa do crescimento de vegetais. Campinas: Instituto Agrônômico, 114.

Rossetto, C., & Nakagawa, J. (2001). Época de colheita e desenvolvimento vegetativo de aveia preta. Scientia Agrícola, 58 (4), 731-736. <https://www.scielo.br/pdf/sa/v58n4/6291.pdf>

Santi, A. L., Corassa, G. M., Gaviraghi, R., Bisognin, M. B., Basso, C. J., Della Flora, D. P., Castro, D. M., & Della Flora, L. P. (2014a). Multifuncionalidade de biomassas de cobertura do solo e agricultura de precisão. Revista Plantio Direto, 1, 16-23. [https://www.researchgate.net/publication/279523860\\_Multifuncionalidade\\_de\\_biomassas\\_de\\_cobertura\\_do\\_solo\\_e\\_agricultura\\_de\\_precisao](https://www.researchgate.net/publication/279523860_Multifuncionalidade_de_biomassas_de_cobertura_do_solo_e_agricultura_de_precisao)

Santi, A. L., Corassa, G. M., Amado, T. J. C., Koppe, E., Bertollo, A. M., Menegol, D. R., Silva, D. A. A., & Silva, V. R. (2014b). Plantas de cobertura de inverno e a variação espacial e temporal da resistência do solo a penetração. *Revista Plantio Direto*, 140, 10-20. <https://www.researchgate.net/publication/303519098> Plantas de cobertura de inverno e a variacao espacial e temporal da resistencia do solo a penetracao

Santos, H. G., Jacomine, P. K. T., Anjos, L. H. C., Oliveira, V. A., Lumbrreras, J. F., Coelho, M. R., Almeida, J. A., Araújo, J. C., Oliveira, J. B., & Cunha, T. J. F. (2018). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5 ed. Brasília: Embrapa.

Silva, D. A. A., Santi, A. L., Santos, M. S., Dal Bello, R. A. M., & Martini, R. T. (2015). Uso de índice de vegetação na estimativa da produção de biomassa de plantas de coberturas do solo. *Enciclopédia Biosfera*, 11 (22), 2772-2780. [http://dx.doi.org/10.18677/Enciclopedia\\_Biosfera\\_2015\\_241](http://dx.doi.org/10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2015_241)

Sousa, P. G., Da Silva, A. A., da Silva, G. C. & Ferreira, M. S. (2005). *Ensaio Brasileiro de Cultivares de Aveia Branca em Dourados, MS*. Embrapa Agropecuária Oeste, 72. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAO-2010/32761/1/DOC200572.pdf>

Szareski, V. J., Souza, V. Q. De, Carvalho, I. R., Nardino, M., Follmann, D. N., Demari, G. H., Ferrari, M., & Olivoto, T. (2015). Ambiente de cultivo e seus efeitos aos caracteres morfológicos e bromatológicos da soja. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 5 (2), 79-88. <https://doi.org/10.21206/rbas.v5i2.247>

White, E. M. (1995). Structure and development of oats. In: Welch, R. W. (Ed.) *The oat crop: production and utilization*. London: Chapman & Hall, 88-119p.

**Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Diandra Pinto Della Flora – 50%

Jorge Wilson Cortez – 10%

Nayra Fernandes Agüero – 10%

Nilsa Maria León López – 10%

Lucas de Oliveira Donaire – 5%

Delíbio Bastos Fagundes Neto – 5%

Gabriel Irala Mariano – 5%

Matheus Schiavoni dos Santos – 5%