

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CAMILA DUCATI

**INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA COM USO DE AVEIA PRETA E
CORNICHÃO NO INVERNO E MILHO EM SUCESSÃO**

Marechal Cândido Rondon

2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CAMILA DUCATI

**INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA COM USO DE AVEIA PRETA E
CORNICHÃO NO INVERNO E MILHO EM SUCESSÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal e Forragicultura, como obtenção do título de “Mestre em Zootecnia”.

Orientadora: Prof^a. Dra. Marcela Abbado Neres.

Co orientadora: Prof^a. Dra. Deise Dalazen Castagnara.

Marechal Cândido Rondon

2014.

Aos meus pais, Anacleto Antônio Ducati e Miria Alves Thebaldi, e família por toda confiança, dedicação e preocupação para me ensinar os bons princípios da vida, necessários para construção de um bom caráter.

DEDICO!

Agradecimentos

Agradeço a meus pais Anacleto e Miria e a minha irmã Karina por todo amor, compreensão, confiança, incentivo e pelos sacrifícios os quais passaram para que eu pudesse chegar até aqui e concluir mais uma etapa de minha vida.

À Thiago Rodrigues Almeida por toda paciência, companheirismo e ajuda proporcionados em momentos de dificuldade.

À Universidade Estadual do Oeste de Paraná e ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização do Mestrado.

À Professora Marcela Abbado Neres por toda compreensão, ajuda, companheirismo e dedicação proporcionadas.

Aos membros componentes da banca examinadora, pelas avaliações do trabalho, orientações, sugestões e contribuições.

As minhas amigas Simoni Paladini, Samara Santana e Carolina Mecabô pelos incríveis momentos de distração e por toda ajuda e companheirismo oferecido nos momentos de frustração e dificuldades.

Aos amigos Daiane Thais Weirich e Deise Dalazen Castagnara por toda ajuda para realização deste trabalho

Ao IAPAR, pelo fornecimento das sementes de aveia preta Iapar 61 sem as quais este estudo não poderia ser realizado.

Ao Dr. Gustavo Martins da Silva da EMBRAPA – Pecuária Sul pelo fornecimento das sementes de cornichão, pelas sugestões, contribuições e por toda ajuda proporcionada.

Resumo

CAMILA DUCATI; Universidade Estadual do Oeste do Paraná; fevereiro de 2014; **Integração lavoura pecuária com uso de aveia preta e cornichão no inverno e milho em sucessão.**

Orientadora: Dra. Marcela Abbado Neres, Co-orientadora: Dra. Deise Dalazen Castagnara.

Foram conduzidos por dois anos, dois estudos com o objetivo de avaliar o uso da aveia preta de ciclo longo Iapar 61 cultivada solteira ou em associação com a leguminosa cornichão, com plantio do milho em sucessão como cultura de verão. No primeiro estudo avaliaram-se as características estruturais, produtivas, valor nutricional da aveia preta (*Avena strigosa* Iapar 61) cultivada solteira ou associada ao cornichão (*Lotus corniculatus* cv. São Gabriel). O segundo experimento foi conduzido em dois anos com o objetivo de avaliar as características estruturais, produtivas, trocas gasosas IRGA (*Infra Red Gas Analyser*, Li-6400XT, Licor, Lincoln, Nebraska) e teor de clorofila (Índice SPAD), do milho cultivado em sucessão aos cultivos de inverno citados anteriormente. No primeiro experimento avaliou-se dois cortes da aveia preta no primeiro ano e períodos de pastejo no segundo ano, com intervalos médios de 30 dias. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, sendo no primeiro ano: dois sistemas de cultivo: aveia solteira ou aveia consorciada com cornichão com dois períodos de avaliação e quatro repetições. No segundo ano, quatro sistemas de cultivo: aveia plantio convencional, aveia plantio direto sobre palhada do milho, aveia sobresemeada em área de cornichão e cornichão solteiro, com três ciclos de crescimento e quatro repetições. No segundo estudo com milho, o delineamento experimental adotado no primeiro e segundo ano foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo respectivamente. O milho foi estudado em sucessão as seguintes culturas de inverno: aveia preta plantio convencional, aveia preta plantio direto, aveia em associação com cornichão, cornichão solteiro, aveia associada com azevém com adubação nitrogenada e aveia associada com azevém sem adubação nitrogenada, com quatro repetições. Após o plantio do milho do segundo ano, avaliou-se as características estruturais por 70 dias. Antes da colheita do milho, colheram-se manualmente as espigas de três fileiras de milho em quatro metros, onde avaliaram-se o número de fileira de grãos, número de grãos por fileira, diâmetro de espiga, comprimento de espiga, posterior a essas avaliações, foi realizada a trilhagem das espigas para mensuração dos dados de produtividade. Os resultados encontrados no primeiro estudo demonstram que a aveia tem sua produção de matéria seca reduzida quando em associação com o cornichão, mas a produção total (aveia+cornichão) iguala-se aos demais tratamentos. No primeiro ano a produção de matéria seca da aveia preta foi superior quando associada com cornichão no segundo corte (3750 kg ha⁻¹) em comparação ao obtido no sistema de plantio direto da aveia preta (2599 kg ha⁻¹). No segundo ano, a maior produção de matéria seca da aveia preta ocorreu antes do segundo pastejo sob sistema de plantio direto (4451,98 kg ha⁻¹). A aveia eleva o meristema apical com a sucessão de pastejos ou cortes. A aveia preta apresenta antes dos primeiros pastejos, elevado valor nutricional, com altos teores médios de proteína (22,25%) em todos os tratamentos. Entretanto, no final do seu ciclo a associação do cornichão com a aveia, contribuiu para elevar os teores de proteína bruta da forragem visto que esta encontra-se em estágio final do seu ciclo. A digestibilidade *in vitro* da MS foi elevada tanto para aveia preta cultivada sob

sistema de plantio convencional (73,04%) e direto (77,05%), quanto para o cornichão (78,37%), decrescendo com o final do ciclo da aveia. Não foi verificado benefícios para o cultivo do milho em sucessão a leguminosa, devendo realizados novos ensaios avaliando possíveis causas, entre elas efeito alelopático e competição entre plantas.

Palavras-chave: digestibilidade *in vitro* da matéria seca, leguminosa perene de inverno, manejo aveia, pastagem de inverno

Abstract

CAMILA DUCATI; Universidade Estadual do Oeste do Paraná; fevereiro de 2014; **Crop-livestock integration using oat and birdsfoot trefoil in winter and corn in succession.**
Orientadora: Dra. Marcela Abbado Neres, Co-orientadora: Dra. Deise Dalazen Castagnara.

Were conducted for two years, with two studies to evaluate the use of oat long cycle Iapar 61 single or grown in association with legumes birdsfoot trefoil, with planting of corn in succession as a summer crop. The first study evaluated the structural, production characteristics, nutritional value of oat (*Avena strigosa* Iapar 61) grown single or associated with birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* cv. St. Gabriel). The second experiment was conducted in two years with the aim to evaluate the structural, production characteristics, gas exchange IRGA (Infra Red Gas Analyser, Li - 6400XT, Licor, Lincoln, Nebraska) and chlorophyll content (SPAD index) of maize grown in succession to winter crops mentioned above. In the first experiment, two courts of oats in the first year and grazing periods in the second year, with average intervals of 30 days. The experimental design was a randomized complete block design with split plot, with the first year: two cropping systems: single or intercropped with birdsfoot trefoil with two periods of four replicates and oats oatmeal. In the second year, four tillage systems: conventional tillage oats, oat stubble tillage on corn, oats overseeded area of birdsfoot trefoil and single, with three cycles of growth and four replications. In the second study with corn, the experimental design used in the first and second year was a randomized split plot with blocks respectively. The following winter crops Corn was studied in succession: oat conventional tillage, no-till oats, oats in combination with birdsfoot trefoil, birdsfoot single, oats associated with nitrogen fertilization on ryegrass and oats associated with ryegrass nitrogen fertilization, with four replications. After planting corn the second year, we assessed the structural features for 70 days. Before the corn harvest, were picked manually ears of corn in three rows of four meters, which evaluated the number of grain rows, number of kernels per row, ear diameter, ear length, subsequent to these reviews, was made the threshing of grain for measurement of productivity data. The findings of the first study show that oats have reduced their production when combined with birdsfoot dry matter, but the total production (oat + birdsfoot trefoil) equates to the other treatments. In the first year dry matter yield of oats was higher when associated with birdsfoot the second cut (3750 kg ha^{-1}) compared to that obtained in the tillage of oat (2599 kg ha^{-1}). In the second year, the highest dry matter production of oat occurred before the second grazing under no-tillage ($4451.98 \text{ kg ha}^{-1}$). Oats elevates the apical meristem with the succession of grazing or cutting. The oat presents before the first grazing, high nutritional value, with high average levels of protein (22.25 %) for all treatments. However, at the end of its cycle the association of birdsfoot trefoil with oats, helped to raise the crude protein content of forage as this is in the final stage of its cycle. In vitro digestibility of DM was high for both oat grown under conventional tillage (73.04 %) and direct (77.05 %), and for birdsfoot trefoil (78.37 %), but decreased at the end of the cycle oat. There was no benefit to the cultivation of corn grown after legume and should performed new tests assessing possible causes, including allelopathic effect and competition among plants.

Keywords: *in vitro* digestibility of dry matter, management oats, perennial legume winter, winter grazing

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 3

Figura 1. Temperaturas máxima, média, mínima e precipitação acumulada durante o todo o período experimental. SA+SC: semeadura da aveia e semeadura do cornichão; SM: semeadura do milho; CM: colheita do milho; SA: semeadura da aveia. 30

CAPÍTULO 4

Figura 2. Temperaturas máxima, média, mínima e precipitação acumulada durante o todo o período experimental. SA+SC: semeadura da aveia e semeadura do cornichão; SM: semeadura do milho; CM: colheita do milho; SA: semeadura da aveia. 58

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 3

Tabela 1 - Características químicas do solo da área experimental.....	28
Tabela 2 - Produção de matéria seca pela aveia Iapar 61 em cultivo solteiro ou consorciado com cornichão. Marechal Cândido Rondon, setembro de 2011.	34
Tabela 3 - Altura de dossel (AD), número de folhas por perfilho (NFP) e comprimento de folhas (CF), diâmetro de colmo (DC), comprimento de colmo (CC) e relação folha/colmo (F/C) da aveia preta Iapar 61 em cultivo solteiro ou associada com cornichão. Marechal Cândido Rondon, setembro de 2011.....	35
Tabela 4 - Valor nutricional da aveia preta Iapar 61 em cultivo solteiro ou associada com cornichão. Marechal Cândido Rondon, setembro de 2011.	36
Tabela 5 - Produção de matéria seca da aveia preta Iapar 61 em cultivo solteiro ou associada com cornichão. Marechal Cândido Rondon, junho a setembro de 2012.....	39
Tabela 6 - Características estruturais da aveia preta Iapar 61 cultivada solteira ou em associação com cornichão. Marechal Cândido Rondon, junho a setembro de 2012.....	40
Tabela 7 - Correlação de Spearman entre as variáveis de características estruturais da aveia preta. Marechal Cândido Rondon, junho a setembro de 2012.	42
Tabela 8 - Produção de massa residual e altura de resíduo da aveia preta Iapar 61 cultivada sob diferentes manejos. Marechal Cândido Rondon, junho a setembro de 2012.	43
Tabela 9 – Número de plantas (m ²) de nabo forrageiro presentes nos cultivos. Marechal Cândido Rondon, junho a setembro de 2012.....	44
Tabela 10 - Composição bromatológica do cornichão solteiro e da aveia preta Iapar 61 em cultivo solteiro ou associado ao cornichão. Junho a setembro de 2012.....	46
Tabela 11 - Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (%) da aveia preta e do cornichão, cultivados solteiros ou associados. Marechal Cândido Rondon, junho a setembro de 2012.....	48

CAPÍTULO 4

Tabela 12 - Características químicas do solo da área experimental.....	57
Tabela 13 - Características de espiga do milho CD 397 PRÓ cultivado em sucessão as culturas de inverno. Marechal Cândido Rondon outubro de 2011 a março de 2012.....	63
Tabela 14 - Produção de palhada residual das culturas de inverno e porcentagem de nitrogênio total no solo. Marechal Cândido Rondon, novembro de 2012.....	64

Tabela 15 - Trocas gasosas e Índice SPAD do milho Pioneer 30B39Hx cultivado em sucessão as culturas de inverno. Marechal Cândido Rondon, fevereiro a março de 2013.....	65
Tabela 16 - Características estruturais do milho Pioneer 30B39Hx cultivado em sucessão as culturas de inverno. Marechal Cândido Rondon, dezembro de 2012 a março de 2013.....	66
Tabela 17 – Temperatura do ar e do solo da área de cultivo do milho Pioneer 30B39Hx cultivado em sucessão as culturas de inverno. Marechal Cândido Rondon, dezembro de 2012 a março de 2013.....	68
Tabela 18 - Características de espiga do milho Pioneer 30B39Hx cultivado em sucessão as culturas de inverno. Marechal Cândido Rondon, dezembro de 2012 a março de 2013.....	69

SUMÁRIO

1 Introdução.....	12
2 Revisão de Literatura.....	13
2.1 Espécies hibernais utilizadas no sistema integração lavoura-pecuária	14
2.2 Associação entre gramínea e leguminosa.....	17
2.3 Sucessão de culturas.....	18
2.4 Plantio direto sobre palha residual	19
2.5 Rotação de culturas	20
2.6 Referências	21
3 POTENCIAL FORRAGEIRO DA AVEIA PRETA IAPAR 61 SOLTEIRA OU EM ASSOCIAÇÃO COM CORNICHÃO.....	25
RESUMO	25
ABSTRACT	26
3.1 INTRODUÇÃO	27
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	28
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
3.3.1 PRIMEIRO ANO EXPERIMENTAL	34
3.3.2 SEGUNDO ANO EXPERIMENTAL	38
3.4 CONCLUSÃO	48
3.5 REFERÊNCIAS	49
4 PRODUTIVIDADE DO MILHO EM SUCESSÃO A ESPÉCIES FORRAGEIRAS DE INVERNO	54
RESUMO	54
ABSTRACT	55
4.1 INTRODUÇÃO	56
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	57
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
4.3.1 PRIMEIRO ANO EXPERIMENTAL	62
4.3.2 SEGUNDO ANO EXPERIMENTAL	63
4.4 CONCLUSÃO	69
4.5 REFERÊNCIAS	70
CONSIDERAÇÕES FINAIS	72

1 Introdução

O principal limitante na produção vegetal é a dependência da adubação química nitrogenada tanto nos sistemas de produção a pasto como na atividade agrícola, resultando na elevação dos custos de produção, levando a uma instabilidade em função das variações nos preços dos insumos.

Como alternativa a esse problema, a utilização de leguminosas vem se destacando no cenário da pecuária leiteira e de corte, apesar das dificuldades encontradas em manter as associações entre espécies forrageiras de clima tropical. A implantação e utilização de leguminosas cultivadas em consorciação com gramíneas de inverno têm aumentado nos últimos anos na região Sul do Brasil, principalmente pelo fato do cultivo de inverno ser caracterizado pelo plantio de aveia e azevém, inserindo-se neste contexto as leguminosas, como ervilha forrageira, ervilhaca e o cornichão.

No entanto, dentre as desvantagens da utilização de leguminosas anuais tem-se a necessidade de replantio anual, oscilação nos preços das sementes e na oferta anual no mercado de sementes. Sendo assim, por se tratar de uma leguminosa perene, o cornichão é uma alternativa para os sistemas consorciados, tendo como principal vantagem a perenidade, capacidade de ressemeadura natural, sua composição nutricional e fixação biológica de nitrogênio. O cornichão destaca-se por não conter fatores antinutricionais comuns em leguminosas forrageiras, podendo assim ser disponibilizado aos animais para pastejo.

O emprego da aveia na região Sul do Brasil tem como principal finalidade a alimentação animal, mas também a produção de palhada para plantio direto das culturas agrícolas de verão (MORI et al., 2012). Na alimentação animal, devido ao valor nutricional, a aveia atua melhorando a dieta de bovinos produtores de leite, carne e ovinos no período de baixa produção e qualidade das forrageiras tropicais.

Além disso, a aveia e o cornichão promovem a cobertura no solo no inverno, contribuindo para o controle da erosão hídrica e supressão de plantas daninhas. A forma de utilização e manejo empregado na cultura de inverno refletirá não só no desempenho animal como na atividade agrícola, trazendo benefício a ambas.

Neste sentido, pesquisas devem ser realizadas no intuito de avaliar o desempenho da aveia em associação ao cornichão, em sistemas de plantio direto e plantio convencional. Diante do exposto foram conduzidos dois estudos com o objetivo de avaliar a produção, valor nutricional, características estruturais da aveia sobre diferentes usos no inverno e seus efeitos sobre a cultura do milho implantado em sucessão.

2 Revisão de Literatura

Grande parte do rebanho bovino brasileiro é criada a pasto, onde se estima que somente 3% do rebanho são terminados em sistema intensivo, ressaltando a importância na utilização e no manejo das pastagens (ABIEC, 2010).

Ainda, conforme os indicadores de desenvolvimento Sustentável, a área utilizada para cultivo de pastagens dobrou nas últimas décadas, chegando a ocupar 26,5% do território brasileiro, devido a redução das pastagens naturais e o incremento nas pastagens plantadas, indicando intensificação da pecuária brasileira, especialmente nas Regiões Sul e Sudeste (IBGE, 2010).

Dentro dos manejos de pastagens e sistemas de cultivo, a integração lavoura-pecuária é uma técnica, também conhecida como rotação de culturas anuais com pastagens, em que se faz a utilização da terra tanto para a produção animal, como para a produção vegetal, resultando em diversos benefícios, dentre eles a melhora dos parâmetros químicos e físicos do solo.

Além da integração lavoura-pecuária, o plantio de culturas estivais em sucessão as culturas de inverno é uma alternativa confiável e eficiente para redução do risco de erosão hídrica, infestações por plantas daninhas, nematoides (GIACOMINI et al., 2003) e elevação do teor de nitrogênio no solo, especialmente quando realizada consorciação com leguminosas no período de inverno.

O cultivo de pastagens de inverno em sistema integração lavoura-pecuária é uma ferramenta para otimização dos benefícios biológicos e econômicos em curto prazo, (SPERA et al., 2004). Na região Sul do Brasil, há várias espécies de inverno que podem produzir forragem de elevada qualidade, entretanto, o sistema de integração requer manejo adequado, já que o uso do solo no inverno com pastagens pode ocasionar compactação superficial do solo, devido ao pisoteio realizado pelos animais e falta de palha para o adequado manejo do sistema de semeadura direta nas culturas estivais (NICOLOSO et al., 2006).

O principal manejo de pastejo realizado no sistema de integração lavoura-pecuária é o sistema rotacionado, onde é caracterizado pela elevação da carga animal em um curto período de tempo, onde como consequência do manejo errôneo resulta na compactação do solo (NICOLOSO et al., 2006), elevando-se a resistência do solo à penetração, reduzindo-se a macroporosidade e a infiltração de água no solo na camada de 0 a 0,075 m (TREIN et al., 1991).

Para correção do efeito da compactação do solo, podem-se adotar manejos mecânicos, ou então, a implantação de culturas de plantas com poder de descompactar o solo naturalmente,

também, a adubação da pastagem com nitrogênio pode ser uma estratégia para aumentar a produção de forragem e reduzir a compactação superficial ocasionada pelo pisoteio, já que a parte aérea da forragem atenua a pressão aplicada na superfície (BRAIDA et al., 2006) e o crescimento de raízes pode promover descompactação (ABREU et al., 2004).

Devido à utilização intensa da massa vegetal produzida no inverno como forragem, é comum no Sul do Brasil a semeadura de culturas estivais em solo com baixa quantidade de palha, o que pode tornar o sistema semeadura direta insustentável, já que um dos pressupostos deste sistema é a manutenção do solo permanentemente coberto (CERETTA et al., 2002).

Em contrapartida, a aveia preta Iapar 61 conta com ciclo longo de 134 dias desde sua emergência até total emissão da panícula (IAPAR, 2011), característica que favorece o rendimento forrageiro e a produção de palhada, prolongando o período de cobertura do solo, de acordo com resultados publicados pelo Instituto Agrônômico do Paraná.

No âmbito da composição nutricional, a avaliação da composição bromatológica e do valor nutritivo das plantas forrageiras, são constituídos pelo estudo do teor de proteína bruta (PB), fibras em detergente neutro (FDN), detergente ácido (FDA), matéria mineral (MM) e da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), os quais assumem papel fundamental na análise qualitativa das espécies de gramíneas e leguminosas forrageiras, haja vista que esses parâmetros podem influenciar, direta ou indiretamente, o consumo de matéria seca pelo animal e seu desempenho (VAN SOEST, 1994).

2.1 Espécies hibernais utilizadas no sistema integração lavoura-pecuária

O cornichão é uma leguminosa perene pertencente à família *Fabaceae* do gênero *Lotus*, originário da Europa Meridional e Central. Foi introduzido no Rio Grande do Sul em 1922, por Cristiano Knoller, na cidade de Viamão (PAIM e RIBOLDI, 1991). Por suas características vegetais, o cornichão torna-se próprio para pastagem permanente, sendo muito usado nos EUA para fenação e protetor de solos no combate a erosão. Por possui baixa exigência de fertilidade de solo, tolerância a baixos níveis de fósforo, aceitabilidade a solos ligeiramente ácidos e suportando bem períodos de seca, normalmente, gera melhores resultados em solos corrigidos e com níveis adequados de fertilidade (PUPO, 1995).

No Brasil, o cultivar mais difundido é o São Gabriel, desenvolvido pela Estação Experimental de São Gabriel, RS, a partir de pesquisas entre 1955 e 1965, tendo seu cultivo se expandido para outros países da América do Sul (PAIM, 1988). Desde então, nenhum outro cultivar foi desenvolvido no país. Esse cultivar é caracterizado pelo rápido crescimento inicial,

boa produtividade e elevada qualidade de forragem, longo período vegetativo e boa ressemeadura natural.

Em sistemas pecuários, seu uso pode ser promissor, pois otimiza-se a oferta de forragem nos períodos de escassez, além da fixação de nitrogênio, melhorando a qualidade do solo. Entre as leguminosas, o cornichão (*Lotus corniculatus* L.) apresenta boa cobertura de solo, podendo ser associado a outras espécies, ressemeando naturalmente, e sendo usado como forrageira, pois é tenro, palatável, nutritivo, não possuindo fatores antinutricionais (PUPO, 1995). É uma planta forrageira muito utilizada no Sul, recomendada para pastagens permanentes em regiões temperadas, com produção de massa verde de 15 a 19 t ha⁻¹ ano (ALCÂNTARA et al., 1999).

O cornichão pode ser explorado com a finalidade da produção de forragem para pastejo direto, oferecido no cocho ou para fenação, exigindo em torno de 60 a 70 dias para a realização do primeiro pastejo após o plantio. Morfologicamente, apresenta variações quanto ao tamanho, à forma e pubescência, à coloração das folhas, dentre outros. O hábito de crescimento, geralmente, é ereto, embora possa ser prostrado ou ascendente (PAIM e RIBOLDI, 1991).

Seu cultivo pode ser realizado nos meses de abril a junho, à lanço ou em linhas espaçadas com 0,20 m e profundidade de sementeira de 0,5 a 1,5 cm. Para cultivo solteiro, recomenda-se de 8 a 10 kg ha⁻¹ de sementes e para o consórcio de 6 a 8 kg ha⁻¹ de sementes, com 1000 sementes apresentando peso de 1,1 g (FONTANELI et al., 2009).

A aveia é uma gramínea anual pertencente à família *Poaceae* gênero *Avena*, o qual compreende várias espécies silvestres, daninhas e cultivadas, distribuídas em seis continentes no mundo. Existem dúvidas quanto à origem das espécies de aveia. Aparentemente, a *Avena sativa* teve origem na Ásia, enquanto que a *Avena byzantina* e a *A. sterilis* no Mediterrâneo e Oriente Médio (HORN, 1985). A aveia foi domesticada depois das culturas de cevada e trigo, sendo, inicialmente, considerada uma planta invasora das mesmas.

As cultivares de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) são caracterizada pela resistência ao fungo *Puccinia coronata* Cda. f.sp. *avenae*, podendo também a aveia preta ser utilizada para produção de grãos e como forrageira, sendo indicada para produção de forragem de acordo com Floss (1988).

Com relação ao ciclo de crescimento da aveia, o mesmo pode variar entre 120 e mais de 200 dias, dependendo da espécie e das condições edafoclimáticas, possuindo hábito de crescimento cespitoso, chegando a atingir estatura entre 0,70 m e 2 metros (IAPAR, 2011). Com relação às características botânicas, apresenta um sistema radicular fasciculado, colmo ereto e cilíndrico, folhas com língua bem desenvolvida e com ausência de aurícula, sua

inflorescência é uma panícula piramidal, terminal e aberta, apresentando espiguetas contendo entre um e três grãos.

A aveia preta é uma das principais culturas utilizadas no período de inverno, possibilitando a produção de grãos (alimentação animal e humano), forragem, como cobertura de solo e adubação verde, por melhorar as condições físicas do solo e suprimir o desenvolvimento de plantas invasoras, pela ação do efeito alelopático (JACOBI e FLECK, 2000).

A produção de matéria seca das aveias pode ser elevada, porém é variável conforme o cultivar, região, fatores ambientais e pluviométricos. Segundo Reis et al. (1993), a escolha do cultivar é uma variável muito importante a ser analisada, devido à grande variação encontrada entre as espécies, cultivares, variedades e linhagens do gênero *Avena*. Essa variação pode estar relacionada à idade de corte, precocidade, tolerância à seca, características de solo, dentre outras (FONTANELLI et al., 2000).

Em trabalhos realizados por Beraldo et al. (1997) no Estado do Paraná no município de Maringá avaliando cultivares e linhagens de aveia, constataram produções de matéria seca acumulada que variaram de 2385 a 3136 kg MS ha⁻¹ ano. Em ensaios semelhantes realizados por Cecato et al. (1999) observaram variações de 2466 a 5366 kg MS ha⁻¹ ano.

No entanto o principal desafio de qualquer sistema de produção pecuário é o de manejar o ciclo de oferta de forragem durante o ano. A utilização de espécies de inverno, programas de fertilização do solo, calagem, silagem e fenação são algumas das alternativas para reduzir o déficit na oferta de alimento. Pela característica da produção de palhada e cobertura do solo, a aveia assume papel fundamental no sistema de plantio direto na região Sul do Brasil, sendo basal para a realização e manutenção deste sistema (BORTOLUZZI e ELTZ, 2000).

Conforme Partelli et al. (2001), a utilização do consórcio entre gramíneas e leguminosas possui diversas vantagens, tais como o aumento da qualidade e da diversificação da dieta consumida pelos animais, aumenta a disponibilidade de forragem devido o aporte de nitrogênio ao sistema por meio de sua reciclagem e transferência para a gramínea acompanhante.

Entretanto, além da aveia e do cornichão, o azevém possui papel fundamental na nutrição animal a pasto, possuindo aceitabilidade no consumo, podendo ser consorciado com outras espécies forrageiras anuais de inverno, visando combinar os picos de produção de matéria seca, os quais são atingidos em diferentes épocas, de acordo com a espécie, resultando no aumento da produção e do período de utilização da pastagem.

O Azevém comum (*Lolium multiflorum*) tem sua origem no sul da Europa, sendo mais utilizada no Rio Grande do Sul (NELSON et al., 1997). O azevém consagrou-se por sua grande

facilidade de ressemeadura natural, resistência à doença, semelhante a aveia quanto a produção de forragem, apresentando bom potencial para produção de sementes e a versatilidade de uso em associações, na região sul do Brasil.

Sendo uma gramínea anual, o Azevém pode se comportar como bianual em função da ressemeadura natural, tolerando vários tipos de solo, umidade e oscilações na fertilidade do solo, podendo ser cultivado em preparo convencional como no plantio direto, podendo produzir de 5 a 10 t MS ha⁻¹ ano.

2.2 Associação entre gramínea e leguminosa

As pastagens são o principal componente das dietas de ruminantes e a fonte de alimentação mais econômica nos sistemas de produção animal. O sistema nutricional da produção de leite é baseado na utilização de volumoso de qualidade e elevado valor nutricional, no entanto para a obtenção deste volumoso, vários aspectos como disponibilidade hídrica, condições de fertilidade do solo, manejo, temperatura e luminosidade devem ser levados em consideração para o sucesso da produção das pastagens (BLASER, 1994).

O nitrogênio é o mineral mais limitante ao desempenho produtivo e estrutural de gramíneas, encontrando-se em baixas concentrações no solo, devido à elevada exigência desse mineral pelas plantas, de modo geral, a adubação nitrogenada é um recurso para aumentar a produção de matéria seca e a produção animal por meio do aumento na taxa de lotação das pastagens (BARCELLOS et al., 2008).

A disponibilidade de nitrogênio no solo pode ser melhorada com a utilização de leguminosas em consórcio com gramíneas. Baseado nas afirmações de Barcellos et al. (2008), diversos estudos comprovam que o uso de leguminosas em consórcio com gramíneas pode reduzir os gastos diretos com fertilizantes, aumentar a qualidade e a diversificação da dieta consumida pelos animais, melhorar a disponibilidade de forragem pelo aporte de nitrogênio ao sistema por meio de sua reciclagem e transferência para a gramínea consorciada, aumentando também o período de utilização das pastagens.

Além disto, a utilização dos adubos verdes como substituintes dos fertilizantes nitrogenados, é importante para a melhoria da qualidade do meio ambiente, pelo fato de que é grande a utilização de energia (queima de combustíveis fósseis) no processo industrial para produção dos fertilizantes nitrogenados (SILVA et al., 2006).

Dentre as diversas espécies utilizadas na adubação verde, as leguminosas destacam-se por formar associações simbióticas com bactérias fixadoras de N₂, e sua baixa relação C/N,

aliada à grande presença de compostos solúveis, favorece a rápida decomposição e mineralização, com expressivo aporte de N ao sistema solo-planta (AITA et al., 2001, PERIN et al., 2004, FERREIRA et al., 2011, PARTELLI et al., 2001).

Entretanto quando se faz a utilização de gramíneas, pode-se amenizar as perdas de nitrogênio, pelo fato da reciclagem e imobilização dos nutrientes de sua fitomassa, ao mesmo tempo em que sua baixa taxa de decomposição, favorecida pela alta razão C/N, confere cobertura mais prolongada do solo (PERIN et al., 2004).

O cultivo de diferentes espécies de plantas de cobertura possibilita a melhoria e a conservação do solo e da matéria orgânica, além de promover consideráveis aumentos de rendimento nas culturas subsequentes, por isso dá importância do cultivo do milho em sucessão a palhada das forrageiras de inverno, utilizando-se a palhada para o sistema de semeadura direta, desempenhando papel fundamental na ciclagem de nutrientes, tanto dos adicionados e os não aproveitados pelas culturas comerciais quanto daqueles provenientes da mineralização da matéria orgânica do solo (TORRES et al., 2008).

2.3 Sucessão de culturas

Sistemas de manejo de solos e sucessão de culturas têm sido estudados e conduzidos por décadas em diversas partes do mundo. No entanto, atualmente, com a crescente preocupação ambiental fez-se necessário a adoção e o aperfeiçoamento de técnicas sustentáveis (CADY, 1991). Nos sistemas de produção muito simplificados, sobretudo nas monoculturas de grãos, os fatores desestabilizadores dos agroecossistemas são amplificados e obrigam os agricultores a recorrerem a técnicas intensivas para manter as condições necessárias ao desenvolvimento das culturas.

Os sistemas de manejo baseados na sucessões de culturas com grande capacidade de produção de resíduos ou palhas, pode vir a possibilitar o aumento da área cultivada no sistema de plantio direto, com incremento do nitrogênio e do carbono orgânico do solo (HAVLIN et al. 1990).

A cultura do milho possui alto potencial produtivo, alcançando 10 t ha⁻¹ de grãos, no Brasil, em condições experimentais e por agricultores que adotam tecnologias adequadas. No entanto, o que se observa na prática são produtividades muito baixas e irregulares, cerca de 3,5 t ha⁻¹ de grãos (CONSELHO NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2003). Contudo, a fertilidade do solo é considerada um dos principais fatores responsáveis pela redução da produtividade (COELHO e FRANÇA, 1995).

A utilização de cultivos distintos auxilia para a manutenção do equilíbrio dos componentes do solo, incrementando seus teores, refletindo na melhora da utilização dos insumos agrícolas, favorecendo a aeração e a infiltração de água no solo, possibilitando maior penetração do sistema radicular (IGUE, 1984; LAL, 1986). Contudo, a resposta das culturas depende da interação de fatores como a natureza do material (relação C/N, teor de lignina), as propriedades do solo, as características da cultura principal e o clima (LAL, 1986; AMABILE et al., 1994).

2.4 Plantio direto sobre palha residual

A técnica do plantio direto sobre a palha residual possui como finalidade central incrementar a sustentabilidade dos sistemas de produção, principalmente se compararmos com o manejo do solo adotado no plantio convencional, sendo significativamente diferentes. Conforme Cruz et al. (2006), trinta anos após a introdução da técnica do plantio direto em território nacional, o sistema consolidou-se como uma tecnologia conservacionista largamente aceita entre os agricultores, havendo sistemas adaptados a diferentes regiões e aos diferentes níveis tecnológicos, do grande ao pequeno agricultor que usa a tração animal.

Diante do cenário evolutivo do “plantio direto” ou “semeadura direta” no Brasil e de irrefutáveis avanços tecnológicos alcançados, frutos de parcerias entre pesquisa, ensino, extensão, agroindústria e produtores rurais, a expansão de área cultivada sob esses processos conservacionistas no Brasil tem sido intensa e singular quando comparada a outros países e à adoção de outras tecnologias agrícolas. Em razão da inexistência de estatística oficial, uma estimativa da área cultivada sob “plantio direto” ou “semeadura direta” no Brasil é de 25,5 milhões de hectares (FEBRAPDP, 2006). Em contrapartida, a principal finalidade do manejo convencional do solo é controlar plantas daninhas, favorecer o desenvolvimento e produtividade das culturas. Em contrapartida, a mobilização intensiva do solo pode predispor-lo à formação de camadas compactadas, à redução da estabilidade dos agregados e ao aparecimento, em maior número, de microporos, aumentando a propensão à perda de solo por erosão.

Sendo assim a manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo no plantio direto proporciona incremento na retenção hídrica e maior proteção do solo contra o impacto direto das chuvas (IGUE, 1984), com relação a sua incorporação mediante o preparo convencional. Conforme Cruz et al. (2006) o fato de não revolver o solo resulta na desaceleração da decomposição do material orgânico, melhorando as condições químicas,

físicas e biológicas no solo, as quais repercutem no aumento de sua fertilidade e na produtividade das culturas. Em estudos realizados por Possamai et al. (2001), relatam que o sistema de plantio direto incrementou o rendimento do milho, se comparado com outros sistemas de manejo do solo.

2.5 Rotação de culturas

A rotação de culturas, processo de cultivo para a preservação ambiental, influi positivamente na recuperação, manutenção e melhoria dos recursos naturais. Esta viabiliza produtividades mais elevadas, com mínima alteração ambiental (Franchini et al., 2011). A rotação repõe restos orgânicos e protege o solo da ação dos agentes climáticos, ajuda a viabilização da semeadura direta e diversifica a produção agropecuária.

Esse é um dos motivos pelos quais as gramíneas devem compor os sistemas de culturas no plantio direto, onde grande parte das áreas sob plantio direto na região Sul do Brasil utilizam a aveia preta como cobertura de inverno, antecedendo ao milho no verão.

Conforme FRANCHINI et al. (2011), a rotação de culturas consistem em alternar espécies vegetais, no correr do tempo, em uma mesma área agrícola. As espécies escolhidas devem ter propósitos comercial e de manutenção ou recuperação do meio-ambiente.

Para a obtenção de máxima eficiência da capacidade produtiva do solo, o planejamento de rotação deve considerar, além das espécies comerciais, aquelas destinadas à cobertura do solo, que produzam grandes quantidades de biomassa, cultivadas quer em condição solteira ou em consórcio com culturas comerciais.

Com isso, no sistema de plantio direto os teores de matéria orgânica e de nitrogênio no solo são mais elevados, especialmente quando é realizada a introdução de leguminosas (Gonçalves et al., 2000). Havendo a possibilidade de novas alternativas de manejo das forrageiras de inverno, especialmente com relação à produção de palhada residual.

Neste contexto, o objetivo do estudo foi avaliar em dois experimentos; no primeiro as características estruturais, produtivas, bromatológicas e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca da aveia preta Iapar 61 manejada solteira ou em associação com cornichão sob dois cortes no primeiro ano e três pastejos no segundo ano. No segundo experimento avaliaram-se as características de espiga no primeiro ano e no segundo ano as trocas gasosas foliares (IRGA), teor de clorofila, características estruturais do milho cultivado sobre a palha das forrageiras cultivadas no inverno sob sistema de plantio direto.

2.6 Referências

ABIEC, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORES DE CARNE. Pecuária Brasileira. [2010]. Disponível em: http://www.abiec.com.br/3_pecuaria.asp. Acesso em: 10/10/2013.

ABREU, S.L.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. Escarificação mecânica e biológica para a redução da compactação em Argissolo franco-arenoso sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2004, v. 28, p. 519-531.

AITA, C.; BASSO, C.J.; CERETTA, C.A.; GONÇALVES, C.N.; DAROS, C.O. Plantas de cobertura do solo como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 2001, v. 25, n. 1, p. 157-165.

ALCÂNTARA, P.B., OTSUK, I. P., OLIVEIRA, A.A.D.; PEREIRA, A.M.C.; ALCÂNTARA, V.B.G.; VERA, R.M. Aptidão de algumas espécies de forragens para a produção de feno em função da velocidade de secagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999.

AMABILE, R.F.; CORREIA, J.R.; FREITAS, P.L. de; BLANCANEUX, P.; GAMALIEL, J. Efeito do manejo de adubos verdes na produção de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, p.1193-1199, 1994.

BARCELLOS, A. O.; RAMOS, A.K.B.; VILELA, L.; JUNIOR, G.B.M. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Lavras, v. 37, p. 51-67, 2008.

BERALDO, J.A. CECATO, U.; SÁ, J.P.G.; DAMASCENO, J.C.; JOBIN, C.C. Avaliação de cultivares e linhagens de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. v.2. p. 77-79.

BLASER, R. E. **Manejo do complexo pastagem-animal para avaliação de plantas em desenvolvimento de sistemas de produção de forragens**. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. Pastagens: Fundamentos da Exploração Racional. Piracicaba: FEALQ. p. 279-336, 1994.

BORTOLUZZI, E.C.; ELTZ, F.L.F. Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2000, p.449-457.

BRAIDA, J.A.; REICHERT, J.M.; VEIGA, M. da; REINERT, D.J. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio proctor. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.605-614, 2006.

CADY, F. B. Experimental design and data management of rotations experiments. **Agronomy Journal**, v. 83, n.1, p.50-56, 1991.

CECATO, U., BORTOLO, M. Importância Econômica das Espécies Forrageiras na Produção Animal. Gênero *Cynodon*. In: CURSO DE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE PASTAGENS, II – Modulo I, Maringá: CPAF,1999, p. 15-20.

CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; FLECHA, A. M. T.; PAVINATO, P. S.; VIEIRA, F. C. B.; MAI, M. E. M. Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia preta/milho, no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2002, v. 26, n. 1, p. 163-172.

CNA – Conselho Nacional de Abastecimento (Brasília, DF). Comparativo da área, produção e produtividade: Safras 2001/2002 e 2002/2003. Disponível em:<<http://www.conab.gov.br/safras.asp>>. Acesso em:10/10/2013.

COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação. Informações Agronômicas, Piracicaba, n.71. **Arquivo do Agrônomo**, Piracicaba, n.2, p.1-9, 1995.

CRUZ, J.C.; ALVARENGA, R.C.; NOVOTNY, E.H.; FILHO, E.A.P.; SANTANA, D.P.; PEREIRA, F.T.F.; HERNANI, L.C. **Cultivo do Milho**. Embrapa Milho e Sorgo. ISSN 1679-012 Versão Eletrônica - 2ª Edição Dezembro de 2006.

Federação Brasileira de Plantio Direto e Irrigação – FEBRAPDP. **Brasil - evolução da área cultivada em plantio direto 1972/73 à 2006**. Disponível em: <http://www.febrapdp.org.br/download/ev_plantio_brasil.pdf>. Acesso em: 03/02/2014.

FERREIRA, E. P. B.; ENDERSON, P.; STONE, L.F.; PARTELLI, F.L.; DIDONET, A.D. Produtividade do feijoeiro comum influenciada por plantas de cobertura e sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande. v. 15, n. 7, p. 695- 701. 2011.

FLOSS, E.L. Manejo forrageiro da aveia (*Avena spp*) e avezém (*Lolium spp*). In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 1988. Piracicaba. **Anais...Piracicaba: FEAQ**, 1988.

FONTANELI, R.S.; AMBROSI, I.; SANTOS, H.P.; IGNACZAK, J.C.; ZOLDAN, S.M. Análise econômica de sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 2129-2137. 2000.

FONTANELI, R.S.; FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. Leguminosas Perenes de Inverno. In: **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região Sul Brasileira**. EMBRAPA, Passo Fundo, p. 340, 2009

FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. M.; DEBIASI, H.; TORRES, E. Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Documentos/Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.327. 2011.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E. R. O.; CUBILLA, M.; NICOLOSO, R. S.; FRIES, M. R. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 27, n. 2, p. 325-334. 2003.

GONÇALVES, C. N.; CERETTA, C. A.; BASSO, C. J. Sucessão de culturas com plantas de cobertura e milho em plantio direto e sua influência sobre o nitrogênio no solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 24, p. 153-159, 2000.

HAVLIN, J. L.; KISSEL, D.E.; MADDUX, L.D. Crop rotation and tillage effects on soil organic carbon and nitrogen. *Soil Sciences Society*, v. 54, n. 2, p. 448-452, 1990.

HERNANI, L.C.; ENDRES, V.C.; PITOL, C.; SANTON, J.C. **Adubos verdes de outono/inverno no Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa-CPAO, p. 93, 1995.

HORN, F.P. Cereal sand brassicas for forages. In: HEATH, M.E.; BARNES, R.F.; METCALFE, D.S. **Forages: the Science of grassland agriculture**. 1985, v. 4, p. 271-277.

IBGE. Censo Agropecuário 2010. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável. Brasil. IBGE, 2010.

IGUE, K. **Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo**. In: ADUBAÇÃO verde no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p. 232-267.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Aveia preta IAPAR 61. 2011. Disponível em:<http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/niapar61.pdf>. Acesso em: 12/10/2013.

JACOBI, U. S.; FLECK, N. G. Avaliação do potencial alelopático de genótipos de aveia no início do ciclo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 2000. v. 35, n. 1, p. 11-19.

LAL, R. Soil surface management in the tropics for intensive land use and high and sustained production. **Advances in Soil Sciences**, v.5, p.1-109, 1986.

MORI, C.; FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da aveia, 2012. **Documentos online, EMBRAPA**. Disponível em:<http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do136_1.htm>. Acesso em: 20/10/2013.

NELSON, L.R.; PHILLIPS, T.D.; WATSON, C.E. Plant breeding for improved production in annual ryegrass. In: ROUQUETTE, F.M.; NELSON, L.R. **Ecology, production, and management of Lolium for forage in the USA**. Madison: Crop Science Society of America, 1997. 138p.

NICOLOSO, R.S.; LANZANOVA, M.E.; LOVATO, T. Manejo das pastagens de inverno e potencial produtivo de sistemas de integração lavoura-pecuária no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, 2006. v. 36, p. 1799-1805.

PAIM, N.R. Research on *Lotus* spp. in Rio Grande do Sul, Southern Brazil. **Lotus Newsletter**, 1988. v. 19, p. 37-43.

PAIM, N.R.; RIBOLDI, J. Comparação entre espécies e cultivares do gênero *Lotus*. Comparação entre espécies e cultivares do gênero *Lotus*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, p. 1699-1701, 1991.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; FERREIRA, E. P.; VIANA, A. P.; ESPINDOLA, J. A. A.;

PEDREIRA, G.S.P.; MELLO, A.C.L.; OTANI, L. O processo de produção em pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2001. p. 772-807.

PERIN, A.; SANTOS, R.H.S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J.G.M.; CECON, P.R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n.1, p. 35-40, 2004.

POSSAMAI, J. M.; SOUZA, C.M.; GALVÃO, J.C.M. Sistemas de preparo do solo para o cultivo do milho safrinha. **Bragantia**, v. 60, n. 2, p. 79-82, 2001.

PUPO, N. I. H. **Manual de pastagens e forrageiras: formação, conservação, utilização**. Campinas: Instituto campineiro de Ensino Agrícola. 1995.

REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A.; COAN, O.; VILLAÇA, M. Produção e qualidade da forragem de aveia (*Avena* spp). **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 1993. v. 22, n. 1, p. 99-108.

SILVA, D. A.; VITORINO, A.C.T.; SOUZA, L.C.F.; GONÇALVES, M.C.; ROSCOE, R. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na cultura do milho, em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, 2006. v. 5, n. 1, p. 75-88.

SPERA, S.T.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; TOMM, G.O. Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solo e na produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2004. v. 28, p. 533-542.

TORRES, J. L.; PEREIRA, M.G.; FABIAN, A.J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, 2008. v. 43, n. 3, p. 421-428.

TREIN, C.R.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. Métodos de preparo do solo na cultura do milho e ressemeadura do trevo na rotação aveia+trevo/milho, após pastejo intensivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 1991. v. 15, p. 105-111.

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

3 POTENCIAL FORRAGEIRO DA AVEIA PRETA IAPAR 61 SOLTEIRA OU EM ASSOCIAÇÃO COM CORNICHÃO

Resumo: O experimento foi conduzido por dois anos na área da Fazenda Experimental pertencente à Unioeste, *campus* de Marechal Cândido Rondon, objetivando a avaliação das características estruturais, produção de matéria seca e palhada, composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da aveia preta Iapar 61 (*Avena strigosa* cv. Iapar 61), manejada solteira ou em associação com cornichão (*Lotus corniculatus* L. cv. São Gabriel), sob diferentes formas de manejo. A aveia preta foi avaliada em dois ciclos de crescimento no primeiro ano e três ciclos no segundo ano, com intervalo médio de avaliação de 30 dias. O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, sendo no primeiro ano: dois cultivos da aveia (aveia preta solteira e aveia preta associada com cornichão) e dois cortes com quatro repetições e no segundo ano: quatro cultivos: aveia plantio convencional, aveia plantio direto, aveia associada ao cornichão e cornichão solteiro, em três cortes com três períodos de avaliação e quatro repetições. Verificou-se no primeiro ano que o cultivo consorciado da aveia preta com o cornichão influenciou positivamente as produções de MS da aveia no segundo corte (3750 kg ha⁻¹) superior ao obtido pela aveia preta solteira sob sistema de plantio direto (2599 kg ha⁻¹). As características estruturais foram pouco influenciadas pelo cultivo da aveia em associação com cornichão, mas o tempo promoveu elevação do meristema apical e redução do diâmetro o colmo. No primeiro ano experimental, obteve-se teores médios de proteína bruta semelhantes entre tratamentos: aveia preta sob sistema de plantio direto (20,8%) e em associação com cornichão (22,8%) para o primeiro corte, sendo similar ao obtido no segundo ano experimental para o cultivo da aveia preta em consórcio com cornichão (22,01%). Na aveia preta, observou-se entre ciclos, aumento nos teores dos constituintes de parede celular em comparação ao cornichão solteiro e sua associação com a aveia, notando-se comportamento inverso para os teores de PB e para a digestibilidade *in vitro* da matéria seca. A massa seca residual foi mais elevada no cultivo de aveia implantada sob sistema de plantio direto. A aveia manejada sob sistema de plantio direto apresentou resultados semelhantes com relação a composição bromatológica e as características estruturais às obtidas pela aveia manejada sob sistema convencional.

Palavras-chave: *Avena strigosa*, matéria seca, palhada, valor nutricional

FORAGE POTENTIAL OF OATS IAPAR 61 SINGLE OR IN ASSOCIATION WITH BIRDSFOOT

Abstract: The experiment was conducted for two years in the experimental farm Unioeste campus Marechal Candido Rondon, to evaluate the characteristics structural, dry matter and straw production, composition and digestibility in vitro of dry matter (IVDMD) the oat Iapar 61 (*Avena strigosa* cv. Iapar 61), managed single or in combination with birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L. cv. St. Gabriel), under different forms of management. The oat was evaluated in two growth cycles in the first year and three cycles in the second year, with an average interval of 30 days evaluation. The experimental design was a randomized block design with split plot in time, being the first year: two treatments (oats and oats associated with birdsfoot trefoil), two cuts with four repetitions and the second year, four treatments: conventional tillage oats, oat tillage, oats associated with birdsfoot trefoil and single in three sections with three periods and four replications. It was found in the first year that the intercropping of oats with birdsfoot positively influenced DM yields of oats in second cut (3750 kg ha⁻¹) higher than that obtained by single oat under tillage (2599 kg ha⁻¹). The structural characteristics were not influenced by the cultivation of oats in combination with birdsfoot trefoil, but the weather caused elevation of the apical meristem and the stem diameter reduction. In the first experimental year, gave similar average levels of crude protein between treatments: oat under no-tillage system (20,8 %) and in combination with birdsfoot trefoil (22,8 %) for the first cut, similar to that obtained in the second experimental year for the cultivation of oats in consortium with birdsfoot trefoil (22,01%). In oat, was observed between cycles, increased levels of cell wall constituents in comparison to single birdsfoot trefoil and its association with oats, noting reverse to crude protein and in vitro dry matter digestibility behavior. The residual dry mass was higher in the cultivation of oats implanted under no-tillage system. Oats managed under no-tillage system showed similar results with respect to chemical composition and structural characteristics to those obtained with oats managed under conventional system.

Keywords: *Avena strigosa*, dry matter, nutritional value, straw

3.1 Introdução

As pastagens são os principais componentes das dietas dos ruminantes, além de ser considerada uma das fontes de alimentação mais econômica nos sistemas pecuários. No sistema de pecuária leiteira, a melhor relação custo/benefício da atividade baseia-se na utilização de volumosos de elevado valor nutricional.

A região Sul do Brasil está situada em uma latitude privilegiada, permitindo a utilização tanto de espécies forrageiras tropicais, quanto subtropicais, bem como temperadas (MORAES, 1991), facilitando a adoção de sistemas de produção integrando lavoura-pecuária com ampla variedade de espécies, tais como o cornichão e a aveia preta.

No sistema de plantio direto da aveia com azevém, estes assumem papéis fundamentais, pois a rotação de culturas e a cobertura do solo são expressivas para o sucesso do sistema (VARGAS et al., 1998). Segundo Amado et al. (2003) na região Sul do Brasil, a adoção do sistema de plantio direto com o uso da aveia preta, antecedendo o cultivo de soja e milho no verão, tem-se mostrado como eficiente estratégia de manejo do solo.

Entretanto a expressão do potencial produtivo destas gramíneas é dependente das condições climáticas e da fertilidade do solo e assim o nitrogênio assume grande importância para seu desenvolvimento.

Como o principal objetivo do sistema de produção a pasto é o de reduzir os custos com a alimentação animal, a adoção de técnicas que venham a substituir total ou parcialmente a necessidade da adubação química nitrogenada, acabam por reduzir os custos, gerando a sustentabilidade econômica dos sistemas.

Com isso pesquisas vêm demonstrando que uma alternativa viável para esta problemática seria a inserção de leguminosas no sistema de produção, por meio do cultivo consorciado com outras forrageiras ou seu cultivo na forma de sucessão para outras culturas.

A consorciação da aveia com forrageiras leguminosas tem gerado bons resultados com relação à produção de biomassa, como foi constatado por Abreu et al. (2005) alegando que com o acréscimo de forrageiras leguminosas, aumentou-se o rendimento de biomassa da aveia, sendo uma alternativa para os sistemas de produção animal a pasto.

Sendo o nitrogênio um dos nutrientes mais limitantes para o desenvolvimento de plantas forrageiras, desta maneira uma prática alternativa à aplicação de ureia é a consorciação com leguminosas para fixação biológica do nitrogênio. De acordo com Aita e Giacomini (2003), a prática do plantio consorciado entre gramíneas e leguminosas é caracterizada pela alta

eficiência produtiva e econômica resultantes da fixação de nitrogênio executada pelas leguminosas, elevando sua disponibilidade no solo.

Alexandrino et al. (2004) destacaram que as características morfológicas e estruturais no rebrote de gramíneas é influenciado positivamente à aplicação de nitrogênio, desta forma a inserção de leguminosas em pastagens de gramíneas poderia proporcionar resultados produtivos no desenvolvimento forrageiro.

Neres et al. (2012) obtiveram resultados positivos para o consórcio entre gramíneas tropicais e leguminosas, no entanto para espécies hibernais os resultados ainda são escassos. Desta forma surge à necessidade de estudos que apontem sistemas de produção integrando lavoura-pecuária com uso de leguminosas perenes e seus benefícios no valor nutricional da forragem, características estruturais e produção de palhada.

Os objetivos deste trabalho foram de avaliar a produção de matéria seca, produção de massa residual, características estruturais, composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca da aveia preta Iapar 61 sob diferentes formas de cultivo.

3.2 Material e Métodos

O experimento foi implantado em condições de campo, na Fazenda Experimental Professor Antonio Carlos dos Santos Pessoa com início em maio de 2011, pertencente à Universidade Estadual do Oeste Paraná – *Campus* de Marechal Cândido Rondon – PR, possuindo como coordenadas geográficas latitude de 24°19' S e longitude 54°01W, com altitude de 392 m. O clima local, classificado segundo Koppen é do tipo Cfa, subtropical com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões quentes. As temperaturas do trimestre mais frio variam entre 17 e 18 °C, do trimestre mais quente entre 28 e 29 °C e a anual entre 22 e 23° C. Os totais anuais médios normais de precipitação pluvial para a região variam de 1600 a 1800 mm, com trimestre mais úmido apresentando totais variando entre 400 a 500 mm e o trimestre mais seco variando entre 250 a 350 mm (IAPAR, 2006).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico (EMBRAPA, 2006) (Tabela 1).

Tabela 1 - Características químicas do solo da área experimental.

P	MO	pH	Al+H	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	Cu	Zn	Fe
mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	-----cmol _c .dm ⁻³			-----			%	-----mg dm ⁻³ -----			
28,87	23,95	5,05	7,7	0,29	1,5	4,37	2,03	8,66	13,88	55,33	5,5	2,02	23,54

Análises realizadas no Laboratório de química Agrícola e Ambiental da Unioeste, Marechal Cândido Rondon.

Os dados climáticos do período experimental foram obtidos na estação climatológica automática da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, distante cerca de 100 m da área experimental, onde no primeiro ano a precipitação pluviométrica foi superior ao segundo ano experimental (Figura 1), ilustrando as datas das semeaduras e colheitas, sendo realizada no primeiro ano a semeadura da aveia preta e do cornichão; semeadura do milho; colheita do milho; no segundo ano a semeadura da aveia; semeadura do milho e colheita do milho.

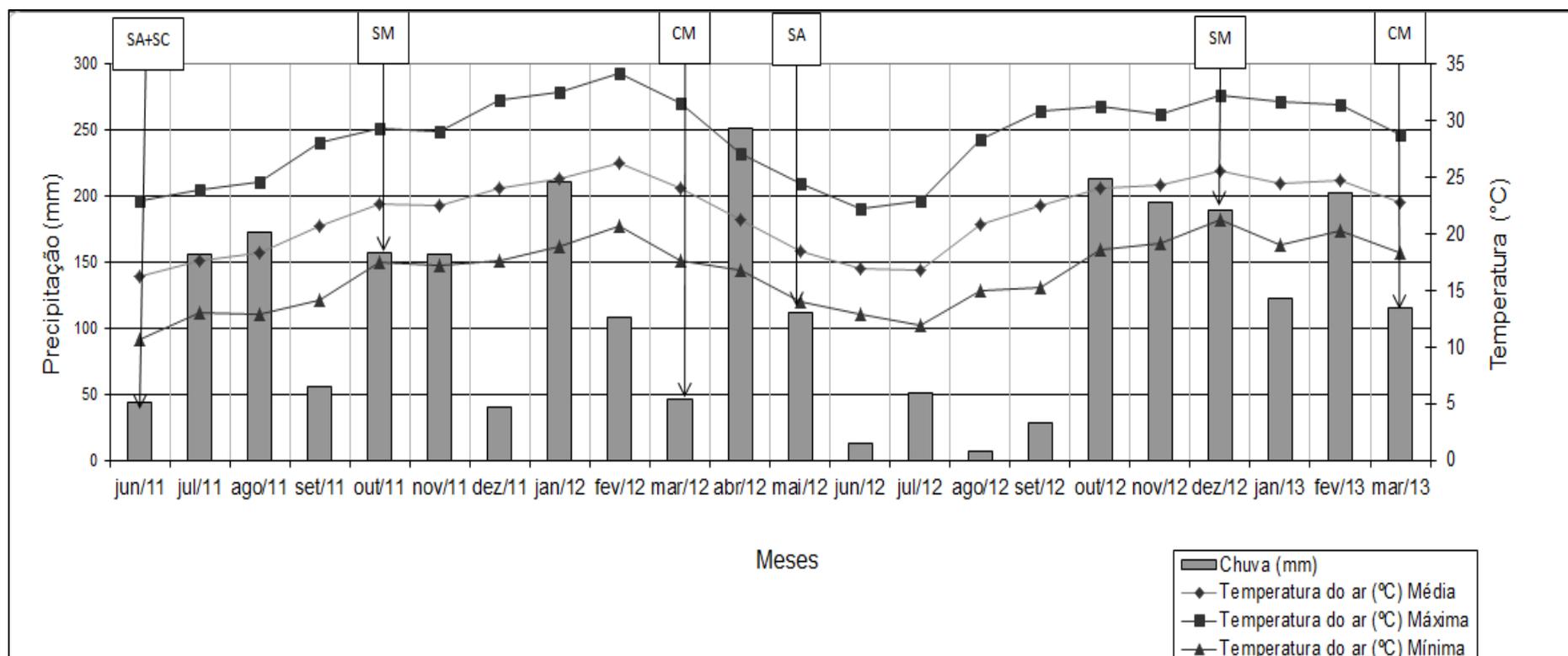


Figura 1. Temperaturas máxima, média, mínima e precipitação acumulada durante o todo o período experimental. SA+SC: semeadura da aveia e semeadura do cornichão; SM: semeadura do milho; CM: colheita do milho; SA: semeadura da aveia.

No primeiro ano do ensaio experimental, realizou-se o plantio do cornichão e da aveia preta Iapar 61. O estudo foi conduzido sob o delineamento de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas no tempo com quatro repetições. Nas parcelas foram distribuídos os cultivos da aveia (solteira ou consorciada com cornichão) e nas subparcelas os ciclos de crescimento da aveia (1º e 2º ciclos de crescimento).

A aveia e o cornichão foram semeados manualmente em 01/06/2011 com densidades de sementes de 70 kg ha⁻¹ de aveia e 8 kg ha⁻¹ de cornichão inoculadas com *Mesorhizobium loti* antes do plantio (garantia mínima de 1x10⁹ células viáveis/g), na profundidade de 2 cm para ambos. O plantio foi realizado quando as temperaturas apresentavam-se em torno de 15 a 20 °C, como garantia da germinação das sementes de cornichão.

O espaçamento entre linhas utilizado foi de 0,17 m, e no cultivo consorciado, a semeadura foi realizada de forma alternada, destinando-se uma linha para a semeadura do cornichão e uma linha para a semeadura da aveia. Após o crescimento do cornichão, foram realizadas duas capinas na área com o objetivo de controlar plantas invasoras, onde no dia 27/06/2011 constatou-se a ocorrência de geada, sem prejuízos as espécies.

As avaliações do 1º e 2º ciclo deste ano foram realizadas no dia 1/09/11 e 29/09/11 sendo aplicado após os cortes 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de uréia no tratamento com aveia. Nas avaliações estruturais mensurou-se altura de plantas com utilização de régua graduada em centímetros, comprimento de folhas e comprimento de colmos. Para altura de plantas, mensurou-se três pontos em cada parcela, considerando-se a distância entre o nível do solo até o ponto de curvatura da última folha completamente expandida, já no comprimento de folhas e colmos, 10 plantas sorteadas ao acaso foram medidas em cada parcela.

A contagem do número de folhas por perfilho foi manual, considerando-se as folhas presentes em 10 perfilhos de cada parcela e para medição do diâmetro de colmo, utilizou-se um paquímetro digital, onde as aferições foram feitas na base de 10 perfilhos de cada subparcela escolhidos ao acaso.

As coletas das amostras para determinação da produção de matéria seca foram realizadas com um quadrado de 0,25 m² lançado ao acaso quatro vezes em cada parcela. Após o lançamento todas as plantas contidas no interior do quadrado foram cortadas com auxílio de cutelo e acondicionadas em sacos plásticos identificados. Após condução ao laboratório, as amostras foram pesadas e separadas em duas sub-amostras. Destas, a primeira foi destinada à secagem para a determinação dos teores de matéria seca e avaliação bromatológica, onde as amostras foram moídas em moinho de faca com peneira de 1mm, para posteriores análises dos

teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) segundo a AOAC, (1990), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) conforme Van Soest et al., (1991) lignina e celulose (SILVA e QUEIROZ, 2006). A segunda sub-amostra foi separada em folhas (lâminas foliares) e colmos (colmos + bainhas). Todas as amostras coletadas e separadas foram embaladas em sacos de papel, pesadas e colocadas em estufa com ventilação forçada e mantidas sob temperatura de 55°C por 72 horas para secagem. Após a secagem as amostras foram pesadas e a partir dos dados obtidos foram calculadas a porcentagem de matéria seca, a produção de matéria seca, e a relação folha/colmo (obtida através da razão entre o peso seco de folhas e o peso seco de colmos).

Após a coleta do material para posterior avaliação estrutural e bromatológicas, os cortes da aveia e do cornichão se deram por uso de uma segadeira condicionadora com intuito de rebaixar a altura da aveia e garantir o estabelecimento do cornichão. O material recolhido foi fornecido verde aos animais.

Para a determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca foi adotada a técnica descrita por Tilley e Terry (1963) adaptada ao Rúmen Artificial, conforme descrito por Holden, (1999). Para a coleta do líquido ruminal foi utilizado um bovino da raça Jersey de aproximadamente 500 kg, munido de cânula ruminal. O animal foi mantido em confinamento e solto nos intervalos de alimentação em um espaço sombreado para exercícios. O mesmo recebeu alimentação contendo volumoso e ração concentrada.

Realizou-se uma coleta de líquido ruminal no dia 24 de Setembro de 2013, onde se pesou aproximadamente 0,5 g de amostra de cada alimento, moída em peneira com crivo de 1 mm, colocadas em filtros F57 e acondicionadas em jarros contendo líquido de rúmen, obtido via cânula ruminal, e a solução tampão.

O material permaneceu incubado por 48 horas, com o término deste período, foi acrescentado ao fermentador artificial a solução de HCl-Pepsina (1:10.000) na proporção de 6,68 mL/amostra, permanecendo o material incubado por mais 24 h. Com o término deste período os filtros foram retirados do fermentador ruminal, lavando-os com água destilada, até a total retirada dos materiais aderentes ao filtro e após, foram secos em estufa de circulação forçada por 8 h a 105°C, determinando-se a MS analítica.

A digestibilidade *in vitro* da MS foi calculada pela diferença entre a quantidade incubada e o resíduo que ficou após a incubação:

$$\text{DIVMS} = 100 - (\text{MS do alimento residual mais peso do saquinho} - \text{peso do saquinho}) / \text{MS do alimento inicial} * 100.$$

No segundo ano o experimento foi conduzido sob delineamento de blocos ao acaso com esquema de parcelas subdivididas no tempo com quatro repetições, sendo nas parcelas alocados os cultivos: aveia preta (*Avena strigosa* cv. Iapar 61) cultivada em plantio convencional (APC), aveia preta plantio direto (APD) e consorciada com cornichão (A+C) (*Lotus corniculatus* L. cv. São Gabriel) e cornichão solteiro (C) em três ciclos de pastejo (1º: 04/07/2012, 2º: 04/08/2012 e 3º: 13/09/2012).

O plantio da aveia no sistema de plantio direto foi realizado sob a palhada do milho e a aveia com cornichão em área de cornichão já implantada (1 ano) e manejadas no inverno. As parcelas experimentais possuíam dimensões de 8x12 (96m²) e foram separadas por cerca eletrificada. A semeadura da aveia em ambos os tratamentos foi realizada mecanicamente com semeadora tratorizada de fluxo contínuo no dia 03/05/2012, adotando-se densidade de sementes de 80 kg ha⁻¹, com espaçamento entre linhas de 0,17 m, aplicando-se 200 kg ha⁻¹ de super fosfato triplo para adubação, conforme análise solo e profundidade de plantio de 2 cm.

Após 25 dias da emergência da aveia foi realizada a aplicação de 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de uréia e 50 kg ha⁻¹ de potássio na forma de cloreto de potássio. Com a obtenção da altura de dossel adotada (40 cm), realizaram-se as avaliações estruturais e coleta do material para determinação da produção de matéria seca e valor nutricional. Vacas da raça Holandês em lactação foram utilizadas para rebaixar os piquetes sendo retiradas quando a altura de 15 cm. Com a saída dos animais mensurou-se com uma régua graduada a altura do resíduo de plantas e a determinação da quantidade de matéria seca residual com um quadrado metálico de 0,25m²

Nas avaliações estruturais mensurou-se: altura de planta da aveia e do cornichão (15 pontos por parcela); altura de meristema apical da aveia (15 pontos por parcela); relação folha/colmo (15 pontos por parcela); diâmetro de colmo (15 pontos por parcela); número de folhas por perfilho da aveia (15 pontos por parcela); número de plantas (9 amostras de 0,25 m² por parcela), após as mensurações coletaram-se amostras para determinação da produção de matéria seca (4 pontos 0,25 m² por parcela), composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca conforme citado acima.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística através do programa SISVAR (FERREIRA, 2008) e os tratamentos comparados pelo teste de médias de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Foi utilizado a correlação de Spearman para os dados de avaliação estrutural.

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 Primeiro ano experimental

No que diz respeito à produção de matéria seca (Tabela 2), foi constatado efeito da interação dos fatores, porém, apenas no segundo ciclo de crescimento houve diferença entre os cultivos ($P < 0,05$), com maior produção de matéria seca na aveia consorciada com cornichão. Esse comportamento pode estar relacionado com o fornecimento de nitrogênio à aveia pelo cornichão, uma vez que este se trata de uma leguminosa com capacidade de fixação biológica de nitrogênio de acordo com Heinrichs e Fancelli (1999) ao trabalharem com aveia preta consorciada com ervilhaca comum encontraram resultados semelhantes, como o aumento da produção forrageira por unidade de área devido à fixação do nitrogênio.

Contudo de acordo com Primavesi et al. (2001) as produções de matéria seca tendem a aumentar com o avanço da idade da planta, ocorrendo simultaneamente decréscimo progressivo do seu valor nutritivo, observando concordância para a produção de MS do cultivo consorciado (Tabela 2), sendo crescentes do primeiro para o segundo corte, aumentando o tempo para decomposição da MS residual, mantendo por mais tempo a cobertura do solo, favorecendo o sistema de plantio direto.

Tabela 2 - Produção de matéria seca pela aveia Iapar 61 em cultivo solteiro ou consorciado com cornichão. Marechal Cândido Rondon, setembro de 2011.

Cultivos	Matéria seca (kg ha^{-1})		
	1ºCorte	2ºCorte	Média
APD	2765aA	2599bA	2682
A+C	2805aB	3750aA	3277
Média	2785	3175	
CV 1 (%)		13,46	
CV 2 (%)		9,04	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. APD: aveia plantio direto, A+C: Aveia consorciada com cornichão.

Com relação às características estruturais, quando analisou-se a altura do dossel, maiores alturas foram obtidas para a aveia solteira se comparada com a consorciada com o cornichão (Tabela 3). A distância entre linhas de aveia também pode justificar este resultado, pois no cultivo solteiro, o menor espaçamento ocasionou maior competição por luz entre as plantas de aveia, que alongaram os entre nós e atingiram maior altura. No cultivo consorciado, devido ao maior espaçamento entre-linhas de aveia, a competição entre plantas por espaço foi

menor, e as plantas de aveia ao invés de buscarem maiores alturas para captação de maior radiação solar para a fotossíntese, ocuparam as entrelinhas por meio do alongamento das folhas.

Tabela 3 - Altura de dossel (AD), número de folhas por perfilho (NFP) e comprimento de folhas (CF), diâmetro de colmo (DC), comprimento de colmo (CC) e relação folha/colmo (F/C) da aveia preta Iapar 61 em cultivo solteiro ou associada com cornichão. Marechal Cândido Rondon, setembro de 2011.

Cultivos	AD (cm)			NFP			CF (cm)		
	1°Corte	2°Corte	Média	1°Corte	2°Corte	Média	1°Corte	2°Corte	Média
APD	40,75	39,80	40,28A	3,94	5,12	4,53	28,69aA	22,22bB	25,45
A+C	36,80	35,40	36,10B	3,99	5,47	4,73	28,86aA	28,50aA	28,68
Média	38,78	37,60		3,96B	5,30A		28,78	25,36	
CV1(%)		14,45			6,23			3,32	
CV2(%)		6,54			5,82			9,14	
Cultivos	DC (mm)			CC (cm)			F/C		
	1°Corte	2°Corte	Média	1°Corte	2°Corte	Média	1°Corte	2°Corte	Média
APD	3,05	3,88	3,47	12,65	24,37	18,51b	1,34	0,95	1,15
A+C	2,90	4,00	3,45	13,44	27,65	20,54a	1,28	0,83	1,06
Média	2,97B	3,94A		13,0B	26,0A		1,30A	0,80B	
CV1(%)		13,33			7,54			8,71	
CV2(%)		12,48			7,07			7,34	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. APD: aveia plantio direto, A+C: Aveia consorciada com cornichão.

O número de folhas por perfilho elevou-se no segundo corte, sendo esperado devido o desenvolvimento das plantas de aveia, que emitem novas folhas no decorrer do ciclo de crescimento até atingir o estágio reprodutivo (CASTAGNARA et al., 2010).

Para o comprimento de folhas houve diferença significativa entre os cultivos no segundo corte, onde a aveia consorciada com o cornichão apresentou comprimento de folhas superior (Tabela 3). Esse resultado pode estar relacionado com o espaçamento de semeadura da aveia, que ao ser semeado em linhas alternadas com o cornichão, apresentou um espaçamento de semeadura de 0,34 cm entre linhas. Como o cornichão apresentou um desenvolvimento inicial lento, as plantas de aveia alongaram as folhas para ocupar o maior espaçamento entre linhas.

O diâmetro e comprimento de colmo foram afetados exclusivamente pelos cortes, sendo significativamente superior no segundo corte (Tabela 3). Em concordância com Skonieski et al. (2011), o aumento no diâmetro do colmo do primeiro para o segundo corte era esperado, uma vez que as plantas aumentam o diâmetro de suas estruturas de suporte com o aumento do peso sobre as mesmas, nesse caso das folhas e dos próprios colmos.

No entanto, a relação folha/colmo foi superior no primeiro corte (Tabela 3). A menor relação folha/colmo observada no segundo corte deve-se ao alongamento do colmo apresentado pela aveia. Com o avanço do estágio fisiológico e a entrada no período reprodutivo, as plantas de aveia alongam os entre-nós com consequente alongamento do colmo e maior participação dessa fração na forragem em detrimento às folhas, ocasionando redução na relação folha/colmo.

Neres et al. (2012) ao trabalharem com aveia branca em diferentes sistemas de manejo e três períodos de avaliação, observaram redução na relação folha/colmo no terceiro período de avaliação em comparação ao primeiro e segundo corte, devido a estimulação da produção de novos afilhos, tendendo a aumentar nas fases iniciais e reduzir em fases posteriores do desenvolvimento das plantas (MUNDSTOCK, 1999).

Para se determinar o real potencial de uma forrageira, necessita-se da determinação dos rendimentos de matéria seca, matéria verde e do valor nutritivo, sendo composto pela composição bromatológica, a qual inclui os teores de proteína bruta, matéria mineral, fibras e a digestibilidade.

Tabela 4 - Valor nutricional da aveia preta Iapar 61 em cultivo solteiro ou associada com cornichão. Marechal Cândido Rondon, setembro de 2011.

Cultivos	FDN			FDA			Lignina		
	1°Corte	2°Corte	Média	1°Corte	2°Corte	Média	1°Corte	2°Corte	Média
APD	49,0	58,6	53,8	30,8A	37,2A	34,0	6,8	8,0	7,4
A+C	47,9	58,2	53,0	21,1B	41,4A	31,2	8,7	7,9	8,3
Média	48,5B	58,4A		26,0	36,3		7,8	8,0	
CV1(%)		10,61			17,29			15,87	
CV2(%)		11,36			26,10			38,15	
Cultivos	Celulose			PB			Hemicelulose		
	1°Corte	2°Corte	Média	1°Corte	2°Corte	Média	1°Corte	2°Corte	Média
APD	41,2	49,4	45,3	20,8A	17,4B	19,1	18,1	21,3	19,7
A+C	38,2	49,0	43,6	22,8A	17,6B	20,2	26,8	16,8	21,8
Média	39,7B	49,2A		21,8	17,5		22,4	19,1	
CV1(%)		12,23			8,64			12,49	
CV2(%)		9,26			7,97			39,81	
Cultivos	MM			Digestibilidade <i>in vitro</i> da MS					
	1°Corte	2°Corte	Média	1°Corte	2°Corte	Média	1°Corte	2°Corte	Média
APD		12,5	12,0	12,2			81,5aA	68,8bB	75,1b
A+C		11,9	11,9	11,9			85,2aA	76,1aB	80,2a
Média		12,2	11,9				83,3A	72,4B	
CV1(%)			5,49					5,15	
CV2(%)			5,92					7,84	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. APD: aveia plantio direto, A+C: Aveia consorciada com cornichão. Valores expressos em %.

Para a variável fibra em detergente neutro (Tabela 4) constatou-se significância para a interação cultivos x cortes e entre cortes ($P < 0,05$). Para a interação obteve-se menores teores de FDN no primeiro corte, aumento no segundo corte para ambos os cultivos. Comportamento semelhante foi observado entre cortes, onde menores teores de FDN foram constatados no primeiro corte, aumentando no segundo, estando de acordo com Grise et al. (2001) os quais afirmam que devido à queda na relação F/C e com o tempo, houve incremento dos teores de FDN, ou seja, com o avanço da idade da planta aumenta-se os constituintes de parede celular, incrementando os teores de FDN.

Assim como o FDN, o FDA comportou-se de maneira semelhante, tanto para o desdobramento da interação cultivos x cortes, quanto para os cortes ($P < 0,05$). Em ambos os cultivos com o avanço do estágio fisiológico observa-se aumento dos teores de FDA (Tabela 4), sendo esperado este comportamento de acordo com Grise et al. (2001) pois com o avanço da idade da forrageira, aumentam-se os teores de FDA e especialmente da fração celulose, pelo incremento de tecido estrutural vegetal, concentrando-se em maior quantidade nos colmos do que nas folhas.

Para a variável lignina, hemicelulose e matéria mineral (Tabela 4), tanto no desdobramento da interação cultivos x cortes, quanto para cultivos e cortes, não foram observados efeitos estatísticos ($P > 0,05$), em um ensaio experimental realizado por Moreira et al. (2005) ao avaliarem genótipos de aveia preta e amarela para produção de forragem, obtiveram valores médios de lignina 5,2% inferior aos obtidos neste estudo.

A variável celulose apresentou efeito ($P < 0,05$) entre cortes, aumentando do primeiro para o segundo em ambos os cultivos, verificando-se o mesmo comportamento para os teores de FDN, estando relacionados a uma maior proporção de colmos na forragem no segundo corte pelo avanço de seu estágio fisiológico.

Para os teores de proteína bruta, não obteve-se efeito da interação dos fatores estudados, entretanto efeito significativo entre cortes ($P < 0,05$) expondo valores superiores para ambos os cultivos no primeiro corte e decrescendo para o segundo.

Comportamento observado por Moreira et al. (2005) relatam tal fato, provavelmente ocorreu pelo aumento na fração colmo observada em resposta ao avanço da idade da planta e seu crescimento a partir de 48 dias após o primeiro corte, obtendo valores médios para proteína bruta de 18,6% no primeiro e de 13,1% para o segundo corte, inferiores aos obtidos neste estudo 21,85% e 17,50%.

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (Tabela 4) é uma variável que se altera de acordo com o avanço da idade da planta, relacionada à concentração de seus componentes estruturais.

Neste estudo obteve-se diferenças estatísticas entre os cultivos e os cortes ($P < 0,05$) sendo superiores para o cultivo consorciado (80,21%) em comparação ao cultivo solteiro da aveia (75,16%). Entre os períodos também se observou efeito, onde, as médias do primeiro corte foram superiores ao segundo em ambos os cultivos. O efeito da redução da digestibilidade entre cortes está relacionada com o aumento dos teores de constituintes de parede celular da planta, fato já esperado pelo avanço do estágio morfológico. Em estudo realizado por Rocha et al. (2007) ao trabalharem com cultivares forrageiros de inverno obtiveram para o cornichão 14,9% de PB, inferiores aos obtidos neste estudo.

Em concordância com os teores obtidos neste estudo, Soster et al. (2004) obtiveram teores de PB de 11,2% a 25,5%, justificando o acréscimo da digestibilidade do cultivo consorciado ao solteiro, em contrapartida Oliveira e Paim (1990) encontraram valores de 51,77% de DIVMS no florescimento pleno, sendo inferiores aos obtidos neste estudo.

3.3.2 Segundo ano experimental

Com relação aos dados obtidos no segundo ano (2012) do experimento com a aveia preta e o cornichão, para a variável produção de matéria seca da aveia (Tabela 5), foi constatado efeito significativo da interação dos fatores estudados ($P < 0,05$). Observaram-se maiores produções médias de MS no segundo ciclo de crescimento em comparação com os demais, entretanto a produção de MS da aveia solteira no cultivo convencional ou direto superou as produções médias obtidas tanto para a aveia, quanto para o cornichão cultivados em consórcio (Tabela 5).

Comportamento explicado pela tendência da aveia em reduzir a produção de MS a partir do 2º ciclo quando consorciada com cornichão, resultando do efeito de competição com a leguminosa (FLOSS, 2004).

Contudo quando somam-se as produções de MS da aveia cultivada com cornichão e do cornichão cultivado com aveia do primeiro ao terceiro ciclo obtêm-se as seguintes produções somadas de MS: 1º: 1489,92; 2º: 3512,73 e 3º: 2053 kg ha⁻¹, observando-se produções semelhantes aos encontrados para os demais cultivos da aveia. Logo o acréscimo produtivo do primeiro para o segundo ciclo, deve-se ao perfilhamento ocasionado pelo pastejo, resultando na

estimulação da emergência de novos perfilhos que ao iniciarem sua atividade fotossintética, contribuíram para o acúmulo de MS.

Tabela 5 - Produção de matéria seca da aveia preta Iapar 61 em cultivo solteiro ou associada com cornichão. Marechal Cândido Rondon, junho a setembro de 2012.

Cultivos	Produção MS (kg ha ⁻¹)			
	1ºCiclo	2ºCiclo	3ºCiclo	Média
APC	1472,09aB	3244,19bA	2016,8aB	2244,36b
APD	1367,64aC	4451,98aA	1973,73aB	2597,78a
C (A+C)	434,45bA	720,2cA	584,3bA	579,65d
A (A+C)	1055,47baB	2792,53bA	1468,7aB	1772,23c
Média	1082,41C	2802,22A	1510,88B	
CV1 (%)	6,73			
CV2 (%)	15,00			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. APC: aveia plantio convencional, APD: aveia plantio direto, C (A+C): cornichão (cornichão que cresceu com aveia), A(A+C): aveia (aveia que cresceu com cornichão).

As gramíneas forrageiras tropicais garantem sua persistência após corte ou pastejo por sua capacidade de regeneração do tecido foliar, pela emissão de novas folhas providas do meristema apical, as quais se situam abaixo do plano de corte por meio do perfilhamento (CORSI, 1993).

A altura de meristema apical (Tabela 6) diferiu entre cultivos e ciclos ($P < 0,05$), diferindo para interação cultivos x ciclos ($P > 0,05$).

Aumentos da altura de meristema apical foram notados para ambos os cultivos do primeiro para o segundo ciclo de crescimento não diferindo estatisticamente do segundo para o terceiro, no entanto do primeiro para o segundo ciclo de crescimento a altura de meristema apical aumentou. Esse aumento deve-se ao desenvolvimento estrutural das plantas e da altura de resíduo adotada para o pastejo dos animais (15 cm), não ocorrendo a remoção do meristema apical até o segundo ciclo.

Em contrapartida do segundo para o terceiro ciclo o meristema fora removido pelo pastejo em razão do alongamento de colmo, assim, o crescimento torna-se mais lento, do segundo para o terceiro ciclo, pois depende do desenvolvimento de novos afillhos a partir dos meristemas basais (LARCHER, 2000).

Contudo, a altura de meristema apical apresentou correlação de Spearman (Tabela 7) positiva para o número de folhas por perfilho (0,53), número de perfilhos (0,45) e correlação negativa para a relação folha/colmo (-0,73), concluindo que com o incremento da altura de meristema apical da aveia preta, aumenta-se o número de folhas por perfilho e número de

perfilhos com redução da relação folha/colmo. Este era e está de ligado ao desenvolvimento estrutural da aveia pelo avanço do estágio vegetativo.

Tabela 6 - Características estruturais da aveia preta Iapar 61 cultivada solteira ou em associação com cornichão. Marechal Cândido Rondon, junho a setembro de 2012.

Cultivos	Altura de meristema apical (cm)				Diâmetro de colmo (mm)			
	1ºCiclo	2ºCiclo	3ºCiclo	Média	1ºCiclo	2ºCiclo	3ºCiclo	Média
APC	2,3	15,0	12,7	10,11b	2,49A	2,51A	1,86B	2,29
APD	4,9	16,0	12,9	11,27a	2,49A	2,48A	1,94A	2,30
A+C	4,7	14,0	12,8	10,55ab	2,16AB	2,67A	1,76B	2,20
Média	4,01B	15,07A	12,85A		2,38A	2,55A	1,85B	
CV1(%)			6,09				11,3	
CV2(%)			17,87				14,62	
Cultivos	Número de folhas por Perfilho				Número de Perfilhos (m ²)			
	1ºCiclo	2ºCiclo	3ºCiclo	Média	1ºCiclo	2ºCiclo	3ºCiclo	Média
APC	2,0	3,2	1,4	2,22	706,13aB	963,1abA	828,88abA	832,7ab
APD	1,8	3,2	1,33	2,15	798,1aA	838,22bA	677,77bA	771,3b
A+C	2,0	3,2	1,6	2,26	736,89aB	1191,5aA	987,1aAB	971,85a
Média	1,95B	3,24A	1,44B		747,05B	997,62A	831,25B	
CV1(%)			24,88				14,55	
CV2(%)			18,72				13,09	
Cultivos	Folha/Colmo				Altura de Dossel (cm)			
	1ºCiclo	2ºCiclo	3ºCiclo	Média	1ºCiclo	2ºCiclo	3ºCiclo	Média
APC	4,42aA	0,44aB	0,19aB	1,68a	40,2aAB	37,14abB	45,46aA	40,94a
APD	5,81aA	0,30aB	0,33aB	2,15a	34,2abB	33,64bB	47,40aA	38,41a
C (A+C)	0,0bA	0,9aA	0,7aA	0,56b	29,23bA	14,86cB	14,86bB	19,65b
A (A+C)	5,5aA	0,34aB	0,29aB	2,04a	39,2aA	40,5aA	44,4aA	41,4a
Média	3,93A	0,50B	0,40B		35,7A	31,5B	38A	
CV1(%)			23,27				7,48	
CV2(%)			43,4				7,8	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. APC: aveia plantio convencional, APD: aveia plantio direto, A+C: aveia cultivada com cornichão, C(A+C): cornichão (cornichão que cresceu com aveia), A(A+C): aveia (aveia que cresceu com cornichão).

O diâmetro de colmo diferiu para o desdobramento da interação cultivos x ciclos e entre cultivos e entre ciclos ($P < 0,05$), apresentando menores diâmetros para a aveia cultivada convencionalmente e em associação para o terceiro ciclo em comparação ao primeiro e segundo ciclos, uma vez que as plantas inicialmente aumentam o diâmetro de suas estruturas para suportar o aumento do peso sobre as mesmas no decorrer dos ciclos de crescimento.

Para altura de dossel (Tabela 6) obteve-se efeito significativo do sistema de cultivo e para correlação de Spearman (Tabela 7) negativa com o número de folhas por perfilhos (-0,42) e número de perfilhos (-0,52). Obteve-se resultados superiores para a aveia preta cultivada em consorcio no segundo ciclo entre cultivos, obtendo-se maiores médias para alturas de dossel no terceiro ciclo.

Resultados semelhantes foram obtidos por Silva (2011), ao avaliar a qualidade nutricional da aveia branca sob manejos, no qual o autor encontrou maiores alturas de dossel forrageiro no terceiro período, seguido do segundo e primeiro períodos. Contudo Floss et al. (2004), ao estudarem a aveia branca também observaram aumento na altura de plantas no decorrer das idades de amostragem, surtindo efeito significativo sobre o diâmetro de colmo, sendo superior no segundo ciclo e apresentando redução para o terceiro, resultado característico do alongamento dos entre-nós da planta. A altura superior média da aveia em associação ao cornichão pode estar associada ao alongamento do colmo estimulada pela competição por luz, no entanto não diferiu ($P > 0,05$) da aveia solteira.

Para o número de perfilhos, resultados significativos foram auferidos para o ciclo de crescimento e o sistema de cultivo (Tabela 6), sendo superiores para o segundo ciclo de crescimento e para o sistema de cultivo em consórcio.

Da mesma forma que para os perfilhos, o número de folhas por perfilhos foi crescente do primeiro para o segundo ciclo, acompanhando o aumento numérico de perfilhos, mostrando sincronismo no surgimento de folhas e de perfilhos, o qual pode ser justificado pela correlação de Spearman (Tabela 7), onde obteve-se correlação positiva de 0,50. A redução constatada no terceiro ciclo por Godoy et al. (1990) e por Reis et al. (1992), sendo resultado da senescência das folhas mais velhas no decorrer dos ciclos de pastejo, ou ciclos de crescimento.

A relação folha/colmo (Tabela 6) diferiu no desdobramento da interação cultivos x ciclos, entre cultivos e ciclos ($P < 0,05$). O primeiro ciclo apresentou maior relação média em comparação ao segundo e terceiro ciclos, em detrimento ao maior vigor inicial no desenvolvimento das plantas de aveia preta (MARTINS, DEBIASI e MISSIO, 2008).

Já com relação aos cultivos obteve-se menor relação folha/colmo para o cornichão cultivado com a aveia preta, no entanto se obteve valores inferiores aos obtidos por Soster et al. (2004) ao avaliarem as características agrônômicas dos genótipos de cornichão, encontrando 1,4 para a relação folha/colmo (média).

A aveia possuía poucas folhas e colmo mais longos, resultado do alongam dos entre-nós, com conseqüente alongamento do colmo e maior participação dessa fração na forragem em detrimento às folhas, reduzindo a relação folha/colmo pelo fato da remoção do meristema

apical no segundo pastejo, ocasionando decréscimo na relação folha/colmo no decorrer dos ciclos de crescimento. Decréscimo o qual pode ser justificado pela correlação negativa de Spearman obtida entre a relação folha/colmo e o número de perfilhos (Tabela 7), onde obteve-se correlação de -0,43, ou seja, quando aumenta-se o número de perfilhos, reduz-se a relação folha/colmo em detrimento do aumento da fração colmo pelo ocasionado pelo perfilhamento.

Tabela 7 - Correlação de Spearman entre as variáveis de características estruturais da aveia preta. Marechal Cândido Rondon, junho a setembro de 2012.

Parâmetros	AD	AMEA	DC	NFP	NP	F/C
AD	1,00					
AMEA	-0,32	1,00				
DC	-0,11	0,08	1,00			
NFP	-0,42*	0,53*	0,51*	1,00		
NP	-0,52*	0,45*	0,13	0,50*	1,00	
F/C	-0,10	-0,73*	0,14	-0,21	-0,43*	1,00

AD: altura de dossel; AMEA: altura de meristema apical; DC: diâmetro de colmo; NFP: número de folhas por perfilho; NP: número de perfilhos; F/C: relação folha/colmo. *P<0,05.

Para o desdobramento da interação cultivos x ciclos da variável folha/colmo (Tabela 6), houve efeito significativo (P<0,05) no primeiro ciclo entre cultivos, onde não foi realizada a avaliação do cornichão (0,00) em detrimento do início do desenvolvimento da pastagem no momento da primeira avaliação, impossibilitando sua mensuração.

Constatou-se efeito significativo (P<0,05) sobre a produção de palhada residual da aveia (Tabela 8) para a interação cultivos x ciclos, entre cultivos e entre ciclos, quando cultivada em plantio direto, a aveia preta produziu maior quantidade de palhada residual (média) entre cultivos e na interação, no entanto obtendo-se menores valores para o cornichão e a ausência de avaliação no primeiro ciclo, pois o mesmo encontrava-se em processo de recuperação pós-cultivo da cultura de milho que fora implantada no ano anterior (2010), ocasionando sombreamento e reduzindo drasticamente o desenvolvimento do cornichão no ano seguinte. Entre ciclos, foi constatada maior produção de palhada para o segundo ciclo de crescimento, decrescendo no terceiro, resultado esperado, devido ao consumo da massa seca realizado pelo pastejo dos animais, resultando na redução da capacidade de rebrota das plantas, prejudicando a recomposição de área foliar e o novo acúmulo de palhada residual. A presença da palha na superfície do solo atua como uma barreira amortecedora ao pisoteio animal (LOPES et al., 2009), e mesmo níveis de palhada residual próximos a 2000 kg ha⁻¹ de MS podem não comprometer a produção de grãos no cultivo subsequente (FLORES et al., 2007).

Obteve-se efeitos significativos para a interação cultivos x ciclos, entre cultivos e entre ciclos ($P < 0,05$) para a produção de MS do resíduo pós-pastejo (Tabela 8). A produção de MS do resíduo pós-pastejo para a aveia manejada sob plantio convencional ($1861,6 \text{ kg ha}^{-1}$) foi inferior ao obtido pela aveia preta cultivada sob plantio direto ($2222,1 \text{ kg ha}^{-1}$), entretanto, conforme Kluthcouski e Yokoyama (2003) são necessárias pelo menos 7 toneladas ha^{-1} de matéria seca residual para cobertura plena da superfície do solo.

Tabela 8 - Produção de massa residual e altura de resíduo da aveia preta Iapar 61 cultivada sob diferentes manejos. Marechal Cândido Rondon, junho a setembro de 2012.

Cultivos	MS residual (kg ha^{-1})				Altura de Resíduo (cm)			
	1ºCiclo	2ºCiclo	3ºCiclo	Média	1ºCiclo	2ºCiclo	3ºCiclo	Média
APC	1139,7aA	3002,9bA	1442,2abA	1861,6b	12,8bB	17,1aA	13,2aAB	14,4a
APD	1059,7aA	3874,1aA	1732,5aA	2222,1a	10,4bB	16,1abA	13,4aAB	13,3ab
C (A+C)	00,0cA	479,0cA	376,4cA	285,1d	0,0cB	12,4bA	10,1aA	7,5b
A (A+C)	507,6bA	894,6cA	1101,3bA	834,5c	18,9aA	15,3abAB	14,0aB	16,1a
Média	676,7C	2062,69A	1163,15B		10,57C	15,28A	12,73B	
CV1 (%)	8,64				29,49			
CV2 (%)	13,81				15,44			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. APC: aveia plantio convencional, APD: aveia plantio direto, C (A+C): cornichão (cornichão que cresceu com aveia), A(A+C): aveia (aveia que cresceu com cornichão).

Auferiu-se diferença estatística para altura de resíduo na interação cultivos x ciclos ($P < 0,05$), onde a aveia cultivada em associação com cornichão obteve altura superior no primeiro corte em relação aos outros cultivos, fato também observado nas médias entre cultivos, devido à competição com o cornichão, a aveia alonga seus entre nós, assim como, para a aveia cultivada convencionalmente, onde no segundo ciclo competiu com a incidência de nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) que se desenvolveram na área, apresentando o mesmo comportamento (Tabela 9). Entre cultivos houve diferenças estatísticas ($P < 0,05$), as menores alturas foram registradas para o cornichão durante todos os ciclos de avaliação. Entre ciclos constatou efeito ($P < 0,05$), onde a altura de resíduo aumentou do primeiro para o segundo ciclo, decrescendo para o terceiro.

Tabela 9 – Número de plantas (m²) de nabo forrageiro presentes nos cultivos. Marechal Cândido Rondon, junho a setembro de 2012.

Cultivos	Número de plantas de nabo forrageiro		
	1ºCiclo	2ºCiclo	3ºCiclo
APC	10	32	24
APD	32	20	16
A+C	0	4	4
C	0	0	0

APC: aveia plantio convencional, APD: aveia plantio direto, A+C: aveia consorciada com cornichão, C: cornichão solteiro.

O valor nutritivo das forragens no ano de 2012 foi alterado pela interação dos fatores (Tabela 10). Os teores de FDN apresentaram tendência inversa ao percentual de proteína bruta, com exceção do primeiro ciclo, aumentando no decorrer dos ciclos dos cultivares ($P < 0,05$), comportamento observado por Rocha et al. (2007) ao avaliarem a produção de forragem de espécies e cultivares forrageiros de inverno, relataram aumentos gradativos dos teores de FDN e reduções nos teores de PB. Obteve-se diferenças estatísticas entre cultivos, ($P < 0,05$) com menores teores de FDN para a aveia cultivada em associação e para o cornichão solteiro, resultados semelhantes foram obtidos por Rocha et al. (2007) onde constataram teores médios de 35,4% para o cornichão e 63,9% para a aveia.

A interação dos fatores cultivos x ciclos diferiu ($P < 0,05$), onde a associação da aveia com o cornichão reduziu os teores de FDN no segundo e terceiro ciclos em comparação com a aveia manejada solteira, devido ao efeito de diluição dos teores de FDN presentes na aveia solteira e os menores teores do cornichão.

Os valores de FDA diferiram entre ciclos, cultivos e para a interação dos fatores ($P < 0,05$), entre ciclos os teores de FDA foram decrescentes do primeiro para o segundo ciclos, aumentando novamente no terceiro, entretanto entre cultivos a associação da aveia com o cornichão não resultou na redução do teor de FDA, no entanto o cornichão solteiro obteve menor média em comparação aos cultivos com aveia, pelo fato das leguminosas apresentarem menores teores de FDA em comparação aos teores presentes nas gramíneas (THOMSON et al. 1985).

Para o desdobramento pode-se observar o aumento gradativo dos teores de FDA para o cultivo da aveia em sistema convencional e o comportamento inverso no cultivo do cornichão solteiro, no entanto os teores do cultivo consorciado obtiveram estáveis no decorrer dos ciclos de crescimento, podendo ser justificado pela consorciação com a leguminosa.

Sendo a celulose um dos principais constituintes da parede celular (VAN SOEST, 1994); neste estudo os teores de celulose e hemicelulose variaram entre os cultivos, cortes e na interação dos fatores cultivos x ciclos ($P < 0,05$). Entre cultivos os teores de celulose apresentaram maior quantidade na aveia solteira manejadas convencionalmente e em plantio direto, obtendo menores teores no cornichão solteiro e para a cultura consorciada, estando de acordo com Thomson et al. (1985) concluíram que comparando pastagem de gramínea adubada com nitrogênio, às misturas de gramíneas com leguminosa, têm, geralmente, índices mais elevados de proteína, porém, índices mais baixos da celulose e hemicelulose, como pode ser observado neste estudo.

Tabela 10 - Composição bromatológica do cornichão solteiro e da aveia preta Iapar 61 em cultivo solteiro ou associado ao cornichão. Junho a setembro de 2012.

Cultivos	FDN				FDA			
	1ºCiclo	2ºCiclo	3ºCiclo	Média	1ºCiclo	2ºCiclo	3ºCiclo	Média
APC	49,59aB	53,22aB	63,28aA	55,37a	25,62bB	29,21aB	38,64aA	31,16a
APD	49,59aB	52,97aB	59,30aA	53,95a	32,27aA	26,35abB	32,38bA	30,33a
A+C	47,20abB	46,01bB	51,36bA	48,19b	28,19abA	29,78aA	29,62bA	29,20a
C	43,24bA	35,39cB	36,66cB	38,43c	32,85aA	21,71bB	15,31cC	23,29b
Média	47,41B	46,90B	52,66A		29,73A	26,76B	28,99AB	
CV1 (%)		5,19				8,58		
CV2 (%)		4,61				9,34		
Cultivos	Celulose				Hemicelulose			
	1ºCiclo	2ºCiclo	3ºCiclo	Média	1ºCiclo	2ºCiclo	3ºCiclo	Média
APC	20,23bC	24,99aB	31,53aA	25,58a	23,97aA	24,01aA	24,63aA	24,20a
APD	26,06aA	22,44aA	26,3bA	25,96a	17,32bB	26,61aA	26,92aA	23,61a
A+C	21,44bA	21,85aA	22,2bA	21,85b	19,00abA	16,22bA	21,74aA	18,99b
C	20,43bA	12,96bB	10,59cB	14,66c	10,39cA	13,67bA	21,34a	15,13c
Média	22,04AB	20,56B	22,69A		17,67B	20,13B	23,66A	
CV1 (%)		9,33				8,69		
CV2 (%)		10,45				15,37		
Cultivos	Proteína bruta				Matéria mineral			
	1ºCiclo	2ºCiclo	3ºCiclo	Média	1ºCiclo	2ºCiclo	3ºCiclo	Média
APC	18,26cA	19,66cA	9,33cB	15,75c	13,31aA	10,96bB	4,81cC	9,69c
APD	26,27aA	23,68bB	10,51cC	20,15b	12,95aA	10,20cB	4,89cC	9,35c
A+C	22,01bA	23,4bA	14,09bB	19,83b	12,11bA	11,60aB	7,70bC	10,47b
C	22,48bB	26,58aA	24,06aB	24,37a	11,39cA	11,53aA	10,73aB	11,22a
Média	22,25A	23,33A	14,50B		12,44A	11,07B	7,03C	
CV1 (%)		6,11				5,26		
CV2 (%)		6,49				2,62		
Cultivos	Lignina							
	1ºCiclo	2ºCiclo	3ºCiclo	Média				
APC	4,09bAB	2,55bB	6,08aA	4,24c				
APD	5,39bA	2,79bB	4,85aAB	4,35c				
A+C	5,72bA	6,99aA	6,45aA	6,39b				
C	11,53aA	8,04aB	4,32aC	7,98a				
Média	6,68A	5,11B	5,43AB					
CV1 (%)			12,43					
CV2 (%)			25,12					

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Valores expressos em %. APC: aveia plantio convencional, APD: aveia plantio direto, A+C: aveia consorciada com cornichão, C: cornichão solteiro.

A hemicelulose foi crescente entre ciclos, comportamento esperado, já que no decorrer do desenvolvimento da planta e ao aumento no número de ciclos, os tecidos de sustentação (celulose, hemicelulose e lignina) aumentam sua proporção, no entanto nota-se que os teores

de lignina no cornichão decresceram entre cortes, podendo ser justificado pelo fato do cultivar estar se recuperando da cultura anterior (milho), estando associada ao desenvolvimento da planta que apresentava poucas folhas e mais colmo, baixa produção de MS para o primeiro corte. Para a interação notam-se no segundo ciclo, que a aveia cultivada em associação e o cornichão solteiro apresentaram menores teores se comparados com os obtidos nos demais cultivos solteiros da aveia, no entanto conforme Lacerda et al. (2006) obtiveram para planta inteira de aveia amarela UFRGS valores de lignina aos 45 dias de 7,7%, superior as médias obtidas neste ensaio (Tabela 10) para a aveia cultivada sob plantio convencional (4,24%), direto (4,35%) ou em associação com cornichão (6,39%).

Moreira et al. (2005) ao trabalharem com aveia preta e de genótipos de aveia amarela para produção de forragem, obtiveram valores inferiores aos obtidos neste trabalho para a variável hemicelulose na aveia preta sob plantio convencional (25,58%) e plantio direto (25,96%).

Os teores de proteína bruta diferiram ($P < 0,05$) entre ciclos, cultivos e para a interação dos fatores (Tabela 10), entre cultivos. Maiores teores de PB foram observados no cultivo do cornichão solteiro em comparação aos cultivos da aveia, pelo fato de ser uma leguminosa, o cornichão possui maior teor de proteína bruta se comparado com a aveia preta, no entanto os valores médios obtidos neste estudo foram superiores aos obtidos por Salerno e Tcacenco (1986), que encontraram valor de PB de 17,25% para o cornichão.

Os menores percentuais de PB observados nos ciclos finais da aveia podem ser explicados pelo estágio fisiológico dos cultivares no momento do corte, pois a qualidade da forragem diminui quando a planta está no estágio reprodutivo. Com relação ao cultivo consorciado da aveia com cornichão, observou-se incremento no teor de PB em comparação aos demais cultivos solteiros da aveia (Tabela 10). De maneira geral a presença de leguminosa promove melhoria nos níveis de proteína bruta da gramínea acompanhante, mesmo quando comparada à adubação nitrogenada (PEREIRA et al., 1990).

Na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (Tabela 11) obteve-se diferenças entre os cultivos, ciclos e interação dos fatores ($P < 0,05$). Entre cultivos, a digestibilidade *in vitro* da matéria seca foi superior para a aveia cultivada sob sistema de plantio direto no primeiro (86,46%) em comparação ao cultivo convencional da aveia (82,75%), no entanto a associação da aveia com o cornichão não resultou na melhora da digestibilidade da aveia no terceiro ciclo em comparação aos demais tratamentos (64,68%), provavelmente pelo fato de a aveia competir com a cultura em associação, no caso o cornichão, resultando em uma maior altura de dossel e redução da relação folha/colmo e maior participação da fração colmo.

Entre períodos as médias foram decrescentes do primeiro ao terceiro ciclo, estando relacionado com o aumento dos teores de constituintes de parede celular da planta. As leguminosas podem proporcionar aumentos na produção e melhorias na qualidade da massa de forragem do consórcio (SLEUGH et al., 2000; ALBAYRAK et al., 2011), aumentando a concentração de proteínas e a digestibilidade por causa da redução na concentração de fibras (FRASER e KUNELIUS, 1995) e as gramíneas normalmente possuem mais fibras que leguminosas, especialmente nas folhas.

Tabela 11 - Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (%) da aveia preta e do cornichão, cultivados solteiros ou associados. Marechal Cândido Rondon, junho a setembro de 2012.

Cultivos	Digestibilidade <i>in vitro</i> da MS			
	1ºCiclo	2ºCiclo	3ºCiclo	Média
APC	82,75abA	72,25bB	64,11bB	73,04
APD	86,46aA	73,85abB	70,84abB	77,05
A+C	75,54bA	75,23abA	64,68bB	71,82
C	74,37bA	82,95aA	77,78aA	78,37
Média	79,78A	76,07A	69,35B	
CV1 (%)		5,94		
CV2 (%)		5,93		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. APC: aveia plantio convencional, APD: aveia plantio direto, A+C: aveia cultivada com cornichão, C: cornichão solteiro.

3.4 Conclusão

O avanço do estágio vegetativo modifica a composição estrutural e nutricional da aveia tanto em cultivo solteira em sistema de plantio direto ou convencional quanto em associação com o cornichão.

O consórcio da aveia com o cornichão não resultou em alterações nas características estruturais da aveia.

O consórcio da aveia com o cornichão promove melhorias no valor nutricional da associação aveia + cornichão no final do ciclo da aveia.

3.5 Referências

ABREU, G.T.; SCHUCH, L.O.B.; MAIA, M.S.; ROSENTHAL, M.D.; BACCHI, S.; PEREIRA, E.; CANTARELLI, L.D. Produção de biomassa em consórcio de aveia branca (*Avena sativa* L.) e leguminosas forrageiras. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.11, n.1, p.19-24. 2005.

AITA, C; GIACOMINI, S.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, p.601-612, 2003.

ALBAYRAK, S.; TÜRK, M.; YÜKSEL, O.; YILMAZ, M. Forage Yield and the Quality of Perennial Legume Grass Mixtures under Rainfed Conditions. *Not Bot Hort Agrobot Cluj*. v.39. p.114-118. 2011.

ALEXANDRINO, E.; JÚNIOR, D.N.; REGAZZI, A.J.; MOSQUIM, P.R.; ROCHA, F.C.; SOUZA, D.P. Características Morfogênicas e Estruturais na Rebrotagem da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu Submetida a Três Doses de Nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1372-1379, 2004.

AMADO, T. J. C.; SANTI, A.; ACOSTA, J. A. A. 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**, v. 27, p.1085- 1096. 2003.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed., Virginia: Arlington. 1117p, 1990.

BEUSELINCK, P.R. **Trefoil: The science and technology of *Lotus***. 28 ed. Madison: CSSA, p.9. 1999.

BORTOLINI, C.G; SILVA, P.R.F; ARGENTA, G. Sistemas consorciados de aveia preta e ervilhaca comum como cobertura de solo e seus efeitos na cultura do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 24, n. 4, p. 897-903, 2000.

CASTAGNARA, D.D.; ZOZ, T.; KRUTZMANN, A.; UHLEIN, A.; MESQUITA, E.E.; NERES, M.A.; OLIVEIRA, P.S.R. Forage yield, structural characteristics and nitrogen use efficiency in tropical forages under nitrogen fertilizer. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1637-1648. 2010.

CORSI, M. Forragens de inverno. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J.C.; FARIA, V. P. **Confinamento de bovinos leiteiros**. Piracicaba: FEALQ. p.143-152. 1993.

DEMETRIO, J.V. **Rendimento de biomassa de genótipos de aveia submetidos a diferentes épocas de corte no sistema de integração lavoura pecuária**. 2009. Dissertação de (Mestrado Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Brasília, 1997. 212p. (Embrapa Solos. Documentos, 1), EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA

AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, Sistema Brasileiro de Classificação de solos, Brasília, 2006, p.412.

FEROLLA, F.S.; VÁSQUEZ, H.M.; SILVA, J.F.C.; VIANA, A.P.; DOMINGUES, F.N.; LISTA, F. Composição bromatológica e fracionamento de carboidratos e proteínas de aveia-preta e triticale sob corte e pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.197-204, 2008.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.

FLORES, J.P.C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L. C.; CARVALHO, P. C. F.; LEITE, J. G. D. B.; FRAGA, T. I. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.31, n.4, p.771-780, 2007.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**. Passo Fundo: UPF, 2004.

FRASER, J.; KUNELIUS, H.T. Herbage yield and composition of white clover/grass associations in Atlantic. Canada. **J. Agricola Science**. v. 125, p. 371-377, 1995.

GODOY, R.; BATISTA, L.A.R.; SANTOS, P.M.; SOUZA, F.H.D. Avaliação agronômica de linhagens selecionadas de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34 n.1. 2005.

GRISE, M.M.; CECATO, U.; MORAES, A.; CANTO, M.W.; MARTINS, E.N.; PELISSARI, A.; MIRA, R.T. Avaliação da Composição Química e da Digestibilidade *in vitro* da Mistura Aveia IAPAR 61 (*Avena strigosa* Schreb) + Ervilha Forrageira (*Pisum arvense* L.) em Diferentes Alturas sob Pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30 n. 3, Viçosa, 2001.

HEINRICHS, R.; FANCELLI, A.L. Influência do cultivo consorciado de aveia preta (*Avena strigosa* schieb.) e ervilhaca comum (*vicia sativa* l.) Na produção de fitomassa e no aporte de nitrogênio. **Scientia Agricola** v. 56, n. 1 Piracicaba. 1999.

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro matter digestibility for ten feeds. **Journal Dairy Science**. v. 2, p. 1791-1794,1999.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR. **Cartas Climáticas do Paraná**. 2006. Disponível em: <http://200.201.27.14/Site/Sma/Cartas_Climaticas/Classificação_Climaticas.htm>. Acesso em: 03/10/2013.

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAIR, H. (Eds.). **Integração lavoura pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. p.131-181. 2003.

KRUTZMANN, A.; CASTAGNARA, D.D.; UHEIN, A.; OLIVEIRA, P.S.R.; JUNIOR, A.C.G.; NERES, M.A.; MESQUITA, E.E. **Acúmulo de matéria seca, relação folha:colmo e número de perfilhos por plantas de *Panicum maximum* cvs. Mombaça e Aruana em**

diferentes épocas de corte. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 2008.

LACERDA, R.S.; GOMIDE, C.A.; FUKUSHIMA, R.S. et al. Lignin concentration in oat (*Avena byzantina* L.) aerial part as measured by analytical methods. **Brazilian Journal Reserch Animal Science**, São Paulo, v. 43, n. 3, p. 400-407, 2006.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. 1.ed. São Carlos: RIMA Artes e Textos, p. 531, 2000.

LOPES, M.L.T.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; SANTOS, D. T.; AGUINAGA, A. A. Q.; FLORES, J. P. C.; MORAES, A. de. Sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do manejo da altura em pastagem de aveia preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1499-1506, 2009.

LÓPEZ, J.; PRESTES, P.J.Q.; MAGALHÃES, E. A curva de crescimento e a composição em carboidratos solúveis, estruturais, lignina e proteína e a digestibilidade em cornichão. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Alarico, 1966. p. 851-887, 1965.

MARTINS, J.D.; DEBIASI, H.; MISSIO, E.L. Influência da densidade e velocidade de semeadura no crescimento da aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.), em semeadura direta. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 33-40, 2008.

MORAES, A. **Produtividade animal e dinâmica de um pasto de pangola (*Digitaria decumbens*) azevém (*Lolium multiflorum* Lam) e trevo branco (*Trifolium repens*). L., submetidas a diferentes pressões de pastejo.** 200p. Porto Alegre: Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1991.

MOREIRA, M.R.; PONCE, A.G.; DEL VALLE, C.E.; ROURA, S.I. Inhibitory parameters of essential oils to reduce a foodborne pathogen, **LWT**, 38, p.565-570, 2005.

MUNDSTOCK, C.M. Manejo para duplo propósito. In: MUNDSTOCK, C.M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo.** Porto Alegre. p. 207-210. 1999.

NERES, M.A.; CASTAGNARA, D.D.; OLIVEIRA, P.S.R.; OLIVEIRA, E.; JOBIM, C.C.; TRES, T.T.; MESQUITA, E.E. IPR 126 white oat forage potential under free growth, cutting and grazing at two management heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 4, p. 889-897, 2012.

OLIVEIRA, J.C.P., PAIM, N.R. Teste de progênies em linha de seleção materna de duas espécies do gênero *Lotus*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol. 3, p. 461-467. 1990.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CHINELLATO, A.; GODOY, R. Indicadores de determinação de cortes de cultivares de aveia forrageira. **Science Agricola**, v. 58, n. 1, p.79-89, 2001.

PEREIRA, B.A.S.; MENDONÇA, R.C.; FILGUEIRAS, T.C.; PAULA, J.E.; HERINGER, E.P. Levantamento florístico da Área de Proteção Ambiental (APA) da bacia do Rio São Bartolomeu. Brasília: **Sociedade Botânica do Brasil**, v.1, p.419-492. 1990.

REIS, J.C.L., COELHO, R.W., PRIMO, A.T. Caracterização e avaliação de germoplasma de forrageiras em terras baixas. Capão do Leão, RS: **EMBRAPA-CPATB**. p. 28, 1992.

ROCHA, M.G.; PEREIRA, L.E.T.; SCARAVELLI, L.F.B.; OLIVO, C.J.; AGNOLIN, C.A.; ZIECH, M.F. Produção e qualidade e de forragem da mistura de aveia e azevém sob dois métodos de estabelecimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 7-15, 2007.

SALERNO, A.R.; TCACENCO, F.A. **Características e técnicas de cultivo de forrageiras de estação fria no Vale do Itajaí e Litoral de Santa Catarina**. Florianópolis: EMPASC. p. 56, (Boletim técnico, 38), 1986.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Ed UFV, p. 235, 2006.

SILVA, F.B. **Qualidade nutricional da aveia sob corte, pastejo e feno com diferentes alturas de manejo**. Marechal Cândido Rondon: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2011. 66p. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2011.

SKONIESKI; F. R.; VIÉGAS; J.; BERMUDEZ; R. F.; NÖRNBERG; J. L.; ZIECH; M. F.; COSTA; O. A. D.; MEINERZ, G. R. Composição botânica e estrutural e valor nutricional de pastagens de azevém consorciadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40 n.3, Viçosa. 2011.

SLEUGH, B.; MOORE, K.J.; GEORGE, J.R.; BRUMMER E.C. Binary legume-grass mixtures improve forage yield, quality, and seasonal distribution. **Agronomy Journal**. p. 24–29. 2000.

SOSTER, M.T.B. **Caracterização morfofisiológica de genótipos de cornichão (*Lotus corniculatus* L.)**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2003. 106p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, 2003.

SOSTER, M.T.B.; SCHEFFER-BASSO, S.M.; DALL'AGNOL, M.; BRUSTOLIN, R.; FONTANELI, R.S. Caracterização agrônômica de genótipos de cornichão (*Lotus corniculatus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p. 1662-1671. 2004.

THOMSON, D.J.; BEEVER, D.R.; HAINES, M.J.; CAMMELL, S.B.; EVANS, R.T.; DHANOA, M.S.; AUSTIN, A.R. Yield and composition of milk from fries an cows grazing either perennial ryegrass or White clover in early lactation. **Journal Dairy Research**, v.52, p.17-31, 1985.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two stage technique for *in vitro* digestion of forages crops. **Journal of the British Grassland Society**, v.18, p.104-111, 1963.

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

VAN SOEST, P.J. et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.1, p.3583-3597, 1991.

VARGAS, L.; FLECK, N. G.; CUNHA, M. M. Efeito de herbicidas gramínicos, aplicados em pós-emergência, sobre aveia branca, aveia preta e trigo. **Planta Daninha**, v. 16, n. 1, p. 59-66, 1998.

4 PRODUTIVIDADE DO MILHO EM SUCESSÃO A ESPÉCIES FORRAGEIRAS DE INVERNO

Resumo: O estudo foi conduzido a campo com objetivo de avaliar as características estruturais, produtivas, trocas gasosas (IRGA) e índice SPAD do milho cultivado em sucessão à cultura de inverno no decorrer de dois anos de experimentação, onde no primeiro ano foi realizado o plantio do cultivar: CD 397 PRÓ da COODETEC e no segundo ano o Pioneer 30B39Hx. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições e os seguintes cultivos do milho sob sistema de plantio direto em sucessão as culturas forrageiras de inverno: aveia plantio convencional (APC), aveia plantio direto (APD), aveia consorciada com cornichão (A+C), cornichão solteiro (C), aveia consorciada com azevém com adubação nitrogenada (AAc/N) e aveia consorciada com azevém sem adubação nitrogenada (AAs/N). No primeiro ano experimental, maiores produtividades do milho foram obtidas quando cultivado em sucessão a aveia preta solteira sob sistema de plantio direto (5866 kg ha^{-1}), e produtividades inferiores obtidas em sucessão ao cornichão solteiro ($59,52 \text{ kg ha}^{-1}$) ou em associação com aveia preta ($1056,94 \text{ kg ha}^{-1}$), no entanto no segundo ano experimental as produtividades da aveia consorciada com cornichão ($4917,38 \text{ kg ha}^{-1}$) e cornichão solteiro ($5247,61 \text{ kg ha}^{-1}$) sendo superiores às obtidas no ano anterior, onde a maior produtividade foi obtida na aveia preta cultivada sob sistema de plantio convencional ($7955,47 \text{ kg ha}^{-1}$). Não foram observadas diferenças estatística para as características de trocas gasosas, no entanto significativas para o índice SPAD, onde obteve-se leituras médias superiores nos tratamentos onde o cornichão não foi cultivado, sendo o melhor resultado obtido quando a aveia foi cultivada sob sistema de plantio convencional, seguida pela aveia associada com azevém com adubação nitrogenada.

Palavras-chave: *Avena strigosa*, palhada residual, plantio direto, rendimento

PRODUCTIVITY OF CORN CROPS THE SUCCESSION IN WINTER FORAGE SPECIES

Abstract: The study was conducted in the field to evaluate the structural, production, gas exchange (IRGA) and SPAD index of corn planted over winter crop during two years of trial characteristics, where the first year was held planting cultivar: CD 397 PRO COODETEC the second year and the Pioneer 30B39Hx. The experimental design was a randomized complete block design with four replications and the following crops of corn under no-tillage system in succession winter forage crops: oats conventional tillage (APC), oats tillage (APD), intercropped with oats birdsfoot trefoil (A + C), single birdsfoot trefoil (C), intercropped with ryegrass to nitrogen fertilization (AAc / N) intercropped with ryegrass and nitrogen fertilization (AAs / N) oats oatmeal. In the first experimental year, higher corn yields were obtained when grown after single under tillage (5866 kg ha⁻¹) oat, and lower yields obtained in succession to single birdsfoot trefoil (59,52 kg ha⁻¹) or in association with oat (1056,94 kg ha⁻¹), however in the second experimental year the yield of intercropped oats with birdsfoot trefoil (4917,38 kg ha⁻¹) and single trefoil (5247,61 kg ha⁻¹) being higher than those achieved in the previous year, where the highest yield was obtained in oat grown under conventional tillage (7955,47 kg ha⁻¹). No statistical differences for gas exchange traits were observed, however significant for the SPAD index, where higher average readings obtained in treatments where the birdsfoot trefoil was not cultivated, the best result was obtained when the oats grown under plantation system conventional, followed by oats associated with ryegrass with nitrogen fertilization.

Keywords: *Avena strigosa*, residual stubble, tillage, yield

4.1 Introdução

A utilização da aveia preta (*Avena strigosa*) como espécie de cobertura de solo no inverno ocasiona imobilização do nitrogênio, que reduz o desenvolvimento da planta e o rendimento de grãos de milho cultivados em sucessão. Sendo assim, o consórcio de aveia preta com espécies leguminosas, tais como o cornichão (*Lotus corniculatus*) visa aumentar a disponibilidade de nitrogênio e o tempo de permanência de resíduos na superfície do solo revertendo o efeito negativo do cultivo solteiro da aveia preta.

Maior parte dos produtores de grãos da região Sul do Brasil adotam o sistema de semeadura direta, o qual não se realiza o preparo do solo na área de cultivo. Para assegurar a sustentabilidade, é fundamental associa-lo a um sistema de rotação e sucessão de culturas que produza uma adequada quantidade de resíduos culturais na superfície do solo (SILVA et al., 2007). Entre as vantagens da utilização de sistemas apropriados de rotação e de sucessão de culturas, destacam-se a estabilidade de rendimento de grãos, a quebra de ciclo de pragas e moléstias, a diminuição da infestação de plantas daninhas, a alternância na forma de extração de nutrientes com uso de espécies com diferentes sistemas radiculares e a manutenção ou melhoria das condições físicas do solo (REGO, 1994).

Pelo manejo adotado com o milho e por suas características fisiológicas, o cultivo pode ser muito beneficiado por um sistema adequado de rotação e sucessão de culturas, juntamente com a manutenção da cobertura do solo, ambas são fundamentais para obtenção do êxito no sistema de plantio direto. Neste contexto o cultivo do milho apresenta grande importância, não somente pela opção de rotação com a soja, que é a cultura de maior expressão no cultivo de verão, mas também pela sua produtividade e rendimento econômico.

De acordo com Bortolini et al. (2000), a introdução de leguminosa em consórcio com a aveia reduziu a necessidade de adubação nitrogenada para o cultivo do milho em sucessão.

A utilização da aveia preta como cobertura de solo no período invernal, fornecendo palhada em quantidade e qualidade para a função de cobertura e proteção do solo. Entretanto, sua relação C/N pode significar comprometimento da quantidade necessária de nitrogênio para o milho em sucessão, devido ao fenômeno da imobilização microbiana de nitrogênio no solo, contudo a consorciação com uma leguminosa torna-se uma alternativa para aumentar a disponibilidade de nitrogênio no solo, por possuírem capacidade de fixar nitrogênio atmosférico através da simbiose com bactérias específicas.

Por sua vez, a integração lavoura e pecuária, por meio de sistemas de produção de grãos e pastagem, constitui uma alternativa para recuperação de solos e de pastagens, além de proporcionar maior diversidade de produção e, por conseguinte, maior oportunidade de obtenção de reforços econômicos ao longo do tempo (MACEDO, 2001). Espera-se que, ao se empregar a tecnologia, melhorem as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo e diminua a ocorrência de pragas, de doenças e de plantas daninhas (FONTANELI et al., 2000).

Neste contexto, objetivou avaliar as características estruturais, produtivas, trocas gasosas e o índice SPAD do milho em sucessão aos cultivos da aveia preta, azevém e cornichão no período de outono e inverno.

4.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido a campo na Fazenda Experimental Professor Antonio Carlos dos Santos Pessoa pertencente à Universidade Estadual do Oeste Paraná – *Campus* de Marechal Cândido Rondon – PR, possuindo como coordenadas geográficas latitude de 24°19' S e longitude 54°01W, com altitude de 392 m. O clima local é classificado segundo Koppen como do tipo Cfa, subtropical com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões quentes. Os totais anuais médios normais de precipitação pluvial para a região variam de 1600 a 1800 mm, com trimestre mais úmido apresentando totais variando entre 400 a 500 mm e o trimestre mais seco variando entre 250 a 350 mm (IAPAR, 2006).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico (EMBRAPA, 2006) (Tabela 12).

Tabela 12 - Características químicas do solo da área experimental

P	MO	pH	Al+H	Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	Cu	Zn	Fe
mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	-----cmolc.dm ⁻³ -----			-----			%	-----mg dm ⁻³ -----			
28,87	23,95	5,05	7,7	0,29	1,5	4,37	2,03	8,66	13,88	55,33	5,5	2,02	23,54

Análises realizadas no Laboratório de química Agrícola e Ambiental da Unioeste, MCR.

Os dados climáticos do período experimental foram obtidos na estação climatológica automática da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, com 100 m de distância da área experimental (Figura 2), ilustrando as datas das semeaduras e colheitas, sendo realizada no primeiro ano a semeadura da aveia preta e do cornichão; semeadura do milho; colheita do milho; no segundo ano a semeadura da aveia; semeadura do milho e colheita do milho.

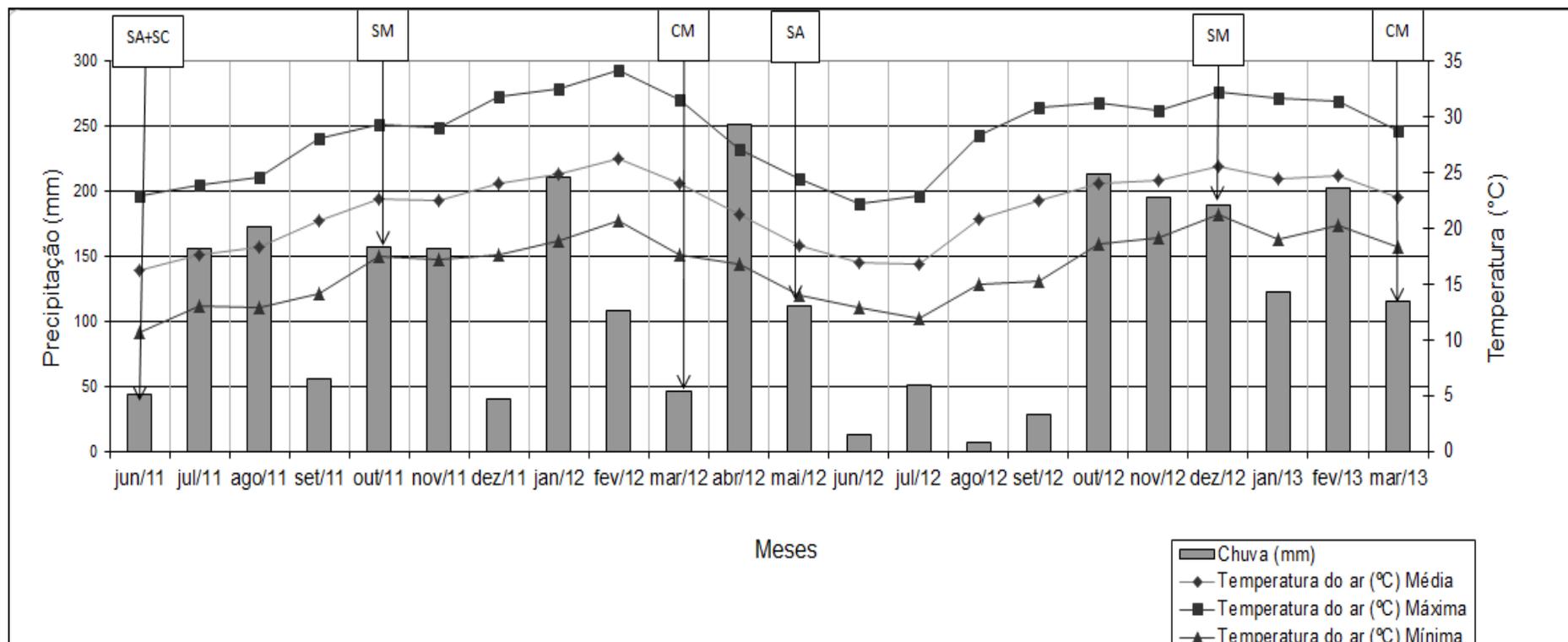


Figura 2. Temperaturas máxima, média, mínima e precipitação acumulada durante o todo o período experimental. SA+SC: semeadura da aveia e semeadura do cornichão; SM: semeadura do milho; CM: colheita do milho; SA: semeadura da aveia.

No primeiro ano do ensaio experimental, realizou-se o plantio do milho no dia 20 de outubro de 2011, onde o delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados com quatro repetições, sendo seis tratamentos com cultivo no milho em sucessão as seguintes culturas de inverno: aveia preta (*Avena strigosa* cv. Iapar 61) cultivada em plantio convencional (APC), aveia preta plantio direto (APD) e consorciada com cornichão (A+C) (*Lotus corniculatus* L. cv. São Gabriel) e cornichão solteiro (C), aveia preta consorciada com azevém (*Lolium multiflorum*) com adubação nitrogenada (AAc/N) e a aveia preta consorciada com azevém sem adubação nitrogenada (AAs/N).

A aveia preta e o cornichão foram semeados manualmente no dia 01/06/2011 com densidades de sementes de 70 kg ha⁻¹ de aveia e 8 kg ha⁻¹ de cornichão inoculadas com *Mesorhizobium loti* antes do plantio (garantia mínima de 1x10⁹ células viáveis/g), com espaçamento entre linhas de 0,17 m para o cultivo solteiro da aveia e para o cultivo consorciado, tanto com o cornichão, quanto para o azevém, sendo a semeadura realizada de forma alternada, destinando-se uma linha para a semeadura do cornichão ou do azevém e uma linha para a semeadura da aveia e a profundidade de plantio de 2 cm para ambos.

Com o término do ciclo de vida da aveia preta, no dia 10 de outubro de 2011, realizou-se a aplicação de 2,8 L ha⁻¹ de dessecante Glifosato nas áreas onde a aveia foi cultivada e realização de roçada na área do cornichão. O híbrido cultivado foi o CD 397 PRÓ da COODETEC, cada parcela possuía dimensões de 8x12 (96m²) realizando-se adubação inicial de 08-20-20, onde foram utilizados 396,69 kg ha⁻¹, adotando-se 0,70 m de espaçamento entre linhas e densidade de 60000 plantas por hectare.

A emergência das plantas ocorreu no dia 27/10/2011 com as avaliações realizadas no dia 23/03/2012 e a colheita dia 30/03/2012.

Antes da colheita do milho, dia 23/03/2012 realizou-se a colheita manual de espigas para avaliação das características de espiga, onde as mesmas foram coletadas de uma área útil total de 12 m² por tratamento. Posteriormente contabilizou-se o número de espigas coletadas e as características de espiga em dez espigas escolhidas aleatoriamente por tratamento, sendo avaliado o comprimento de espiga com auxílio de uma régua graduada, diâmetro de espiga utilizando paquímetro digital, número de fileiras de grãos e número de grãos por fileira por contagem manual.

Com o término das avaliações de espiga, efetuou-se a trilhagem para mensuração da produtividade do milho (ajustado para 13% de umidade) e massa de mil grãos, a qual foi obtida pelo peso médio de oito repetições contendo 100 grãos cada.

No segundo ano experimental, o delineamento adotado para as características de espiga, produção de palhada residual, trocas gasosas (IRGA) e para o Índice SPAD foi realizado sob blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições, sendo o milho cultivado em sucessão as seguintes culturas de inverno: aveia preta (*Avena strigosa* cv. Iapar 61) cultivada em plantio convencional (APC), aveia preta plantio direto (APD) e consorciada com cornichão (A+C) (*Lotus corniculatus* L. cv. São Gabriel) e cornichão solteiro (C), aveia preta consorciada com azevém (*Lolium multiflorum*) com adubação nitrogenada (AAc/N) e a aveia preta consorciada com azevém sem adubação nitrogenada (AAs/N).

Para as características estruturais do milho, adotou-se o delineamento em blocos casualizados com parcelas subdividas no tempo com quatro repetições, sendo alocados nas parcelas os cultivos antecessores ao milho: aveia preta (*Avena strigosa* cv. Iapar 61) cultivada em plantio convencional (APC), aveia preta plantio direto (APD) e consorciada com cornichão (A+C) (*Lotus corniculatus* L. cv. São Gabriel) e cornichão solteiro (C), aveia preta consorciada com azevém (*Lolium multiflorum*) com adubação nitrogenada (AAc/N) e a aveia preta consorciada com azevém sem adubação nitrogenada (AAs/N) e nas subparcelas as quatro avaliações estruturais (1º: 17/12/2012, 2º: 04/01/2013, 3º: 19/01/2013 e 4º: 25/02/2013).

A semeadura da aveia preta e do azevém foram realizadas mecanicamente com auxílio de semeadora tratorizada de fluxo contínuo no dia 03/05/2012, adotando-se densidade de sementes de 80 kg ha⁻¹ para aveia e 20 kg ha⁻¹ para o azevém, com espaçamento entre linhas de 0,17 m, aplicando-se 200 kg ha⁻¹ de super fosfato triplo para adubação, conforme análise solo e profundidade de plantio de 2 cm.

Antecedendo o plantio do milho coletou-se amostras de solo na profundidade de 10 cm, onde foram acomodados em sacos de polietileno e transferidos até o laboratório para posterior passagem por peneira de 2 mm e realização da análise de nitrogênio total segundo método descrito por AOAC para determinação do teor de nitrogênio total no solo.

No dia 07/11/2012 coletou-se material para determinação da produção de palhada residual, efetuado com auxílio de quadrado metálico com área conhecida de 0,25 m² lançada ao acaso quatro vezes em cada parcela. Após o lançamento todas as plantas contidas em seu interior foram cortadas rente ao solo com auxílio de cutelo e acondicionadas em sacos plásticos identificados.

Após condução ao laboratório de Nutrição Animal, as amostras foram pesadas e acondicionadas em estufa com ventilação forçada, sendo mantidas sob temperatura de 55°C por 72 horas para secagem. Após a secagem as amostras foram pesadas e a partir dos dados obtidos foi calculada a quantidade de palhada residual expressada em kg ha⁻¹.

Foi aplicado na área de cultivo da aveia preta 2,8 L ha⁻¹ de dessecante Glifosato antes do plantio do milho e realização de roçada na área de cultivo do cornichão, sendo o híbrido de milho utilizado o Pioneer 30B39Hx, cultivado sob sistema de plantio direto realizado sob a palhada das forrageiras de inverno, o plantio foi realizado mecanicamente com auxílio de semeadora tratorizada de fluxo contínuo no dia 05/12/2012, onde cada parcela possuía dimensões de 8x12 (96m²), adotando-se densidade de sementes de 60000 por hectare com espaçamento entre linhas de 0,7 m.

Após o plantio do milho, avaliaram-se as características estruturais do milho por 70 dias, totalizando quatro avaliações, onde se contabilizou a população de plantas por metro quadrado, o número de folhas por planta (10 plantas por parcela), altura de plantas (10 plantas por parcela), diâmetro de colmo (10 plantas por parcela), temperatura do ar e temperatura do solo (10 pontos por parcela).

No dia 22/02/2013 quando o milho encontrava-se no estágio fenológico R3 grão leitoso, foram realizadas as medições das trocas gasosas foliares (IRGA): F= fotossíntese ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); C= condutividade ($\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ Mpa}^{-1}$); DPV= déficit de pressão de vapor (kPa); EUA= eficiência do uso da água ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}/\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); EIUA= eficiência intrínseca do uso da água ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$). Utilizando-se IRGA modelo LI-6400 XT, na primeira folha madura oposta a espiga. As leituras foram realizadas entre as 9:00 e 11:00 horas, a campo sob condições de temperatura e concentração de CO₂ ambientes.

Antes da colheita do milho dia 03/03/2013 as 10:00 horas da manhã, foram feitas leituras do Índice SPAD do milho com auxílio do Clorofilômetro Digital (modelo SPAD-502), sendo mensurada na folha oposta a espiga em três pontos de uma única folha por planta (cinco plantas por parcela).

Antes da colheita do milho dia 17/03/2013, espigas foram colhidas manualmente de uma área útil de 12 m² em cada tratamento para avaliação das características de espiga. Posteriormente contabilizou-se o número de espigas coletadas e as características de espiga de dez espigas escolhidas aleatoriamente por tratamento, sendo avaliado o comprimento de espiga com auxílio de uma régua graduada, diâmetro de espiga utilizando paquímetro digital, número de fileiras de grãos e número de grãos por fileira por contagem manual.

Finalizando as avaliações de espiga, efetuou-se a trilhagem dia 19/03/2013 para obtenção dos dados de produtividade do milho (ajustado para 13% de umidade) e massa de mil grãos, a qual foi obtida pelo peso médio de oito repetições contendo 100 grãos cada.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística através do programa SISVAR (FERREIRA, 2008) e os tratamentos comparados pelo teste de médias de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4.3 Resultados e Discussão

4.3.1 Primeiro ano experimental

Verifica-se, na tabela 13, que houve efeito significativo dos cultivos sobre as características de espiga, com exceção da variável comprimento de espiga que não diferiu ($P > 0,05$). O número de espigas, diâmetro de espiga e o número de grãos por fileira e número de fileira de grãos foram superiores para o milho que não foi cultivado em sucessão ao cornichão solteiro ou em associação com aveia preta, em contrapartida, estudo conduzido por Lázaro et al. (2013) ao avaliarem a produtividade do milho cultivado em sucessão à adubação verde, concluíram que o diâmetro de espiga não foi afetado pelos cultivos, sendo justificado devido ao alto teor de matéria orgânica do solo onde foi conduzido o experimento. De acordo com Ohland et al. (2005), o comprimento e o diâmetro de espiga são características que determinam o potencial de produtividade da cultura do milho.

Por conseguinte, os valores de produtividade e massa de mil grãos para o milho variaram entre os tratamentos ($P < 0,05$), apresentando maior produtividade quando cultivado em sucessão a aveia preta sob sistema de plantio direto, e maior massa de mil grãos para os cultivos da aveia sob plantio convencional e quando consorciada com azevém, com ou sem adubação nitrogenada, consoante as demais características de espiga obtidas para estes cultivo. No entanto menores produtividades foram obtidas para o milho em sucessão ao cultivo solteiro do cornichão, concordando com os demais dados obtidos para as características de espiga.

Apesar disso, de acordo com Silva et al. (2007), sob baixa disponibilidade de nitrogênio no solo para a cultura do milho, as consorciações de uma gramínea com uma espécie da família das leguminosas no inverno, de forma geral, aumentam o rendimento de grãos de milho, em relação à sucessão à aveia preta em cultivo solteiro, sem reduzir a quantidade de resíduos culturais, no sistema de semeadura direta. Por outro lado, sob alta disponibilidade de nitrogênio no solo para a cultura do milho, os efeitos das espécies de cobertura do solo, no inverno, seja em cultivo solteiro ou em consórcio, sobre o milho cultivado em sucessão, são similares.

Apesar de ser observada diferença significativa entre os tratamentos com milho cultivado sobre a palhada dos diversos cultivos da aveia preta, observou-se de maneira geral redução do desempenho do milho quando cultivado em sucessão a leguminosa ($52,59 \text{ kg ha}^{-1}$), sendo o menos produtivo. Comportamento o qual pode ser explicado por Moraes et al. (2009) que ao estudarem o manejo de plantas de cobertura de solo no controle de plantas daninhas na cultura do milho, verificaram redução da altura do milho por efeito alelopático ocasionado pela cobertura de trevo-vesiculoso. Contudo, são necessários maior pesquisas nesta área.

Tabela 13 - Características de espiga do milho CD 397 PRÓ cultivado em sucessão as culturas de inverno. Marechal Cândido Rondon outubro de 2011 a março de 2012.

Cultivos	Número de espigas	Comprimento de espiga	Diâmetro de espiga	Número de fileiras de grãos	Número de grãos por fileira	Produtividade (kg ha^{-1})	Massa de mil grãos (g)
APC	45,00a	13,64	41,20a	15,00a	29,78a	4553,48b	26,52a
APD	48,40a	12,74	39,52a	14,94a	27,76a	5866,00a	16,42b
A+C	33,80b	10,86	30,08b	11,20b	16,10b	1056,94c	13,97bc
C	13,00c	10,36	25,66c	5,60c	5,70c	59,52c	11,64c
AAc/N	48,20a	14,88	40,00a	14,36ab	28,16a	5042,68ab	28,15a
AAs/N	49,10a	13,74	40,98a	14,54ab	29,76a	4435,26b	25,10a
CV1(%)	11,85	20,16	6,58	13,49	12,91	16,75	10,61

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. APC: aveia plantio convencional, APD: aveia plantio direto, A+C: aveia consorciada com cornichão, C: cornichão solteiro, AAc/N: aveia consorciada com azevém com adubação nitrogenada e AAs/N: aveia consorciada com azevém sem adubação nitrogenada.

4.3.2 Segundo ano experimental

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) sobre a produção de palhada residual (Tabela 14) entre os cultivos antecedentes ao plantio do milho. Como no inverno de 2012 houve pastejo das forrageiras, a quantidade de resíduo dos diversos cultivos da aveia preta que restaram sobre o solo para o plantio do milho foram semelhantes, onde produções superiores foram obtidas quando a aveia preta foi cultivada sob sistema de plantio direto, semelhantes aos obtidos pela aveia associada com cornichão, pelo cornichão solteiro e pela aveia associada com azevém sob adubação nitrogenada.

Para o cornichão solteiro, a quantidade de palhada residual estimada foi de $2939,87 \text{ kg ha}^{-1}$ e para aveia plantio direto, de $3221,56 \text{ kg ha}^{-1}$. O valor obtido para a aveia foram superiores ao obtidos por Assmann et al. (2003) para implantação do milho sob sistema de plantio direto, que foi de $2383,00 \text{ kg ha}^{-1}$.

Conforme Aita et al. (1994), as leguminosas se beneficiam da fixação simbiótica de nitrogênio, constituindo-se em componentes importantes na sucessão de culturas, favorecendo o desenvolvimento do milho. No entanto não foram observadas diferenças estatísticas nas porcentagens de nitrogênio no solo entre os cultivos ($P>0,05$).

Tabela 14 - Produção de palhada residual das culturas de inverno e porcentagem de nitrogênio total no solo. Marechal Cândido Rondon, novembro de 2012.

Cultivos	Produção de palhada residual (kg ha ⁻¹)	Nitrogênio Total (%)
APC	1464,61bc	0,117
APD	3221,56a	0,105
A+C	2448,63ab	0,142
C	2939,87a	0,145
AAc/N	2099,73abc	0,152
AAs/N	1250,04c	0,130
CV1 (%)	17,83	16,13

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. APC: aveia plantio convencional, APD: aveia plantio direto, A+C: aveia consorciada com cornichão, C: cornichão solteiro, AAc/N: aveia consorciada com azevém com adubação nitrogenada e AAs/N: aveia consorciada com azevém sem adubação nitrogenada.

Não foram observadas diferenças estatísticas ($P>0,05$) para as variáveis de fotossínteses (F), condutividade (C), concentração de CO₂ (Con CO₂), Transpiração, déficit de pressão de vapor (DPV), eficiência do uso da água (EUA) e a eficiência intrínseca do uso da água (EIUA) obtidas pelo IRGA, (Tabela 15).

A utilização do Clorofilômetro, para se estimar os teores de clorofila nas folhas, apresenta algumas vantagens, com relação ao método químico de análise de nitrogênio na folha, onde a leitura pode ser realizada em poucos minutos. O aparelho tem custo mínimo de manutenção, ao contrário de outros métodos que exigem compra sistemática de produtos químicos (PIEKIELEK e FOX 1992); não há necessidade de envio de amostras para laboratório, com economia de tempo e dinheiro; e podem ser realizadas quantas amostragens forem necessárias, sem implicar em destruição de folhas.

O índice SPAD (Tabela 15) diferiu significativamente entre os cultivos ($P<0,05$). Foram obtidas leituras médias superiores nos tratamentos onde o cornichão não foi cultivado, sendo o melhor resultado obtido quando a aveia foi cultivada sob sistema de plantio convencional, seguida pela aveia associada com azevém com adubação nitrogenada. O menor índice SPAD obtido para o cultivo do cornichão solteiro pode estar associado a deficiência de nitrogênio foliar, estando de acordo com Jakelaitis et al (2005) ao avaliarem os efeitos do nitrogênio sobre o milho cultivado em consórcio com *Brachiaria brizantha*, obtiveram

resultados lineares crescentes das leituras SPAD com o incremento da adubação nitrogenada em cobertura, refletindo tanto no aumento da produção de grãos de milho, quanto sobre os teores de nitrogênio e da tonalidade de cor verde das folhas medido pelo Clorofilômetro. Entretanto, no presente trabalho os valores das leituras SPAD foram utilizados apenas como parâmetros indicativos do estado nutricional das plantas.

Os maiores índices SPAD obtidos podem estar relacionados com os teores de clorofila na folha e teor de nitrogênio na planta (ARGENTA, 2001), a qual está associada à atividade fotossintética. Por estas vantagens e por estar correlacionada com rendimento de grãos, a determinação do índice SPAD pelo Clorofilômetro tem sido usada para prever a necessidade de adubação nitrogenada na cultura do milho (VARVEL et al., 1997; ARGENTA, 2001).

Tabela 15 - Trocas gasosas e Índice SPAD do milho Pioneer 30B39Hx cultivado em sucessão as culturas de inverno. Marechal Cândido Rondon, fevereiro a março de 2013.

Cultivos	F	C	Con CO ₂	Transpiração	DPV	EUA	EIUA	Índice SPAD
APC	20,18	0,16	146,64	3,79	2,43	5,37	135,23	56,64a
APD	22,16	0,17	141,75	4,11	2,37	5,41	130,97	52,60ab
A+C	23,46	0,21	167,86	4,57	2,22	5,09	113,22	43,65bc
C	24,16	0,21	154,93	4,66	2,27	5,22	120,63	40,76c
AAc/N	25,43	0,21	144,71	4,69	2,30	5,42	125,68	55,33a
AAs/N	23,16	0,18	136,36	4,35	2,41	5,41	132,63	48,63abc
CV1 (%)	15,34	24,12	17,63	12,86	8,41	7,19	12,32	8,26

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. APC: aveia plantio convencional, APD: aveia plantio direto, A+C: aveia consorciada com cornichão, C: cornichão solteiro, AAc/N: aveia consorciada com azevém com adubação nitrogenada e AAs/N: aveia consorciada com azevém sem adubação nitrogenada.

Índice SPAD= teor de clorofila na folha; F= fotossíntese ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); C= condutividade ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{Mpa}^{-1}$); DPV= déficit de pressão de vapor (kPa); EUA= eficiência do uso da água ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}/\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); EIUA= eficiência intrínseca do uso da água ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$).

Ao se estudar o comportamento das características estruturais da cultura do milho no decorrer de quatro avaliações (Tabela 16), verificou-se significância pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) para todas as variáveis analisadas.

A população média de plantas (Tabela 16) não foi afetada pelos tratamentos, sendo influenciada somente pelo avanço do tempo, constatando-se redução da população de plantas final. Para o número de folhas por planta, constatou-se interação significativa entre cultivos x avaliações, entre as médias dos cultivos e das avaliações. Com o decorrer das avaliações e o avanço do estágio vegetativo, o número de folhas tende a aumentar até a maturidade da planta. Entre os cultivos melhores resultados numéricos foram obtidos quando o milho foi cultivado sobre palhada residual da aveia preta cultivada sobre sistema de plantio convencional.

Tabela 16 - Características estruturais do milho Pioneer 30B39Hx cultivado em sucessão as culturas de inverno. Marechal Cândido Rondon, dezembro de 2012 a março de 2013.

Cultivos	População de plantas m ²				Média
	1 ^a Avaliação	2 ^a Avaliação	3 ^a Avaliação	4 ^a Avaliação	
APC	4,15	4,15	4,10	4,00	4,10
APD	4,30	4,30	4,05	4,05	4,28
A+C	4,75	4,25	4,25	4,25	4,37
C	4,50	4,25	4,25	4,25	4,31
AAc/N	4,50	4,25	4,00	4,00	4,18
AAs/N	4,50	4,25	4,25	4,00	4,18
Média	4,45A	4,20AB	4,15B	4,16B	
CV1 (%)					13,4
CV2 (%)					8,14
Cultivos	Número de folhas por planta				Média
	1 ^a Avaliação	2 ^a Avaliação	3 ^a Avaliação	4 ^a Avaliação	
APC	4,00a	7,75a	11,25a	13,5a	9,12a
APD	4,30a	7,50a	10,25ab	12,25bcd	8,57ab
A+C	4,00a	8,0a	10,25ab	12,75ab	8,75ab
C	4,00a	7,75a	10,0b	11,25d	8,25b
AAc/N	4,00a	7,75a	9,5b	12,5abc	8,43ab
AAs/N	4,00a	7,50a	9,25b	11,5cd	8,06b
Média	4,05D	7,70C	10,08B	12,29A	
CV1 (%)					7,97
CV2 (%)					6,11
Cultivos	Altura de plantas (cm)				Média
	1 ^a Avaliação	2 ^a Avaliação	3 ^a Avaliação	4 ^a Avaliação	
APC	3,88aC	24,17aC	107,25aB	179,25aA	78,64
APD	5,56aC	27,37aC	112,75aB	192,75aA	84,61
A+C	5,42aB	35,47aB	124,75aA	140,75aA	76,60
C	6,0aC	30,22aBC	87,25aAB	134,50aA	64,49
AAc/N	5,72aB	28,6aB	104,75aA	144,25aA	70,83
AAs/N	5,92aC	28,25aC	97,25aB	177,25aA	77,16
Média	5,42C	29,01C	105,66B	161,45A	
CV1 (%)					40,13
CV2 (%)					41,99
Cultivos	Diâmetro de colmo (mm)				Média
	1 ^a Avaliação	2 ^a Avaliação	3 ^a Avaliação	4 ^a Avaliação	
APC	4,18a	12,7a	17,23a	26,23a	15,06a
APD	4,19a	13,2a	16,74a	25,78a	14,98a
A+C	3,82a	12,31a	14,2b	22,74b	13,27b
C	3,94a	12,7a	16,16ab	22,34b	13,78ab
AAc/N	4,0a	12,13a	16,05ab	25,28a	14,37ab
AAs/N	4,34a	11,24a	15,97ab	25,76a	14,33ab
Média	4,08D	12,36C	16,06B	24,69A	
CV1 (%)					9,83
CV2 (%)					6,60

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. APC: aveia plantio convencional, APD: aveia plantio direto, A+C:

aveia consorciada com cornichão, C: cornichão solteiro, AAc/N: aveia consorciada com azevém com adubação nitrogenada e AAs/N: aveia consorciada com azevém sem adubação nitrogenada.

A altura de planta média entre cultivos não variou (Tabela 16), sendo influenciada pelo avanço do tempo entre as avaliações ($P < 0,05$), apresentando altura média na quarta avaliação de 1,61 m, estando de acordo com Carvalho et al. (2004), que, avaliando o desempenho do milho em sucessão a adubos verdes, concluíram que a altura de plantas de milho não foi influenciada pelos resíduos das culturas anteriores.

Para o diâmetro de colmo constatou-se interação significativa entre os cultivos x avaliações, constatando-se menores diâmetros de colmo na terceira e quarta avaliações quando o milho foi cultivado em sucessão ao cornichão solteiro ou em associação com aveia preta.

Conforme conclusões de Conte e Prezotto (2008), o diâmetro do colmo é influenciado pela cultura antecessora ao milho, onde colmo fino é uma característica indesejável, que associada a uma maior altura de plantas, facilita o quebramento e o acamamento.

Os resultados acima descritos podem ser explicados pelo desenvolvimento da cultura do milho, que no decorrer do tempo com a emissão de novas folhas e pelo crescimento vertical, aumenta-se a necessidade do engrossamento do diâmetro de colmo da planta para sua sustentação (MORAES et al., 2003)

Para a temperatura do solo (Tabela 17), pôde-se observar que na 3ª e 4ª avaliações (19/01/2013 e 25/02/2013), as temperaturas do solo foram reduzidas significativamente em comparação as temperaturas do ar obtidas no mesmo período, podendo estar relacionada ao maior número de folhas presentes na cultura do milho, resultando em um maior sombreamento da área.

Tabela 17 – Temperatura do ar e do solo da área de cultivo do milho Pioneer 30B39Hx cultivado em sucessão as culturas de inverno. Marechal Cândido Rondon, dezembro de 2012 a março de 2013.

Cultivos	Temperatura do ar (°C)				
	1ª Avaliação	2ª Avaliação	3ª Avaliação	4ª Avaliação	Média
APC	24,50	23,50	35,50	27,50	27,75
APD	24,50	23,50	35,50	27,50	27,75
A+C	24,50	23,50	35,50	27,50	27,75
C	24,50	23,50	35,50	27,50	27,75
AAc/N	24,50	23,50	35,50	27,50	27,75
AAs/N	24,50	23,50	35,50	27,50	27,75
Média	24,50	23,50	35,50	27,50	
Cultivos	Temperatura do solo (°C)				
	1ª Avaliação	2ª Avaliação	3ª Avaliação	4ª Avaliação	Média
APC	26,82aB	23,5cC	29,25bA	24,5abC	26,01b
APD	26,5aB	23,75bcC	29bA	24,62abC	26,01b
A+C	26,5aB	23,75bcC	29,5bA	24,37abC	26,01b
C	26,75aB	24abcD	29bA	25,5aC	26,31b
AAc/N	27,5aB	24,75abC	30abA	25abC	26,81a
AAs/N	27,5aB	25aC	31aA	24,12bC	26,90a
Média	26,92B	24,12D	29,62A	24,68C	
CV1 (%)			1,48		
CV2 (%)			2,20		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. APC: aveia plantio convencional, APD: aveia plantio direto, A+C: aveia consorciada com cornichão, C: cornichão solteiro, AAc/N: aveia consorciada com azevém com adubação nitrogenada e AAs/N: aveia consorciada com azevém sem adubação nitrogenada.

Verifica-se, na tabela 18, que houve efeito significativo dos cultivos sobre as características de espiga, com exceção da variável número de espiga e massa de mil grãos que não diferiu ($P > 0,05$). O comprimento de espigas e o número de grãos por fileira foram inferiores no milho cultivado em sucessão ao cornichão solteiro ou associado a aveia preta pelo fato, refletindo na produtividade do milho. De maneira geral no decorrer de dois anos de experimentação, pode-se observar que o milho cultivado em sucessão ao cornichão apresentou menor desempenho, principalmente com relação a produtividade e as características de espiga do primeiro ano. Podendo ser justificado por Moraes et al. (2009) que verificaram redução no desenvolvimento do milho, resultante do efeito alelopático pela cobertura de trevo-vesiculoso, assim como Ohno e Doolan (2001) em estudos prévios, sugeriram que a supressão da germinação e crescimento de culturas e plantas daninhas seja ocasionada pela presença de compostos fenólicos liberados no solo pelas leguminosas.

Para o diâmetro de espiga (Tabela 18), obteve-se menores valores para o milho cultivado em sucessão a aveia cultivada em associação com cornichão e para o cornichão

solteiro, semelhante aos resultados obtidos pela aveia cultivada sobre sistema de plantio direto e convencional, em contrapartida valores superiores foram obtidos para o milho cultivado em sucessão a aveia preta associada com azevém, com ou sem adubação nitrogenada se comparada com os cultivos do cornichão.

Os valores de produtividade para o milho (Tabela 18) variaram entre os tratamentos ($P < 0,05$) apresentando maior produtividade quando cultivado em sucessão ao cultivo solteiro da aveia preta em sistema de plantio convencional ($7955,47 \text{ kg ha}^{-1}$) e semelhante ao milho cultivado em sucessão a aveia preta associação com azevém com adubação nitrogenada ($7379,28 \text{ kg ha}^{-1}$), sendo superiores aos obtidos por Agostinetto et al., (2000) onde avaliaram o cultivo do milho em sucessão a espécies forrageiras para cobertura de solo, onde obtiveram produtividade de 4040 kg ha^{-1} .

A produtividade do milho em sucessão ao cultivo do cornichão solteiro ($5247,61 \text{ kg ha}^{-1}$) foi semelhante ao resultado obtido por Agostinetto et al., (2000) para a produtividade do milho em sucessão a ervilhaca (5681 kg ha^{-1}).

Tabela 18 - Características de espiga do milho Pioneer 30B39Hx cultivado em sucessão as culturas de inverno. Marechal Cândido Rondon, dezembro de 2012 a março de 2013.

Cultivos	Número de espigas	Comprimento de espiga	Diâmetro de espiga	Número de fileiras de grãos	Número de grãos por fileira	Produtividade (kg ha^{-1})	Massa de mil grãos (g)
APC	41,80	18,31a	51,68ab	16,77ab	36,40a	7955,47a	33,13
APD	41,40	17,45a	49,86ab	16,57ab	36,37a	7168,33abc	31,31
A+C	43,80	15,50b	49,04b	16,37ab	29,55b	4917,38c	32,60
C	48,00	16,01b	49,41b	16,03b	29,55b	5247,61bc	33,11
AAc/N	41,40	17,55a	51,90a	17,47a	34,77a	7379,28ab	33,53
AAAs/N	45,00	17,45a	51,70a	17,17ab	37,55a	6988,00abc	32,54
CVI (%)	10,16	3,38	2,07	3,65	4,35	17,87	6,31

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. APC: aveia plantio convencional, APD: aveia plantio direto, A+C: aveia consorciada com cornichão, C: cornichão solteiro, AAc/N: aveia consorciada com azevém com adubação nitrogenada e AAAs/N: aveia consorciada com azevém sem adubação nitrogenada.

4.4 Conclusão

Não foi verificado benefícios na produção de grãos do milho quando cultivado em sucessão ao cornichão, em contrapartida, melhores produtividades foram obtidas para o milho cultivado em sucessão a aveia preta sob sistema de plantio direto, convencional e quando consorciada com azevém com adubação nitrogenada.

As características estruturais do milho foram afetadas negativamente quando cultivado em sucessão aos tratamentos com cornichão.

Novos ensaios deverão ser realizados para caracterizar melhor o efeito supressor do cornichão sobre a cultura do milho.

4.5 Referências

AGOSTINETTO, D.; FERREIRA, F.; STOCH, G.; FERNANDES, F.; PINTO, J. Adaptação de espécies utilizadas para cobertura de solo no sul do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 6, n. 1, p. 47-52, 2000.

AITA, C.; CERETTA, C. A.; THOMAS, A. L.; PAVINATO, A.; BAYER, C. Espécies de inverno como fonte de nitrogênio para o milho no sistema de cultivo mínimo e feijão em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, n.1, p.101-108, 1994.

ARGENTA, G. Monitoramento do nível de nitrogênio na planta como indicador da adubação nitrogenada em milho. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

ASSMANN, T.S.; RONZELLI JR., P.; MORAES, A. et al. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.4, p.675-683, 2003.

CARVALHO, M. A. C. et al. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 1, p. 47-53, 2004.

CONTE, A. M. C.; PREZOTTO, A. Desempenho agrônomico do milho em sistema de adubação verde. **Agrarian**, Dourados, v. 1, n. 2, p. 35-44, 2008.

DWYER, L. M.; TOLLENAAR, M.; HOUWING, L. A nondestructive method to monitor leaf greenness in corn. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 71, n. 3, p. 505-509, 1991.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Brasília, 1997. 212p. (Embrapa Solos. Documentos, 1), EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, Sistema Brasileiro de Classificação de solos, Brasília, 2006, p.412.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.

FONTANELI, R. S; SANTOS, H. P. dos; AMBROSI, I.; IGNACZAK, J. C.; DENARDIN, J. E.; REIS, E. M.; VOSS, M. **Sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, sob plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa Trigo. p.84, (Embrapa Trigo. Circular Técnica, 6), 2000.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR. **Cartas Climáticas do Paraná**. 2006. Disponível em: <http://200.201.27.14/Site/Sma/Cartas_Climaticas/Classificação_Climaticas.htm>. Acesso em: 03/10/2013.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. Efeitos do nitrogênio sobre o milho cultivado em consórcio com *Brachiaria brizantha*. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, no.1, p.39-46, 2005.

LÁZARO, R.L.; COSTA, A.C.T.; SILVA, K.F.; SARTO, M.V.M.; JÚNIOR, J.B.D. Produtividade de milho cultivado em sucessão à adubação verde. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 10-17, jan./mar. 2013.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: alternativa para sustentabilidade da produção animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18, 2001, Piracicaba. **Anais....** Piracicaba: FEALQ, p. 257-283. 2001.

MORAES, P.V.D.; AGOSTINETTO, D.; VIGNOLO, K.G.; SANTOS, L.S.; PANOZZO, L.; NETO, D.D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P.A.; MANFRON, P.A.; MEDEIROS, S.L.P.; ROMANO, M.R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, p.63-77, 2003.

MORAES, P.V.D.; AGOSTINETTO, D.; VIGNOLO, G.K.; SANTOS, L.S.; PANOZZO, L.E. Manejo de plantas de cobertura no controle de plantas daninhas na cultura do milho. **Planta Daninha**, v.27, n.2, 289-296, 2009.

OHLAND, R. A. A. et al. Culturas de cobertura do solo e adubação no milho em plantio direto. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 538-544, 2005.

OHNO, T.; DOOLAN, K.L. Effects of red clover decomposition on phytotoxicity of wild mustard seedling growth. **Applied Soil Ecology**, v.16, n.2, p.187-192, 2001.

PIEKIELEK, W. P.; FOX, R. H. Use of a chlorophyll meter to predict side dress nitrogen requirements for maize. **Agronomy Journal**, Madison, v. 84, n. 1, p. 59-65, 1992.

REGO, P.G. Economia das rotações de culturas em plantio direto. **Revista Mensal Batavo**. Fundação ABC, ed.31, p.20-28, 1994.

SILVA, A.A.; SILVA, P.R.F.; SUHRE, E.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M.L.; RAMB, L. Sistemas de coberturas de solo no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos do milho em sucessão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.4, p.928-935, 2007.

VARVEL, G.E.; SCHEPERS, J.S. & FRANCIS, D.D. Ability for in-season correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meter. **Soil Science Society**, v. 61, p.233-239, 1997.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Condizente com os resultados obtidos a associação da aveia preta com cornichão no final do ciclo de pastejo da aveia proporciona incremento no valor nutricional da pastagem.

O estudo da associação gramínea leguminosa desperta grande interesse, especialmente pela fixação biológica de nitrogênio realizada pela leguminosa e pela redução/inibição do desenvolvimento da cultura de milho cultivada em sucessão ao cornichão, podendo estar associado a algum efeito alelopático, carecendo de mais pesquisas acerca do assunto.