

## Energia a partir da biomassa residual de aveia branca em função de métodos de preparo do solo e níveis de adubação.

**Letícia de Pierri<sup>(1)</sup>; Volnei Pauletti<sup>(2)</sup>; Gabriel Barth<sup>(3)</sup>; Antônio Carlos Vargas Motta<sup>(2)</sup>; Dimas Agostinho da Silva<sup>(4)</sup>; Thiago Ranzan<sup>(1)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Estudante de Pós Graduação em Ciência do Solo; Universidade Federal do Paraná (UFPR); Curitiba, Paraná; lepietri@ufpr.br, thiagoranzan@gmail.com; <sup>(2)</sup> Professor Doutor, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola; UFPR; vpauletti@ufpr.br, mottaacv@ufpr.br; <sup>(3)</sup> Doutor; Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária; Castro, Paraná; gabrielbarth@fundacaoabc.org.br; <sup>(4)</sup> Professor Doutor; Departamento de Engenharia Florestal; UFPR; dimass@ufpr.br.

**RESUMO:** A demanda cada vez maior por fontes renováveis de energia leva à busca de alternativas, como o uso de biomassa residual agrícola. Os Campos Gerais do Paraná apresentam grande potencial agrícola, tanto na produção de culturas de verão como de inverno, como é o caso da aveia branca. O manejo do solo, incluindo métodos de preparo e práticas de adubação, podem potencializar a produção de grãos e de biomassa residual, promovendo, assim, incrementos no potencial energético desses resíduos. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes métodos de preparo do solo e níveis de adubação após 24 anos de manejo na produtividade de grãos e no potencial energético da biomassa residual da aveia branca. Um experimento de longa duração foi conduzido em Ponta Grossa, em delineamento de blocos ao acaso em esquema "split-block", contando com quatro métodos de preparo do solo (plantio direto, preparo convencional, preparo mínimo e plantio direto escarificado) e dois níveis de adubação (normal e reduzido), com três repetições. A aveia branca cultivada na safra de 2012 foi quantificada quanto à produtividade de grãos (PG) e matéria seca da biomassa residual (MS), além de determinados o poder calorífico superior (PCS) da biomassa e a produção de energia gerada. Os métodos de preparo conservacionistas e a adubação normalmente recomendada com base na necessidade das culturas promoveram maiores PG, MS e energia, e não influenciaram no PCS. A MS da aveia apresenta grande potencial como matéria prima na co-geração de energia.

**Termos de indexação:** *Avena sativa* L., bioenergia, resíduo agrícola.

### INTRODUÇÃO

Na busca por fontes energéticas renováveis, aponta-se para a utilização da biomassa residual agrícola na co-geração de energia, ou seja, para a produção de energia térmica e elétrica

simultaneamente. A região dos Campos Gerais do Paraná é polo de produção agrícola, com destaque para a produção de grãos por culturas de verão e inverno, como é o caso da aveia branca. Essas espécies geram quantidades significativas de biomassa residual, que podem ser destinadas tanto para o sistema plantio direto quanto para a produção de energia através da combustão direta da palha.

Os sistemas de manejo do solo, incluindo os métodos de preparo e as práticas de adubação, atuam distintamente sobre as características químicas, físicas e biológicas do mesmo (Falleiro et al., 2003). Assim, esses sistemas influenciam no potencial energético da biomassa residual, tanto em função da produtividade quanto em função da composição química da planta, o que afeta diretamente o PCS dos resíduos (Demirbas & Demirbas, 2004). Aliado a isso, os sistemas de manejo também alteram a fertilidade do solo e a produtividade das culturas em longo prazo. Pesquisas divergem quanto às melhorias no rendimento de grãos das culturas influenciadas pelo manejo do solo, havendo relatos de não influência (Pauletti et al., 2003), da superioridade do plantio direto (Costa et al., 2003), ou ainda, da maior produtividade nos sistemas com revolvimento do solo (Chen et al., 2011).

Com base nisto, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar a influência de diferentes métodos de preparo do solo e níveis de adubação, após 24 anos de manejo, na produtividade de grãos e no potencial energético da biomassa residual da aveia branca.

### MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento de longa duração foi implantado na Estação Experimental da Fundação ABC para Pesquisa e Divulgação Técnica Agropecuária, no município de Ponta Grossa – PR, iniciando-se no ano de 1989, sobre um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (EMBRAPA, 2006). A área experimental está inserida em uma região de clima temperado (Cfb, segundo a classificação de Köppen),

apresentando relevo suave ondulado. O sistema de rotação de culturas adotado ao longo de todo o experimento pode ser encontrado em Barth & Pauletti (2012).

Avaliaram-se oito tratamentos, resultantes da combinação de dois fatores, sendo quatro métodos de preparo do solo (plantio convencional com uma aração e duas gradagens leves – PC, preparo mínimo com uma gradagem média e uma gradagem leve – PM, plantio direto com semeadura sem preparo de solo – PD, e plantio direto com uma escarificação a cada três anos, realizada no inverno - PDE) e dois níveis de adubação (nível normal - adubação baseada na recomendação de pesquisa local - e nível reduzido - somente a adubação nitrogenada de cobertura nas culturas de milho, trigo e aveia branca). Os tratamentos foram organizados em esquema “split-block” em delineamento de blocos ao acaso, com três repetições e em parcelas de 104,12 m<sup>2</sup>.

No ponto de maturidade fisiológica, foram coletadas sete linhas de 7 m da aveia branca cultivada na safra de inverno de 2012, onde procedeu-se a separação da biomassa residual (colmos e folhas) e dos grãos, com posterior correção da umidade para 13% e determinação da produtividade. Realizou-se ainda a coleta da biomassa residual que não foi colhida pela máquina, colhendo-se o remanescente das plantas em três linhas de 0,5 m, cortando-se as plantas logo acima do primeiro nó visível acima do solo. As amostras foram então secas em estufa a 60°C e pesadas, com posterior determinação da produtividade de biomassa residual total (colhida + remanescente), sendo os dados extrapolados para hectare.

Para a determinação do PCS da biomassa residual, as amostras foram moídas em moinho de facas modelo Willye e analisadas em um calorímetro adiabático modelo IKA-WERKE® C5000, segundo a NBR 8633 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1984). A conversão dos valores de PCS (cuja unidade é dada em kcal kg<sup>-1</sup> de matéria seca) para quilowatt-hora (kWh) foi realizada considerando-se que 860 kcal equivalem a 1 kWh, segundo dados do Balanço Energético Nacional (EPE, 2011). Posteriormente, considerou-se uma eficiência média de caldeiras de 20% (Nogueira & Lora, 2003) para o cálculo da produção de energia por hectare.

Todos os dados foram avaliados quanto à homogeneidade pelo teste de Bartlett e submetidos à análise de variância (ANOVA), onde, em caso de significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as variáveis analisadas não houve interação entre os fatores, portanto os resultados aqui discutidos consideram a influência isolada de cada fator.

O PD proporcionou as maiores produtividades de MS em relação ao PC e ao PM, que produziram aproximadamente 25 e 20% menos, respectivamente, não diferindo estatisticamente do PDE (**Figura 1a**). Resultados semelhantes são observados para a PG, onde os métodos de preparo com maior revolvimento do solo foram os que levaram às menores produtividades (**Figura 1a**). Estes resultados são concordantes com Costa et al. (2003), que obtiveram rendimentos de milho e soja 22 e 42% maiores no PD em relação ao PC, respectivamente, em um experimento de 21 anos em Guarapuava. Os autores atribuem essa resposta à melhoria das condições físicas do solo proporcionadas pelo PD; contudo, Moody et al. (1961) afirmam ainda que o não revolvimento da camada arável leva a uma decomposição mais lenta e gradual do material orgânico, tendo como resultado a melhoria das condições gerais do solo, que irão repercutir em sua fertilidade e na produtividade das culturas, tanto de grãos quanto de matéria seca total de biomassa.

A produção de energia acompanhou a produção de MS, sendo que as maiores quantidades de energia também foram obtidas nos métodos PD e PDE, sendo estes iguais entre si, e, ambos diferindo do PM e PC, também com médias estatisticamente iguais (**Figura 1b**). Nesse caso, observa-se que esse resultado ocorreu em função exclusiva da quantidade de biomassa produzida, pois o cálculo da produção de energia leva em consideração a quantidade de MS e a quantidade de energia por kg de matéria seca, já que não se observou diferença estatística significativa para o PCS em função dos métodos de preparo (**Figura 1b**). Dessa maneira, os preparos do solo com menor revolvimento (PD e PDE) potencializam a produção de energia pelo efeito na quantidade de biomassa produzida, sem atuar na qualidade energética do mesmo (que se traduz no PCS).

Houve influência do nível de adubação utilizado por 24 anos consecutivos em todos os parâmetros avaliados, com exceção ao PCS. A adubação normal recomendada para as culturas proporcionou as maiores produtividades de grãos e de MS (**Figura 1c**), além de promover uma produção de energia por área 2,4 vezes maior em relação ao nível reduzido (**Figura 1d**). Novamente, esse fato deve-se à contribuição do efeito sobre a produtividade de biomassa residual já que o PCS do resíduo não variou em função da adubação. Esse resultado não era esperado, pois como a adubação em longo prazo atua de formas distintas sobre as características químicas

do solo, esperava-se que a disponibilidade dos nutrientes no sistema fosse afetada, contribuindo para variações na composição química das plantas, conforme relatado por Andrioli et al. (2008) em relação ao nitrogênio (N) na cultura do milho. Os autores relataram diferenças entre os teores de N tanto nos grãos quanto na matéria seca total do milho submetido aos sistemas PC e PD, com diversas culturas antecessoras e doses de N. Dessa maneira, como afirma Demirbas & Demirbas (2004), materiais lignocelulósicos com composições químicas diferentes apresentam PCS distintos, pois quanto maiores os teores de carbono (C) e hidrogênio (H) e menores os teores de N, oxigênio (O) e cinzas encontrados pelos autores, maiores eram os valores de PCS.

Se considerarmos a produção de energia máxima obtida no sistema PDE (1373 kWh ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), um consumo residencial médio mensal de 154 kWh mês<sup>-1</sup> (EPE, 2013) e a retirada de apenas 30% da palhada para a produção de energia (considerando a necessidade de reposição de palhada para o sistema plantio direto), dez hectares de aveia branca poderiam suprir a demanda energética de 2,2 casas durante um ano, através da combustão de sua biomassa residual. Esse resultado, portanto, demonstra o grande potencial de exploração deste resíduo agrícola como matéria prima para produção de energia renovável.

### CONCLUSÕES

Métodos de preparo com nenhum (PD) ou pouco (PDE) revolvimento do solo e a adubação proporcionam maiores produtividades de MS e de grãos de aveia branca, assim como de energia por unidade de área.

O PCS da biomassa residual de aveia branca não é influenciado pelo método de preparo do solo e pela adubação.

A MS de aveia branca apresenta grande potencial como matéria prima na co-geração de energia.

### AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Capes pelo financiamento desta pesquisa e à Fundação ABC pelo auxílio no experimento.

### REFERÊNCIAS

ANDRIOLI, I.; BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F.; ANDRIOLI, F.F. & COUTINHO, E.L.M. Produção de milho em plantio direto com adubação nitrogenada e cobertura do solo na pré-safra. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:1691-1698, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8633: Carvão vegetal: determinação do poder calorífico, 1984.

BARTH, G. & PAULETTI, V. Produção Acumulada de Grãos em Função de Diferentes Sistemas de Manejo do Solo e Níveis de Adubação em Experimento de Longa Duração na Região dos Campos Gerais (PR). In: XIX REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, Lajes. Anais. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012.

CHEN, Y.; LIU, S.; LI, H.; LI, X.F.; SONG, C.Y.; CRUSE, R.M. & ZHANG, X.Y. Effects of conservation tillage on corn and soybean yield in the humid continental climate region of Northeast China. *Soil & Tillage Research*, 115-116:56-61, 2011.

COSTA, F.S.; ALBUQUERQUE, J.A.; BAYER, C.; FONTOURA, S.M.V. & WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27:527-535, 2003.

DEMIRBAS, A. & DEMIRBAS, H.A. Estimating the calorific values of lignocellulosic fuels. *Journal of Energy Exploration & Exploitation*, 22: 105-111, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. Balanço Energético Nacional 2011 – Ano base 2010: Resultados Preliminares. Rio de Janeiro, 49 p.: 18 il., 2011.

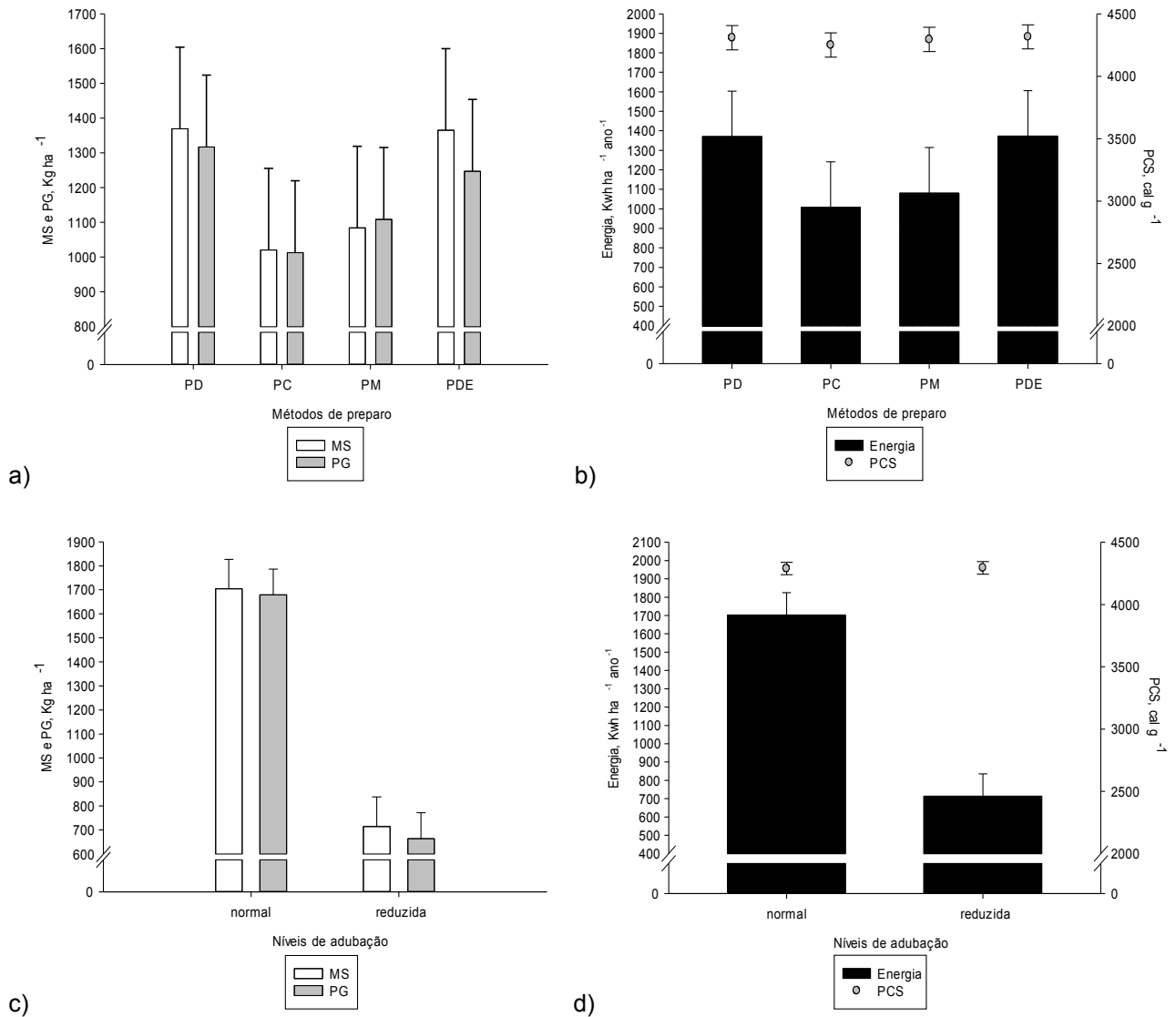
EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. Demanda de Energia Elétrica - 10 anos. Disponível em <[http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/2011\\_0222\\_2.pdf](http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/2011_0222_2.pdf)>. Acesso em 29 Abr. 2013.

FALLEIRO, R.M.; SOUZA, C.M.; SILVA, C.S.W.; SEDIYAMA, C.S.; SILVA, A.A. & FAGUNDES, J.L. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27:1097-1104, 2003.

MOODY, J.E.; SHER, G.M. & JONES JUNIOR, J.N. Growing corn without tillage. *Soil Science Society of America Proceedings*, 6:516-517, 1961.

NOGUEIRA, L.A.H. & LORA, E.E.S. Dendroenergia: fundamentos e aplicações. 2.ed. Rio de Janeiro, Interciência, 2003. 199p.

PAULETTI, V.; LIMA, M.R.; BARCIK, C. & BITTENCOURT, A. Rendimento de grãos de milho e soja em uma sucessão cultural de oito anos sob diferentes sistemas de manejo de solo e de culturas. *Ciência Rural*, 33:491-495, 2003.



**Figura 1** – Matéria seca da biomassa residual (MS), produtividade de grãos (PG), poder calorífico superior (PCS) e produção de energia de *Avena sativa* L. em experimento de longa duração com quatro métodos de preparo do solo (a e b) e dois níveis de adubação (c e d), no município de Ponta Grossa (PR), safra 2012. Médias de três repetições.