

7º Congresso Florestal Nacional

Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais

Conhecimento e Inovação

Artigos Comunicações

Vila Real / Bragança
5 - 8 Junho 2013

ORGANIZAÇÃO



7º Congresso Florestal Nacional

Conhecimento e Inovação

Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais

Artigos / Comunicações

Vila Real e Bragança

5 – 8 Junho 2013

ORGANIZAÇÃO



Ficha técnica

7 Congresso Florestal Nacional

Artigos / Comunicações

CD

Editores: João Bento, José Lousada, Maria do Sameiro Patrício

Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais

Vila Real e Bragança, Portugal.

Junho 2013

ISBN: 978-972-99656-2-3

Esta edição foi patrocinada pelo

Programa – Fundo de Apoio à Comunidade Científica/FCT

FCT

Fundação para a Ciência e a Tecnologia

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

Divulgação



Produção potencial de biomassa em culturas energéticas lenhosas no Norte de Portugal

Maria S. Patrício^{1*}, Luís Nunes¹, Ângelo D. Saraiva² e João C. Azevedo¹

1: Centro de Investigação de Montanha (CIMO), ESA - Instituto Politécnico de Bragança, Campus de St^a Apolónia, Apartado 1172, 5301-854 Bragança, Portugal

2: ESA - Instituto Politécnico de Bragança, Campus de St^a Apolónia, Apartado 1172, 5301-854 Bragança, Portugal

e-mail: {Maria S. Patrício}, e-mail: sampat@ipb.pt

Resumo: Existem cada vez mais evidências de que as emissões dos chamados gases de efeito de estufa (GEE), dos quais o CO₂ é o principal, estão a alterar o clima global. O Governo Português, alinhado com a Comissão Europeia, tem por objetivo reduzir 20 % nas emissões nacionais de CO₂, aos níveis de 1990, no horizonte 2020. As culturas energéticas são encaradas como fundamentais no processo de redução dos GEE e consequente diminuição da dependência de fontes energéticas externas. A utilização de espécies florestais exploradas em talhadia em curtas rotações (CLCR), como o choupo e o salgueiro, produzem emissões líquidas de CO₂ muito baixas podendo ajudar a atingir estes objetivos. Em 2007, no âmbito do projeto de investigação PTDC/AGR-CFL/64500/2006, foi instalada uma plantação (CLCR) em Bragança, Trás-os-Montes. A cultura foi instalada numa área de 4 ha com as seguintes espécies: salgueiro (híbrido local *Salix alba* x *Salix fragilis* e um clone de salgueiro sueco *Salix. L.*, Terra Nova), choupo (*Populus nigra* e *Populus x euroamericana*, clone I-214) e freixo (*Fraxinus angustifolia*). A plantação foi efetuada por estacaria direta em dupla linha com densidades que variaram das 15000 às 20000 estacas por hectare para o salgueiro e 10000 a 15000 estacas por hectare para o choupo e o freixo. A rolagem foi feita no ano seguinte ao da plantação com o objetivo de fomentar um rebentamento vigoroso da talhadia. Avaliou-se a produção potencial em biomassa e carbono sequestrado ao 3º ano da primeira rotação. Os clones de choupo e salgueiro apresentaram maior crescimento, maior produção de biomassa e, consequentemente, maior armazenamento de carbono do que as respetivas espécies locais. A produção de biomassa potencial nestas condições variou entre 889.8 kg ha⁻¹ e 5076.8 kg ha⁻¹ para o freixo e o choupo I-214, respetivamente.

Palavras-chave: Culturas lenhosas de curta rotação, produtividade, biomassa para energia

Abstract: There are more and more evidences that the emissions of Greenhouse Gases (GHG), from which the CO₂ is the most responsible, are changing the global climate. The Portuguese government, in line with the European Commission, aims to reduce 20% of national emissions of CO₂, on 1990 levels, by 2020. Dedicated energy crops are seen as fundamental in the process of GHG reduction and consequent decrease of dependence on external energy sources. Short rotation woody crops (SRWC) using poplar or willow, as they produce very low net CO₂ emissions, can help to achieve these goals. In 2007, in the framework of the research project PTDC/AGR-CFL/64500/2006, a SRWC crop was established in Bragança, Trás-os-Montes. The crop was installed in a 4 ha area using willow (local hybrid *Salix alba* x *Salix fragilis* and a Swedish *Salix. L.* clone, Terra Nova), poplar (local *Populus nigra* and *Populus x euroamericana*, clone I-214) and ash (*Fraxinus angustifolia*). The crop was planted by simply pushing cuttings using a double row design with densities ranging from 15000 to 20000 cuttings per hectare for willow and 10000 to 15000 cuttings per hectare for poplar and ash. The cut back was done one growing season after plantation to encourage the coppice to produce more shoots. The potential biomass production and carbon storage were assessed at the end of the 3rd year of the 1st cutting cycle. Poplar and willow clones presented higher growth, higher biomass production and, consequently, higher carbon storage than their native counterparts. The potential biomass production ranged from 889.8 kg ha⁻¹ to 5076.8 kg ha⁻¹ for ash and poplar I-214, respectively.

Keywords: Short rotation woody crops, yield, biomass for energy

1. INTRODUÇÃO

Existe um consenso alargado em torno do efeito das emissões dos chamados gases de efeito de estufa (GEE), entre os quais o CO₂ é o principal, nas alterações do clima à escala global. Numa estratégia de combate às alterações climáticas, o Governo Português, alinhado com a Comissão Europeia, tem por objetivo reduzir em 20 % as emissões nacionais de CO₂, aos níveis de 1990, no horizonte 2020.

A Estratégia Nacional para a Energia (ENE 2020), aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 29/2010, de 15 de Abril, assume a importância da biomassa florestal para o País. Na sequência, a Resolução do Conselho de Ministros n.º 81/2010 de 3 de Novembro, em linha com a estratégia nacional para as florestas (ENF, 2006), aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 114/2006 de 15 de Setembro, aprova um conjunto de medidas que visam o incentivo à produção de biomassa em Portugal, sem prejuízo do aproveitamento da biomassa oriunda de outras fontes endógenas, tais como os combustíveis derivados de resíduos. Dando desenvolvimento a estas medidas, o Decreto-Lei n.º 5/2011 de 10 de Janeiro, estabelece as medidas destinadas a promover a produção e o aproveitamento de biomassa, para garantir o abastecimento das centrais dedicadas de biomassa florestal e fixa um incentivo à venda da eletricidade associado ao cumprimento dessas medidas. Os prazos de acesso a este incentivo foram inclusivamente alargados pelo Decreto-Lei n.º 179/2012 de 3 de Agosto.

O Decreto-Lei n.º 5/2011 impõe deveres aos promotores de centrais dedicadas a biomassa florestal, entre eles a necessidade de apresentar um plano de ação para 10 anos visando a sustentabilidade a prazo do aprovisionamento das centrais. Esse plano deve contemplar medidas de promoção de fontes de biomassa florestal que permitam atingir, no prazo de 10 anos, 30 % do abastecimento das necessidades das centrais, incluindo, nomeadamente, biomassa florestal residual, agrícola e agro-industrial, biomassa oriunda de resíduos e a instalação de culturas energéticas dedicadas. O D-L n.º 5/2011 refere-se a culturas energéticas como sendo culturas florestais de rápido crescimento, cuja produção e despectiva silvicultura preveja rotações inferiores ou iguais a seis anos e cuja transformação industrial seja dedicada à produção de energia elétrica ou térmica. Espécies florestais exploradas em talhadia de curtas rotações (CLCR), como o choupo e o salgueiro, produzem emissões líquidas de CO₂ muito baixas e são uma fonte de energia renovável, podendo ajudar a atingir os objetivos de redução quer no que respeita a emissões, quer da dependência energética e financeira nacional.

As culturas energéticas dedicadas de biomassa lenhosa em Portugal são raras e de âmbito experimental. É necessário produzir conhecimento no que diz respeito às técnicas de instalação, manutenção e colheita, ao material vegetal a utilizar, à gestão da água, entre outros aspetos, que permita avaliar as potencialidades de expansão destas culturas a curto prazo. Dada a necessidade de produzir conhecimento sobre estes sistemas, foi instalado um ensaio experimental com culturas lenhosas de curta rotação (CLCR) no Norte de Portugal, no âmbito do projeto de investigação PTDC/AGR-CFL/64500/2006. O projeto incluiu seis tarefas: (1) sistemas de produção de biomassa, (2) efeitos ambientais das CLCR, (3) ciclo do carbono, (4) conteúdo energético de combustíveis lenhosos, (5) potencial regional de produção de biomassa e de energia e (6) análise

do ciclo de vida e sustentabilidade. Neste trabalho, apresentam-se os resultados da avaliação da produção potencial em biomassa e carbono sequestrado no final do 3º ano da primeira rotação da CLCR.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O ensaio experimental foi instalado numa quinta privada localizada em Bragança, Região de Trás-os-Montes, no Norte de Portugal (41°48'57" N, 6°44'54" W e 620 m de altitude). A precipitação anual é de 741.1 mm com um máximo de 105.4 mm ocorrido em Janeiro e mínimo de 14.4 mm ocorrido em Agosto. A temperatura média anual é de 11.9 °C com um máximo absoluto de 37.2 °C registado em Junho e um mínimo absoluto de -11.4 °C registado em Janeiro. O solo é do tipo Luvisolos crómicos (FAO, 1998) com textura franca. A concentração de carbono orgânico na camada 0-5 cm do solo mineral varia de 4.5 a 7.6 g kg⁻¹, a soma das bases de troca oscila entre 30 e 42 cmolc kg⁻¹ e o pH (H₂O) apresenta valores no intervalo (5.9-6.4). O terreno é maioritariamente plano.

2.2. Dispositivo experimental

O dispositivo experimental, estabelecido em 2007, ocupando uma área de 4 hectares, consistiu numa plantação por estacaria direta, seguindo um esquema de linhas duplas distanciadas de 75 cm e alternadas a uma distância de 1.5 m. As espécies utilizadas foram o salgueiro (híbrido local *Salix alba* x *Salix fragilis* e um clone sueco *Salix*. L., Terra Nova), choupo (*Populus nigra* e *Populus* x *euroamericana*, clone I-214) e freixo (*Fraxinus angustifolia*). Na plantação foram usadas estacas de 20-25 cm de comprimento com densidades que variaram das 15000 (D1) às 20000 (D2) estacas por hectare para o salgueiro e 10000 (D1) a 15000 (D2) estacas por hectare para o choupo e o freixo. Procedeu-se à rolagem no ano seguinte ao da plantação com o objetivo de fomentar um rebentamento vigoroso da talhadia.

2.3. Recolha de dados

A recolha de dados de campo foi efetuada em Fevereiro de 2012, no final do 3º ano de crescimento da primeira rotação, após a rolagem. Consideraram-se 4 parcelas de amostragem por tratamento (espécie x densidade) para efeitos de avaliação da produção potencial de biomassa e correspondente carbono armazenado. A área das parcelas variou em função da densidade de plantação. As unidades de amostragem, de forma retangular, foram estabelecidas de modo a conter 4 touças vivas. A sua localização foi definida de forma a serem representativas dos tratamentos e a evitar efeitos de bordadura. As densidades D2 para o clone de salgueiro e D1 para o salgueiro local e para o freixo, não foram analisadas devido às elevadas taxas de mortalidade nestes tratamentos.

Em cada touça, numeraram-se todas as varas sequencialmente a partir da mais alta e segundo a direção dos ponteiros do relógio. Em cada vara da touça mediu-se a altura total (h) em centímetros, o diâmetro a 0.1 metros do nível do solo (d_{0.10}), bem como, sempre que possível, os diâmetros a 1.0 e 1.3 metros do nível do solo (d_{1.0} e d, respetivamente), também em centímetros. Para a medição dos

diâmetros usou-se uma craveira e para a medição da altura utilizou-se uma vara telescópica. Após a recolha das variáveis dendrométricas, as varas de cada touça foram cortadas e em seguida embaladas em sacos plásticos herméticos devidamente etiquetados com o tratamento (espécie x densidade), número da parcela, número da touça e da vara. O material foi depois transportado em arcas térmicas para o laboratório, pesado individualmente numa balança de precisão (0.01 g) para registo do peso fresco e colocado em estufa, a 103 ± 2 °C, até peso constante. Considerou-se o carbono armazenado correspondente a 50% da biomassa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

São apresentados os valores médios para algumas variáveis dendrométricas, bem como da produção potencial de biomassa, por espécie e por touça (Tabela 1).

Tabela 1. Crescimento médio e produção potencial de biomassa por espécie e por touça

Espécie	Nv/touça	d _{0.10} (cm)	hmed (cm)	hdom (cm)	W _f (g)	W _s (g)	W _f (kg ha ⁻¹)	W _s (kg ha ⁻¹)
P_Clone	1.75	2.01	208.37	286.50	830.11	337.65	2814.59	1161.57
S_Clone	2.19	1.52	207.16	243.25	475.83	210.99	2403.20	1065.62
P_Local	2.06	1.31	127.59	149.25	310.38	139.88	1113.66	496.70
S_Local	2.00	1.11	105.17	124.00	196.42	92.88	739.79	349.81
Freixo	1.50	0.98	90.08	107.00	95.71	59.06	360.47	222.45

P_Clone: choupo clone (*Populus x euroamericana*, I-214); S_Clone: salgueiro clone (*Salix*. L. Terra Nova); P_Local: choupo local (*Populus nigra*); S_Local: salgueiro híbrido local (*Salix alba x Salix fragilis*); Nv/touça: número de varas por touça; d_{0.10}: diâmetro da vara a 0.10 m do solo; hmed: altura média das varas; hdom: altura dominante; W_f: peso fresco; W_s: peso seco.

Os resultados mostram que os clones de choupo e salgueiro (P_Clone e S_Clone) apresentam maior crescimento e produção potencial de biomassa em comparação com as respetivas espécies locais utilizadas (P_Local e S_Local). O valor médio mais elevado da produção potencial de biomassa por touça é obtido com o clone de choupo (*Populus x euroamericana*, I-214), confirmando-se a tendência que se tem vindo a registar em avaliações anteriores. Na análise da produção de biomassa ao final do 2º ano da 1ª rotação, a produção potencial em termos médios era idêntica no clone de salgueiro (*Salix*. L. Terra Nova) e no choupo local (*Populus nigra*) (PATRÍCIO et al., 2011). No entanto, ao final do 3º ano, começa a verificar-se uma diferenciação.

A tabela 2 mostra os valores da produção potencial de biomassa por tratamento (espécie x densidade), 3 anos após o rolamento. Valores médios da produção por espécie são apresentados na tabela 3.

Tabela 2. Produção potencial de biomassa por espécie e densidade, 3 anos após o rolamento

Espécie	Densidade	Nt ha ⁻¹	Nv ha ⁻¹	Nv/touça	W _f (kg ha ⁻¹)	W _s (kg ha ⁻¹)	C (kg ha ⁻¹)
P_Clone	D2	15066	26365	1.8	11844.3	5076.8	2538.4
	D1	9877	17284	1.8	9500.6	3354.8	1677.4
S_Clone	D2	20202	44192	2.2	9612.8	4262.5	2131.3
	D1 *						
P_Local	D2	15066	31387	2.1	5377.4	2343.0	1171.5
	D1	9877	19753	2.0	1686.4	918.0	459.0
S_Local	D2 *						
	D1	15066	30132	2.0	2959.2	1399.2	699.6
Freixo	D2	15066	22599	1.5	1441.9	889.8	444.9
	D1 *						

* tratamentos nos quais a análise não foi possível devido às elevadas taxas de mortalidade. Nt ha⁻¹: número de touças por hectare; Nv ha⁻¹: número de varas por hectare; C: stock de carbono

Tabela 3. Produção potencial de biomassa por espécie

Espécie	W _f (kg ha ⁻¹)	W _s (kg ha ⁻¹)	C (kg ha ⁻¹)
P_Clone	11258.4	4646.3	2323.2
S_Clone	9612.8	4262.5	2131.3
P_Local	4454.6	1986.8	993.4
S_Local	2959.2	1399.3	699.6
Freixo	1441.9	889.8	444.9

Onde a comparação é possível (P_Clone e P_Local), pode observar-se que a densidades superiores (D2) correspondem maiores valores de produção potencial de biomassa. Esta produção potencial, traduzida em peso seco da biomassa, varia de 889.8 kg ha⁻¹, observada para o freixo, a 5076.8 kg ha⁻¹, observada para o clone de choupo I-214. A esta biomassa corresponde um armazenamento de carbono de 444.9 kg ha⁻¹ a 2538.4 kg ha⁻¹, observado para o freixo e clone de choupo I-214, respetivamente (Tabela 2). Os clones de choupo e salgueiro, em média, produzem mais biomassa e, conseqüentemente, armazenam mais carbono do que as respetivas espécies nativas (Tabela 3).

Grande parte da informação sobre produção de biomassa em CLCR encontrada na literatura refere-se a choupo e salgueiro. MAKESCHIN (1999) refere 8 a 10 ton ha⁻¹ ano⁻¹ como a média da produção de matéria seca nas CLCR de choupo e salgueiro em solos férteis do Norte e Centro da Europa. Para estas regiões e para cultivo intensivo sob condições ótimas de gestão, VANDE-WALLE et al. (2007) indicam valores de produção situados nos intervalos 10-12 ton ha⁻¹ ano⁻¹ para salgueiro e 10-15 ton ha⁻¹ ano⁻¹ para choupo. Para produções intensivas, o valor de 10 ton ha⁻¹ ano⁻¹ é indicado como referência para um retorno razoável para o produtor (TUBBY e ARMSTRONG, 2002).

Os resultados do presente estudo dão conta de produções cumulativas aos 3 anos da primeira

rotação de 5.1 ton ha⁻¹ para o clone de choupo, o que corresponde a 1.7 ton ha⁻¹ ano⁻¹. No caso do clone de salgueiro, a produção potencial de biomassa é de 1.1 ton ha⁻¹ ano⁻¹. Estes valores estão bastante abaixo dos níveis de produção acima referidos. Chama-se a atenção para o facto dos níveis de produção de biomassa encontrados neste estudo dizerem respeito a uma situação longe do ótimo para uma CLCR, com dificuldades ao nível do controlo de infestantes, ausência de fertilização azotada e com deficit hídrico na época estival. Nos balanços da produção de CLCR feitos no final da década de 90 do século XX, para o Norte e Centro da Europa, são referidas algumas situações de dificuldade de adaptação nas primeiras rotações e baixas produções de biomassa. Por exemplo, BERGKVIST e LEDIN (1998) indicam um valor médio de 2.8 ton ha⁻¹ ano⁻¹ para salgueiro e HOFMANN-SCHIELLE et al. (1999) referem produções médias de 2 a 4 ton ha⁻¹ ano⁻¹ para salgueiro e choupo, na 1ª rotação de 5 anos, em ambos os casos. As causas mais apontadas para o insucesso na primeira instalação são a dificuldade no controlo de infestantes e stress hídrico, sendo também mencionados danos pelo gelo, pragas e doenças e ainda a escolha inadequada da proveniência dos clones (e.g., MAKESCHIN, 1999; DICKMANN, 2006). Nas regiões onde há um maior conhecimento sobre CLCR, a experiência adquirida pelos produtores ao nível da gestão e a melhoria genética das espécies permitiu aumentos de produtividade muito significativos. MOLA-YUDEGO (2011) refere aumentos médios anuais de produtividade de 2.06 ton ha⁻¹ para as CLCR comerciais de salgueiro do Centro e Sul da Suécia, desde as primeiras instalações em meados de 80 até à viragem do século XX, fruto da conjugação da experiência adquirida pelos produtores e o desenvolvimento de clones com excelentes características morfológicas, resistentes ao gelo e ao ataque de pragas.

4. CONCLUSÕES

Este estudo apresenta os valores da produção potencial de biomassa obtidos numa CLCR de choupo, salgueiro e freixo, instalada em Bragança, Nordeste de Portugal, num ciclo de 3 anos. Os clones de choupo e salgueiro utilizados, demonstraram maior produção de biomassa relativamente às correspondentes espécies locais não melhoradas. A maior produção foi observada para o clone de choupo I-214 com valores de 5.1 ton ha⁻¹ no final do 3º ano da primeira rotação. Estes valores correspondem a uma produtividade média de 1.7 ton ha⁻¹ ano⁻¹, bastante abaixo dos valores referidos na bibliografia para culturas intensivas em situações ótimas. Apesar disso, este é um estudo pioneiro, ao nível das CLCR dedicados para a produção de biomassa para energia. A produção potencial apresentada deve corresponder a níveis mínimos de produtividade, obtidos na ausência de fertilização e de controlo de infestantes, associados a limitações na disponibilidade hídrica nos períodos secos. O potencial de produção será naturalmente superior quando satisfeitas as condições ótimas para este tipo de culturas, associadas à seleção de material vegetal melhorado e bem adaptado às condições locais.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERGKVIST, P., LEDIN, S., 1998. Stem biomass yields at different planting designs and spacings in willow coppice systems. *Biomass and Bioenergy* 14(2): 149-156.
- DICKMANN D.I., 2006. Silviculture and biology of short-rotation woody crops in temperate regions: Then and now. *Biomass and Bioenergy* 30: 696–705.
- ENF, 2006. *Estratégia Nacional para as Florestas*. Direcção Geral dos Recursos Florestais. Lisboa, 159 pp.
- FAO, 1998. *World reference base for soil resources*. World Soil Resources Reports, Rome, 88 pp.
- HOFMANN-SCHIELLE C., JUG A., MAKESCHIN F., REHFUESS K.E., 1999. Short rotation plantations of balsam poplar, aspen and willows on former arable land in the Federal Republic of Germany. I. Site-growth relationships. *Forest Ecology and Management* 121: 41-55.
- MOLA-YODEGO, B., 2011. Trends and productivity improvements from commercial willow plantations in Sweden during the period 1986-2000. *Biomass and Bioenergy* (35): 446-453.
- MAKESCHIN, F. 1999. Short rotation forestry in Central and Northern Europe - introduction and conclusions. *Forest Ecology and Management* 121: 1-7.
- PATRÍCIO, M.S., NUNES, L.F., SARAIVA, A.D., AZEVEDO, J.C., 2011. Potential Biomass Production of a Short Rotation Crop in Portugal. In: *CarboForest Conference*, Forest Research Institute, Sekocin Stary, Poland, September 21-23.
- TUBY, I., ARMSTRONG, A., 2002. *Establishment and Management of Short Rotation Coppice*. Practice Note, Forestry Commission, Edinburgh, 12 pp.
- VANDE-WALLE, I., VAN CAMP, N., VAN DE CASTEELE, L., VERHEYEN, K., LEMEURE, R., 2007. Short-rotation forestry of birch, maple, poplar and willow in Flanders (Belgium) I—Biomass production after 4 years of tree growth. *Biomass and Bioenergy* 31: 267-275.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), através do Projeto de Investigação PTDC/AGR-CFL/64500/2006.