

Rendimento de Biomassa da Cana-do-Reino (*Arundo donax* L.)





Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1981-5980

Dezembro, 2007

versão

ON LINE

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 42

Rendimento de Biomassa da Cana-do-Reino (*Arundo donax* L.)

*Giuseppe Cavalcanti de Vasconcelos
João Carlos Costa Gomes
Luis Antônio Veríssimo Corrêa*

Pelotas, RS
2007

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado
Endereço: BR 392 Km 78
Caixa Postal 403, CEP 96001-970 - Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8199
Fax: (53) 3275-8219 - 3275-8221
Home page: www.cpact.embrapa.br
E-mail: sac@cpact.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Walkyria Bueno Scivittaro
Secretária-Executiva: Joseane M. Lopes Garcia
Membros: Cláudio Alberto Souza da Silva, Lígia Margareth Cantarelli Pegoraro, Isabel Helena Verneti Azambuja, Cláudio José da Silva Freire, Luís Antônio Suita de Castro
Suplentes: Daniela Lopes Leite e Luís Eduardo Corrêa Antunes

Revisores de texto: Sadi Macedo Sapper
Normalização bibliográfica: Regina das Graças Vasconcelos dos Santos
Editoração eletrônica: Oscar Castro
Arte da capa: Miguel Angelo (estagiário)
Foto da capa: arquivo Embrapa Clima Temperado
Composição e impressão: Embrapa Clima Temperado

1ª edição

1ª impressão (2007): 50 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui

Rendimento de Biomassa da Cana-do-Reino (*Arundo donax* L.) / Vasconcelos, Giuseppe Cavalcanti de; Gomes João Carlos Costa, Corrêa Luís Antônio Veríssimo. -- Pelotas : Embrapa Clima Temperado, 2006.
23 p. -- (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 42).

ISSN 1678-2518

1. *Arundo donax* 2. produção 3. cultivo.

CDD XXXXX

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	10
Resultados e Discussão	14
Conclusões	20
Referências Bibliográficas	21

Rendimento de Biomassa da Cana-do-Reino (*Arundo donax* L.)

Giuseppe Cavalcanti de Vasconcelos
João Carlos Costa Gomes
Luis Antônio Veríssimo Corrêa

Resumo

Este trabalho objetivou disponibilizar informações sobre a produtividade de biomassa da cana-do-reino em diferentes métodos de propagação. O experimento foi conduzido com estacas de planta inteira, de comprimento entre 5 e 6 m, de colmo com 3 entrenós e de rizoma com peso entre 72 a 160g. A colheita foi realizada no final da estação de inverno, nos anos de 2002, 2003 e 2004. Antes da colheita efetuaram-se medidas da altura, diâmetro do colmo e contagem de entrenós por planta. Em seguida, foram determinados os pesos de matéria fresca e seca de folhas e colmos. Os resultados obtidos no 1º ano revelaram inviabilidade dos tratamentos propagados com estacas de colmo. Assim, a avaliação de rendimento foi realizada apenas no tratamento relativo às estacas de rizoma, considerando as colheitas de primeiro, segundo e terceiro anos. O rendimento médio de biomassa verde do terceiro ano

¹ Eng. Agrôn. M.Sc. Dr., (giuseppecv@pop.com.br)

² Eng. Agrôn. Dr., Pesquisador Embrapa Clima Temperado, Cx. Postal 403 - CEP 96001-970 - Pelotas, RS. (costa@cpact.embrapa.br)

³ Eng. Agrôn. Dr., Prof., Pesquisador do PPGA/UFPel - Cx. Postal 354 - CEP 96010-900 - Capão do Leão, RS. (icoverco@ufpel.tche.br)

apresentou melhores resultados (20,9 t/ha), diferindo daqueles obtidos no segundo e primeiro anos. O número médio de entrenós por planta não variou entre o terceiro e segundo anos. O diâmetro médio de colmo alcançou 1,3 cm no terceiro ano. A altura média de planta menos expressiva foi observada no final do ciclo vegetativo do primeiro ano. A propagação assexuada da cana-do-reino com estacas de rizoma de peso variando entre 72 e 160 g apresenta resultados satisfatórios de brotação enraizada e de rendimento de biomassa.

Termos para indexação: Arundo, Biomassa, Folha, Colmo.

Biomass Yield of the Giant Reed (*Arundo donax* L.)

Abstract

The objective of this work was to obtain information about the productivity of biomass using different propagation methods. In the experiment was used 5 to 6 m stakes from complete plant, stem with 3 buds and rhizome selected by weight (72 to 160g). Plants were harvested by the end of the winter, in 2002, 2003 and 2004, and they were evaluated for stem height and diameter of the, and inter-node number. The biomass was separated in leaves and stems, and the fresh and dry weight were determined. The results obtained in the 1st year of evaluation revealed inviable propagation therefore treatments stem stake. The evaluation of the biomass yield was just accomplished using rhizome stake treatment. The Average fresh biomass yield of the 3rd year presented better results (20,9 t/ha), differing from the results obtained in 2nd and 1st year. The average node number from plant didn't vary between the 3rd and 2nd year. The average stem diameter reached 1,3 cm in the 3rd year. The lowest plant height measure was observed in the end of the 1st year. The asexual propagation of the giant reed using 72-160 g stake of rhizome had acceptable sprouting biomass yield results.

Index terms: *Arundo*, Biomass, leaves, stem

Introdução

A cana-do-reino é uma espécie que se adapta bem em regiões de clima tropical, subtropical e temperado, sendo exigente em temperaturas elevadas e solos úmidos. Segundo Boose (1999), a espécie é originária da Austrália, sendo facilmente encontrada vegetando nos países que cercam o mar Mediterrâneo. A cultura possui alto potencial produtivo de biocombustível sólido (biomassa lignocelulósica), utilizado para gerar calor em processos térmicos. A espécie, sob ótimas condições de clima e irrigação, a partir do segundo ou terceiro ano de cultivo, pode alcançar rendimentos de até 100 t/ha de biomassa verde (Shatalov & Pereira, 2001). Estudos com a espécie na Espanha demonstraram um rendimento médio de matéria seca de 45,9 t/ha.ano (Hidalgo et al. 2001). Segundo Faixal et al. (1989), em cultivos realizados no sul da França, observaram-se rendimentos de aproximadamente 25 t/ha.ano de matéria seca. Na Grécia, a média de rendimento encontrada foi 26 t/ha.ano de matéria seca em culturas irrigadas (Lewandowski et al. 2003). Na região central da Itália, Angeline et al. (2005) relataram que a espécie apresentou rendimento médio de 23 t/ha.ano de matéria seca. Vecchiet et al. (1996) verificaram, no nordeste da Itália, média de rendimento superior a 25 t/ha.ano de matéria seca. Segundo Lewandowski et al. (2003), o rendimento de biomassa seca pode ser influenciado pela época de colheita. Plantas colhidas no inverno apresentaram melhores produtividades de matéria seca que quando colhidas no outono (Angelini et al. 2005). Segundo Lewandowski et al. (2003), em culturas manejadas sob condições ideais, o rendimento anual tende a aumentar, a medida que a cultura vai se estabelecendo a campo, podendo apresentar comportamento instável nos primeiros seis anos de

cultivo. Estudos realizados no sul do Brasil sobre a fenologia da espécie mostraram que o período de maior atividade vegetativa está compreendido entre os meses de outubro e abril, sob temperaturas elevadas e precipitações regulares. Este trabalho integra a Tese de Doutorado intitulada “Propagação, fenologia e produção de biocombustível lignocelulósico da cana-do-reino (*Arundo donax* L.)” e tem por objetivo a disponibilização de informações sobre a produtividade de biomassa lignocelulósica da cultura em diferentes métodos de propagação.

Material e Métodos

Localização e clima: o ensaio foi conduzido na Estação Experimental Cascata - EEC, situada na zona rural de Pelotas, RS. O clima da região é considerado temperado úmido, com temperatura média anual próxima dos 18°C e ocorrência de geadas no outono e inverno. Os dados climáticos do período experimental foram obtidos da estação meteorológica da EEC e estão descritos na Tabela 1.

Caracterização da área experimental: a área experimental apresenta solo com textura média, classificado como Argissolo Vermelho distrófico, de textura média argilosa, substrato granito e relevo ondulado.

Tabela 1. Condições climáticas ocorridas durante o período experimental 2001 à 2004 e médias climáticas de 1986 a 2000. EEC/ Embrapa Clima Temperado. Pelotas, RS.

	1986/1990	1991/1995	1996/2000	2001	2002	2003	2004
Precipitação média, mm							
Janeiro	164,7	120,1	111,2	189,8	173,7	13,7	69,9
Fevereiro	188,7	150,5	119,6	201,2	106,8	194,3	50,6
Março	114,5	108,8	84,3	218,2	298,7	90,7	28,4
Abril	127,2	162,9	107,3	352,0	288,0	120,6	137,9
Maio	108,8	112,4	114,9	72,1	126,5	67,4	459,1
Junho	61,9	119,9	128,5	200,9	207,6	224,1	68,1
Julho	131,9	217,1	102,5	123,5	92,8	113,7	70,1
Agosto	117,6	71,8	129,1	83,7	161,1	53,0	98,6
Setembro	142,9	117	91,0	347,9	133,8	132,7	114,0
Outubro	117,7	187,3	146,4	83,7	189,1	52,0	47,3
Novembro	145,9	125,6	99,7	145,9	35,6	119,9	116,5
Dezembro	120,9	134,1	176,5	202,8	165,8	89,7	43,0
Umidade relativa do ar, %							
Janeiro	72,4	74,0	78,1	69,4	71,9	78,5	90,0
Fevereiro	74,7	78,0	81,8	68,6	73,8	85,3	86,0
Março	73,4	78,1	81,6	77,0	77,2	88,8	89,5
Abril	74,9	78,1	84,0	76,0	74,5	87,9	90,1
Maio	75,9	80,0	82,5	73,4	78,4	87,3	93,3
Junho	75,7	80,3	83,4	73,8	77,6	92,4	90,6
Julho	73,1	81,4	84,6	74,2	72,5	55,8	89,2
Agosto	72,2	76,9	83,8	70,7	71,6	83,1	69,6
Setembro	72,3	78,8	84,9	78,1	71,8	85,3	76,1
Outubro	77,9	76,7	80,8	90,5	73,2	88,0	54,9
Novembro	67,0	73,4	78,1	84,9	65,0	87,6	59,3
Dezembro	66,7	72,8	76,2	69,4	69,5	85,9	52,4
Temperatura média, °C							
Janeiro	22,0	22,1	22,8	23,1	22,1	22,9	22,7
Fevereiro	21,4	21,8	22,3	23,6	20,9	23,2	21,5
Março	20,5	21,0	21,3	22,5	23,0	21,2	20,8
Abril	17,9	18,1	18,0	18,4	18,3	18,3	19,6
Maio	13,9	15,2	13,0	14,7	17,3	15,3	14,4
Junho	11,9	12,3	11,6	13,9	12,1	19,2	14,5
Julho	11,5	11,0	11,4	12,7	13,0	11,9	11,9
Agosto	13,4	12,6	13,0	16,2	14,3	11,6	13,6
Setembro	13,6	14,2	13,0	14,6	13,8	13,3	14,9
Outubro	17,1	16,6	16,3	18,5	19,1	17,0	15,4
Novembro	18,6	18,6	19,0	18,9	20,0	19,1	18,4
Dezembro	20,9	21,9	21,1	20,2	21,0	19,8	20,5

Origem do material: as estacas de colmo e rizoma utilizadas no experimento foram coletadas de populações estabelecidas às margens do canal Santa Bárbara, no perímetro urbano da cidade de Pelotas, RS.

Procedimento de coleta das estacas: as estacas da parte aérea foram obtidas de plantas vigorosas jovens, sendo posteriormente desfolhadas e classificadas em estacas de planta inteira, com 5 a 6 m de comprimento, e estacas de colmo com três entrenós. As estacas de rizoma foram obtidas de touceiras de plantas adultas, cortadas e selecionadas em função do peso (72 a 160 g).

Instalação experimental: o trabalho foi realizado a partir da primavera de 2001, estendendo-se até o final do inverno de 2004. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, constituído por quatro tratamentos com quatro repetições.

Caracterização dos tratamentos: os tratamentos constaram de estacas de planta inteira, de rizoma, de colmo horizontal e colmo inclinado (Tabela 2), plantadas em sulcos com profundidade de aproximadamente 8 a 12 cm em parcelas de 6x6 m.

Tabela 2. Características dos tratamentos de propagação de estacas de cana-do-reino *Arundo donax* L.

Tratamentos	Caracterização da estaca	Espaçamento (cm)	
		Entre linhas	Entre plantas
Planta inteira	5 a 6 m		70
Rizoma	72 a 160 g	70	50
Colmo horizontal	3 entrenós	70	50
Colmo inclinado	3 entrenós	70	50

As estacas de colmo de três entrenós foram obtidas da região caulinar mediana de plantas jovens, posteriormente desfolhadas. No caso do tratamento de colmo inclinado, foram abertos sulcos com as dimensões citadas

anteriormente e plantadas estacas posicionadas em ângulo de aproximadamente 30° em relação à superfície do sulco com a base da estaca, deixando-se um entrenó acima da superfície do solo.

Tratos culturais: a área experimental foi preparada 90 dias antes do plantio, através de lavração, para correção das irregularidades do terreno e incorporação de calcário dolomítico, para elevar o pH do solo a 6,0. Previamente ao plantio foi feita gradagem em toda área experimental para incorporação de restos de vegetação espontânea. Foram realizadas, em diferentes épocas, três adubações orgânicas (Tabela 3) para melhoria das características químicas, físicas e biológicas do solo. O controle de plantas indesejáveis, quando necessário, foi realizado através de capinas manuais, sendo mantida a biomassa resultante sobre o solo. Além disso, toda biomassa de *Arundo donax* L. colhida e seca, após a avaliação, foi devolvida às parcelas de origem.

Tabela 3. Características da adubação empregada.

Época de aplicação (primavera)	Adubo orgânico	Quantidade (t/ha)	Composição (g/kg)		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2001	vermicomposto	3,0	2,5	1,8	4,0
2002	Cama-de-aviário	0,5	12	13	10
2003	Esterco-de-bovino	1,0	5,5	2,0	6,0

Fonte: Morselli (2002).

Colheita e rendimento de biomassa: a colheita foi realizada, manualmente, no final da estação de inverno, no mês de agosto, nos anos de 2002, 2003 e 2004. Antes do procedimento de colheita, efetuou-se o acamamento da bordadura (1 m) nas laterais das parcelas e realizaram-se, nas plantas remanescentes de cada repetição, a medida da altura, tomada a partir da superfície do solo até o ponto de inserção da folha mais alta; do diâmetro da região mediana do colmo e a contagem do número de entrenós por planta. Para obtenção do rendimento, a biomassa colhida foi separada em folhas e colmos, determinando-se o peso de matéria fresca e seca.

Para determinação da matéria seca, o material foi colocado em estufa de secagem com ventilação forçada na temperatura de 70°C até atingir peso constante.

Análise estatística: Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando o teste F foi significativo, procedeu-se à comparação das médias pelo teste Duncan, a 5% de significância.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos no 1º ano de condução experimental revelaram a inviabilidade da propagação da espécie por estacas de planta inteira, colmo inclinado e colmo horizontal. O tratamento com estacas de rizomas apresentou todas as estacas brotadas e enraizadas, diferindo dos tratamentos propagados com estacas de colmo que se caracterizaram por apresentar estacas não brotadas e estacas com gemas brotadas, mas que não enraizaram e, conseqüentemente, não se desenvolveram. O experimento foi instalado novamente seguindo o mesmo critério metodológico, em uma outra área experimental com características edáficas semelhantes às da área anterior, porém favorecida por um maior tempo de pousio (2 anos) e maior quantidade aparente de matéria orgânica decomposta na superfície do solo. No entanto, os resultados de brotações enraizadas obtidos se mostraram semelhantes aos resultados anteriormente comentados, indicando número de plantas insuficiente para o estudo de rendimento. Trabalhos posteriores concluíram que, para a propagação de estacas de colmo, é indispensável um pré-tratamento em substrato aquoso. Foi observado que todas as estacas de colmo submetidas a um pré-tratamento em substrato aquoso brotaram e enraizaram e, quando transplantadas para campo, cresceram e se desenvolveram naturalmente. Os ótimos resultados de brotação enraizada (100%) observados no tratamento propagado com estacas de rizomas estão relacionados ao peso de estacas acima de 72 gramas. Estudos realizados em casa de vegetação

demonstraram que estacas de rizomas com estas características apresentam excelentes resultados de brotação enraizada. Em função da falta de informações que recomendassem inicialmente um pré-tratamento para a propagação de *Arundo donax* L. por estaca de colmo, assegurando a brotação das gemas e crescimento enraizado das plântulas no período de implantação do experimento a campo, o número de plantas remanescentes dos tratamentos propagados por estacas de planta inteira, estacas de colmo inclinado e estacas de colmo horizontal demonstrou-se insuficiente para o estudo do rendimento de biomassa lignocelulósica da cana-do-reino. Assim, a avaliação do rendimento de biomassa lignocelulósica foi realizada apenas no tratamento propagado por estacas de rizoma, considerando-se, como tratamentos, os ciclos de colheita (1º; 2º e 3º ano).

Rendimento de biomassa: houve diferença quanto ao rendimentos de biomassa em relação aos ciclos de colheita (Tabela 4). Desta Tabela verifica-se que o rendimento médio de biomassa verde aumentou do primeiro para o terceiro ano. A produção média de biomassa seca anual correspondeu aproximadamente à metade do peso da biomassa verde. A matéria seca produzida no terceiro ano apresentou peso médio de 1,16 kg/m², ou seja, 56% da matéria verde total. A biomassa seca do 2º ano indicou média de peso 0,80 kg/m² (53%) e a do 1º ano 0,14 kg/m², correspondente a 48% do valor médio de matéria verde. O rendimento anual de biomassa seca de folhas revelou diferença entre os anos de condução experimental. O 1º ano apresentou peso médio de 0,03 kg/m²; o 2º ano superou a colheita do 1º ano, 0,21 kg/m², e o 3º ano indicou o melhor resultado de produção de biomassa seca de folhas (0,49 kg/m²). Os dados da Tabela 4 mostram, ainda, efeito significativo do ciclo de cultivo sobre o rendimento médio de biomassa seca de colmo. Os melhores resultados de rendimento de matéria seca de colmo corresponderam ao 3º ano (0,67 kg/m²), com um incremento médio de 0,11 kg/m² sobre os valores encontrados no 2º ano. O 1º ano apresentou rendimento médio 0,11 kg/m², quatro vezes menor que o valor médio do 2º ano (Tabela 4).

Tabela 4. Rendimento de biomassa lignocelulósica verde (BV) e seca (BS), altura média de planta, número médio de entrenós por planta e diâmetro médio de colmo do 1º, 2º e 3º anos de estabelecimento da cultura de *Arundo donax* L. propagada por rizoma. Pelotas, RS, 2005.

BV (kg/m ²)			BS (kg/m ²)			%	Altura (m)	Entrenós	Diâm. (cm)
folha	colmo	total	folha	colmo	total				
0,94 ^c	1,15 ^c	2,09 ^c	0,49 ^c	0,67 ^c	1,16 ^c	56	1,41 ^c	36 ^b	1,3 ^b
0,51 ^b	1,08 ^b	1,59 ^b	0,24 ^b	0,56 ^b	0,80 ^b	50	0,98 ^b	37 ^b	0,7 ^a
0,06 ^a	0,23 ^a	0,29 ^a	0,03 ^a	0,11 ^a	0,14 ^a	48	0,37 ^a	27 ^a	0,6 ^a

Altura de planta: houve diferença quanto à altura de planta, em relação aos ciclos de colheita. Na Tabela 4, observa-se que no 1º ano a cultura alcançou altura média de 37 cm. No final do ciclo de 2º ano, a cultura apresentou altura média 62% maior que os valores do 1º ano. Os melhores resultados foram observados no 3º ano, quando a espécie apresentou altura média de 141 cm, 31% maior que os valores do 2º ano.

Número de entrenós: houve diferenças quanto ao número de entrenós por planta em relação aos ciclos de colheita. A média do número de entrenós por planta observada no 1º ano de estabelecimento da cultura foi de 27. Ao término do 2º ciclo vegetativo, esta média atingiu 37 e, na colheita do 3º ano, observou-se média de 36 entrenós por planta.

Diâmetro de colmo: houve diferença quanto ao diâmetro de colmo em relação aos ciclos de colheita. No 1º ano, o diâmetro de colmo apresentou média de 0,6 cm, não diferindo do 2º ano. No ciclo do 3º ano, houve aumento significativo do diâmetro de colmo, passando de 0,7 para 1,3 cm.

Os resultados de colheita do 2º ano demonstraram rápido aumento da produção de biomassa por área, quando comparados ao ciclo do 1º ano (Tabela 4). Verificou-se que

o rendimento médio de biomassa no 2º ano foi quase cinco vezes superior ao do 1º ano. Angelini et al. (2005) observaram comportamento produtivo semelhante em seus estudos com a espécie na Itália. Este comportamento produtivo da cultura é consequência do surgimento de novas brotações por rizomas (formação de touceiras), que resultam no aumento da densidade de plantas estabelecidas. Christou (2001) explica que o rizoma, durante os ciclos iniciais, se expande em busca de água e nutrientes, assegurando o desenvolvimento de plantas vigorosas e aumentando a área meristemática. O resultado de rendimento médio de biomassa verde do 3º ano apresentou-se satisfatório, correspondendo a 2,09 kg/m² (20,9 t/ha), diferindo significativamente quando comparado aos demais rendimentos (1º e 2º ano). Lewandowski et al. (2003), estudando a espécie na Grécia, obtiveram média crescente de rendimento a partir do 3º ano (15, 20, 30 e 39 t/ha de biomassa seca). Hidalgo et al. (2001) relataram rendimentos variando de 29,6 a 63,1 t/ha. Lewandowski et al. (2003) relatam que, em culturas manejadas sob condições ideais, o rendimento anual tende a aumentar, podendo apresentar comportamento instável até o 6º ano. Angelini et al. (2005), citando vários autores, explicam que o conteúdo de matéria seca é sempre maior em culturas com mais de três anos de estabelecimento. Christou (2001) comenta que ainda não existem dados conclusivos sobre o potencial de produtividade da espécie. Os baixos rendimentos encontrados no 1º e 2º ano, neste , possivelmente são consequência do período de estabelecimento da cultura e/ou de irregularidades na distribuição de chuvas, que interferiram na produtividade da espécie. Sob as condições climáticas da Grécia, Christou et al. (2001) afirmaram que limitações hídricas durante o ciclo vegetativo afetaram o rendimento de biomassa seca da parte aérea. Rezk (1979) concluiu, de seus estudos com irrigação para espécie no semi-árido dos EUA, que a deficiência de água pode ocasionar queda na produtividade da planta. Na Tabela 4, verifica-se que no 3º ano o ganho médio de biomassa seca em kg/m² se deve ao aumento de biomassa seca de folhas, que correspondeu a 42% da produção. Angelini et al. (2005) explicam que entre o 1º e 3º ano de estabelecimento da cultura

a campo ocorrem variações na fenologia e no rendimento das plantas, sendo que à medida que a cultura se estabelece essas variações desaparecem. O rendimento médio anual de matéria seca de folhas do 1º ano de estabelecimento a campo foi inferior aos resultados indicados no 2º e 3º ano de colheita (Tabela 4). No 2º ano, verificou-se um incremento sobre a colheita do 1º ano de 0,21 kg/m². O incremento médio de matéria seca de colmo do 3º ano foi de 0,11 kg/m², sobre o 2º ano que apresentou rendimento 5 vezes maior que no 1º ano (Tabela 4). O percentual de rendimento da biomassa seca de colmo produzido pela cultura no 1º, 2º e 3º ano foi de 78, 70 e 58. Christou (2001) relata de seus estudos que, após o 3º ano, a espécie apresentou percentuais de 67, 87, 83 e 86. O aumento de matéria seca de colmo no 3º ano proporcionalmente menor que nos anos anteriores possivelmente esteja relacionado aos baixos índices pluviométricos ocorridos após a 2ª colheita, conforme pode ser verificado na Tabela 1. A partir do mês de outubro de 2003 observou-se declínio da média mensal de chuvas até o mês de março de 2004, período de maior atividade fisiológica da planta. Os meses de abril e maio do referido ano mostraram elevadas médias de precipitação. No entanto, estes meses são caracterizados por apresentar declínio da temperatura média, interferindo na produção de matéria seca pela cultura. Portanto, esses fatores, associados à baixa capacidade de retenção de água pelo solo da área experimental, prejudicaram a produção de biomassa seca de colmo. Observou-se aumento significativo de biomassa seca de colmo pela cultura durante os três anos de acompanhamento, concordando com a média de altura de plantas verificada no final de cada ciclo vegetativo, que aumentou à medida que a cultura foi se estabelecendo a campo, e com o incremento em diâmetro de colmo ocorrido no último ciclo.

Altura de planta, número de entrenós e diâmetro de colmo: A média de altura de planta menos expressiva foi observada no final do ciclo vegetativo do 1º ano (37 cm). Este resultado possivelmente é consequência de mecanismos de adaptação da espécie a campo, priorizando acúmulo de reservas e

aumento da área meristemática do rizoma, assegurando desenvolvimento de plantas vigorosas e maior número de gemas vegetativas para 2º e 3º ano, aumentando, dessa maneira, a densidade de plantas e promovendo competição por luminosidade, resultando em plantas maiores nos anos consecutivos. Hidalgo et al. (2001), em Madrid, encontraram em seus estudos valores de altura de 0,37 a 1,43 m no 1º ciclo de cultivo. No Norte da Grécia e Norte da Itália, Christou (2001) relatou média de altura mínima de 0,83 e 1,60 m e máxima de 1 e 2 m, respectivamente. Angelini et al. (2005), em seus ensaios com a espécie, constataram que plantas colhidas no 3º ano indicaram melhores resultados de altura, quando comparadas com os valores de 1º ano. Na Tabela 4, verificam-se diferenças estatísticas significativas entre as médias de altura de plantas em todos os ciclos, embora a mesma tabela demonstre que o número médio de entrenós por planta não variou entre o 2º e 3º períodos (37, 36). Esta característica está relacionada com o aumento na densidade de plantas, que estimulou maior competição por luminosidade e, conseqüentemente, alongamento dos entrenós de colmos. O número reduzido de entrenós por planta observado no 1º ano possivelmente esteve relacionado com fase de adaptação da cultura a campo, ou seja, período de intenso armazenamento de nutrientes e expansão meristemática dos rizomas que, conseqüentemente, favoreceram o aumento das médias observadas do 2º e 3º (Tabela 4). Hidalgo et al. (2001) relataram, para 2º e 3º anos, média máxima de entrenós por planta de 35 e 44. Angelini et al. (2005) descrevem médias de 25 e 26 entrenós por planta no 2º e 3º ciclos. Estes autores explicam que durante esses ciclos a densidade de plantas exerce efeito significativo no crescimento da espécie, devido à competição por luminosidade, originando plantas com alturas de 3, 4 e 6 m. Segundo Lewandowski et al. (2003), o diâmetro do colmo pode variar de 1 a 4 cm em plantas estabelecidas. As médias de diâmetro de colmo no 1º e 2º ano apresentaram valores de 0,6 e 0,7 cm, diferindo estatisticamente do resultado indicado na colheita do 3º ano (1,3 cm). Essas médias, possivelmente, são conseqüências do comportamento fenotípico das plantas

durante o estabelecimento da cultura e/ou de fatores climáticos na época de colheita (estação de inverno). Angelini et al. (2005) comentam que, no inverno europeu, a espécie apresentou diâmetro menor quando comparado com o outono, devido a perdas de umidade da parte aérea, ocasionadas pelas baixas temperaturas e umidade relativa do ar. Rezk (1979) e Christou et al. (2001) caracterizam a espécie como *hidrophyta* e explicam que o estresse hídrico nos primeiros ciclos vegetativos afeta o desenvolvimento e crescimento vigoroso da cultura. Hidalgo et al. (2001) verificaram média mínima de diâmetro no 1º e 2º ano de 0,87 e 1,65 cm. Christou (2001) referencia valor mínimo de diâmetro de 0,8 cm observado no 1º e 2º ciclo na Grécia e 0,9 cm no 2º ano de estabelecimento no sul da Itália. Angelini et al. (2005) verificaram valores de diâmetro de colmo de 1º e 2º ano (1,2 e 1,3 cm) superiores aos valores de 1º e 2º ano indicados na Tabela 4. Ainda na mesma tabela, verifica-se que, embora os diâmetros de colmo do 1º e 2º ano não tenham diferido estatisticamente entre si, houve ganho de biomassa do colmo no 2º ano, ocasionado pelo aumento do número de entrenós e altura de planta. Não se observou diferença estatística entre a média do número de entrenós do 2º e 3º anos. No entanto, o valor médio de diâmetro de caule e de altura de planta do 3º ano foram maiores, quando comparados aos dos ciclos vegetativos anteriores. O resultado satisfatório de rendimento médio de biomassa de cana-do-reino verificado no 3º ano é consequência da maior produção de biomassa de folhas, que aumentou 100% em relação ao 2º ano, e do incremento no rendimento de biomassa de colmo, ocasionado pelo aumento no diâmetro e alongamento de entrenós.

Conclusões

No primeiro ano de cultivo, período de estabelecimento, os rendimentos de biomassa seca são pouco expressivos.

Os aumentos de rendimento de biomassa seca, ao longo dos três anos de cultivo decorrem dos incrementos de altura de

planta e diâmetro de colmo, exceto para o 3º ano, onde o aumento de biomassa de folha mostra-se mais expressivo, quando comparado aos demais parâmetros avaliados.

O rendimento de biomassa lignocelulósica seca, observado na colheita do 3º ciclo (3º ano), equivale a 11,6 t/ha.

Referências Bibliográficas

ANGELINI L.G., CECCARINI L., BONARI E. Biomass yield and energy balance of giant reed (*Arundo donax* L.) cropped in central Italy as related to different management practices. *European Journal of Agronomy*, Amsterdam, v. 22, n. 4, p. 375-389, 2005. Disponível em: <<http://www.eselvier.com/locate/eja>>. Acesso em: 13 ago. 2003.

BOOSE, A.B.; HOLT, J.S. Environmental effects on asexual reproduction in *Arundo donax*. *Weed Research*. Oxford, v. 39, n. 2, p. 117, 1999.

CHRISTOU, M.; MARDIKIS, M.; ALEXOPOULOU, E. Propagation material and plant density effects on the *Arundo donax* yields. In: WORLD CONFERENCE AND EXHIBITION BIOMASS FOR ENERGY AND INDUSTRY, 1., 2000, Sevilla. Abstracts... London: James & James, 2001. v. 4, p. 1622.

CHRISTOU, M.; MARDIKIS, M.; ALEXOPOULOU, E. Research on the effect of irrigation and nitrogen upon growth and yields of (*Arundo donax* L.) in Greece: aspects of Applied Biology. *Biomass and Energy Crops II*, London, n. 65, p. 47, 2001. Disponível em: <[http:// www.ienica.net/crops/giantreed.pdf](http://www.ienica.net/crops/giantreed.pdf)> Acesso em: 13 nov. 2006.

CHRISTOU, M. Giant Reed in Europe. In: WORLD CONFERENCE AND EXHIBITION BIOMASS FOR ENERGY AND INDUSTRY, 1., 2000, Sevilla. Abstracts... London: James & James, 2001. v. 4, p. 2002.

Biomass and Energy Crops II, London, n. 65, p. 47, 2001.
Disponível em: <[http:// www.ienica.net/crops/giantreed.pdf](http://www.ienica.net/crops/giantreed.pdf)>
Acesso em: 13 nov. 2006.

CHRISTOU, M. Giant Reed in Europe. In: WORLD CONFERENCE AND EXHIBITION BIOMASS FOR ENERGY AND INDUSTRY,1., 2000, Sevilla. Abstracts... London: James & James, 2001. v. 4, p. 2002.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO. Recomendações de adubação e de calagem para o Estado do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 3. ed. Passo fundo. SBSCS-Núcleo Regional Sul, 2004. 218 p.

FAIX, O.; MEIER, D.; BEINHOF, O. Analysis of lignocellulose and lignins from *Arundo donax* L. and *Miscanthus sinensis* Address, and hydroliquefaction of *Miscanthus*. Biomass, Amsterdam, v.18, n. 2, p.109-126, 1989.

HIDALGO, M.; FERNANDEZ, J. Biomass production of ten populations of giant reed (*Arundo donax* L.) under the environmental conditions of Madrid (Spain). In: WORLD CONFERENCE AND EXHIBITION BIOMASS FOR ENERGY AND INDUSTRY,1., 2000, Sevilla. Abstracts... London: James & James, 2001. v. 4, p. 1181.

LEWANDOWSKI, I.; SCURLOCK, J.M.O.; LINDVALL, E.; CHRISTOU, M. The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe. Biomass and Bioenergy, Orlando, v. 25, n. 4, p. 335–361, 2003.

MORSELLI, T. B. G. A. Resíduos orgânicos em sistemas agrícolas. Pelotas: UFPel, 2002. 83 p. Polígrafo da Disciplina de Resíduos orgânicos em sistemas agrícolas. Curso de Pós-Graduação em Ciências concentrado em Produção Vegetal. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2002.

REZK, M.R.; EDANY, T.Y. Comparative responses of two reed species to water table levels. *Egyptian Journal of Botany*, London, v. 22, n. 2, p. 157, 1979.

SHATALOV, A.A.; PEREIRA, H. *Arundo donax* L. (giant reed) as a source of 3 bres for paper industry: perspectives for modern ecologically friendly pulping technologies. In: WORLD CONFERENCE AND EXHIBITION BIOMASS FOR ENERGY AND INDUSTRY, 1., 2000, Sevilla. Abstracts... London: James & James, 2001. v. 4, p.1183.

VECCHIET, M.; JODICE, R.; SCHENONE, G. Agronomic research on giant reed (*Arundo donax* L.) management system and cultivation of two different provenances.: In: EUROPEAN BIOENERGY CONFERENCE, 9., 1996, Copenhagen. Abstracts... New York: Pergamon, 1996. p. 644.



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
BR 392 km 78 - 96001-970 Pelotas RS Cx. Postal 403
Fone (53) 3275-8100 Fax (53) 3275-8221
www.cpact.embrapa.br
sac@cpact.embrapa.br*