

IMPORTÂNCIA DO CAPIM-ELEFANTE COMO RECURSO BIOENERGÉTICO

IMPORTANCE OF ELEPHANT GRASS AS A BIOENERGY RESOURCE

DOI: 10.5281/zenodo.15875066

Aldeni Barbosa da Silva¹

Brenda Gonçalves Bezerra²

Elaine Ferreira dos Santos³

Cibele Maisa Gomes Joviniano⁴

Emerson Aparecido Augusto⁵

Edmilson Dantas da Silva Filho⁶

Geraldo da Mota Dantas⁷

RESUMO

O capim-elefante é, reconhecidamente, uma das gramíneas que apresenta maior potencial produtivo, adaptando-se muito bem às condições de clima e solo de praticamente todo o Brasil, apresentando alta produção de biomassa e excelente plasticidade adaptativa a diferentes condições edafoclimáticas e sistemas de manejo cultural. A biomassa vegetal como combustível tem ganhado relevância no Brasil, com o desenvolvimento de fontes energéticas alternativas na matriz energética. Diante disso, visto a demanda cada vez mais crescente do uso de energias renováveis, esse trabalho teve o objetivo de avaliar a importância do capim elefante como recurso bioenergético. A pesquisa, de caráter exploratório e bibliográfico, analisou estudos que comprovam a viabilidade da biomassa dessa gramínea para fins energéticos. O capim-elefante se destaca pela alta produtividade, podendo gerar entre 40 a 45 toneladas de matéria seca por ano, além de sua rápida adaptação ao clima e solo brasileiros. Seu cultivo é vantajoso pela capacidade de fixação de carbono, resistência a pragas e rusticidade, tornando-o uma alternativa promissora para a geração de energia sustentável. O estudo também aborda os diferentes tipos de capim-elefante, como Guaçu, Cameroon, Napier e Gramafante, analisando suas características produtivas e adaptação ao manejo agrícola. Para fins energéticos, a planta apresenta um alto teor de fibras e lignina, além de um bom poder calorífico. Além disso, seu uso ajuda a reduzir as emissões de gases do efeito

¹ Instituto federal da Paraíba, Campus Esperança. E-mail: aldeni.silva@ifpb.edu.br

² Instituto federal da Paraíba, Campus Esperança. E-mail: brenda.goncalves@academico.ifpb.edu.br

³ Instituto federal da Paraíba, Campus Esperança. E-mail: ferreira.elaine@academico.ifpb.edu.br

⁴ Instituto federal da Paraíba, Campus Esperança. E-mail: cibele.maisa@academico.ifpb.edu.br

⁵ Universidade Federal de São Carlos, UFSCar. E-mail: emerson.augusto@etec.sp.gov.br

⁶ Instituto federal da Paraíba, Campus Campina Grande. E-mail: edmilson.silva@ifpb.edu.br

⁷ Instituto federal da Paraíba, Campus Campina Grande. E-mail: geraldo.dantas@ifpb.edu.br





estufa e a gerar empregos no setor energético. Por fim, o estudo destaca a importância de incentivos governamentais e investimentos em tecnologia para melhorar o cultivo e a utilização do capim-elefante como uma alternativa viável e sustentável à matriz energética brasileira.

Palavras-chave: Energia renovável, biomassa, gramínea, bioenergia.

ABSTRACT

Elephant grass is recognized as one of the grasses with the greatest production potential, adapting very well to the climate and soil conditions of practically all of Brazil, presenting high biomass production and excellent adaptive plasticity to different soil and climate conditions and crop management systems. Plant biomass as fuel has gained relevance in Brazil, with the development of alternative energy sources in the energy matrix. In view of this, given the increasingly growing demand for the use of renewable energy, this study aimed to evaluate the importance of elephant grass as a bioenergy resource. The research, of an exploratory and bibliographical nature, analyzed studies that prove the viability of the biomass of this grass for energy purposes. Elephant grass stands out for its high productivity, being able to generate between 40 and 45 tons of dry matter per year, in addition to its rapid adaptation to the Brazilian climate and soil. Its cultivation is advantageous due to its carbon fixation capacity, resistance to pests and hardness, making it a promising alternative for the generation of sustainable energy. The study also addresses the different types of elephant grass, such as Guaçu, Cameroon, Napier and Gramafante, analyzing their productive characteristics and adaptation to agricultural management. For energy purposes, the plant has a high fiber and lignin content, in addition to a good calorific value. In addition, its use helps to reduce greenhouse gas emissions and generate jobs in the energy sector. Finally, the study highlights the importance of government incentives and investments in technology to improve the cultivation and use of elephant grass as a viable and sustainable alternative to the Brazilian energy matrix.

Keywords: Renewable energy, biomass, grass, bioenergy.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente o uso de energia no mundo é baseado principalmente em fontes de energias não renováveis, tais como petróleo, gás natural e carvão. Esses combustíveis, dentre outros, são fontes de emissão de gases do efeito estufa e representam um perigo a preservação do planeta. Uma das dificuldades enfrentadas pelo setor energético é a busca por recursos alternativos que tenham menor impacto no meio ambiente e que tenham uma economia viável. Para que haja um progresso sustentável no Brasil, é necessário que haja eficiência econômica e ambiental ao incorporar a utilização de fontes renováveis (BOSS, 2023).



A biomassa vegetal como combustível tem ganhado relevância no Brasil, com o desenvolvimento de fontes energéticas alternativas na matriz energética. Assim sendo, as plantas de biorrefinarias são alternativas para substituir a demanda por óleo, carvão, gás natural e outras fontes de energias não renováveis. Além disso, a criação de métodos capazes de converter a matéria-prima de plantas em biomassa. O uso de produtos químicos, energia e outros elementos pode ser crucial para mover a economia mundial rumo a uma matriz energética renovável e sustentável (ROCHA, 2015).

Os setores industriais, como o das cerâmicas e siderúrgicas, precisam de fontes de biomassa que possam substituir a lenha, o carvão mineral e o gás natural, usados com frequência como fonte de energia em seus processos, com o objetivo de reduzir a exploração inadequada da floresta e também diminuir o uso de combustíveis fósseis e as emissões de gases de efeito estufa (MORAIS et al., 2009).

Dentre os cultivos energéticos dedicados à biomassa, os quais visam à produção e o uso de matérias-primas combustíveis para tal finalidade, merecem destaque: 1) florestas energéticas, principalmente o eucalipto, cujo sistema de produção é plenamente dominado Brasil e 2) gramíneas forrageiras perenes, tais como: cana-energia (*Saccharum* spp.), capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), sorgo biomassa (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e espécies dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria*, tendo em vista a sua facilidade de cultivo e colheita (MARAFON et al., 2016).

O capim-elefante é, reconhecidamente, uma das gramíneas que apresenta maior potencial produtivo, adaptando-se muito bem às condições de clima e solo de praticamente todo o Brasil, apresentando alta produção de biomassa (40 t – 45 t de massa seca anuais) e excelente plasticidade adaptativa a diferentes condições edafoclimáticas e sistemas de manejo cultural (MARAFON et al., 2014).

O capim-elefante é uma matéria prima lignocelulósica que tem atraído diversos setores, dentre eles, o de biocombustíveis. Gramínea de origem africana, o capim-elefante foi disseminado por todo o território brasileiro e em outros países de clima tropical por sua elevada produtividade e rápida colheita, que se dá em apenas seis meses de cultivo (CAMPOS, 2015). É uma gramínea perene de grande produtividade, que está distribuída em diferentes ecossistemas brasileiros. Possui fibras e lignina de alta relação carbono: nitrogênio (C:N) e, em conjunto com a alta produção de biomassa e captação de nitrogênio pelas folhas desta gramínea, favorece a sua eficiência para fins energéticos (EMERENCIANO NETO et al., 2019).



Diante disso, visto a demanda cada vez mais crescente do uso de energias renováveis, esse trabalho teve o objetivo de avaliar a importância do capim elefante como recurso bioenergético.

2. METODOLOGIA

Esse trabalho teve como método de pesquisa o de natureza exploratória, com revisão bibliográfica qualitativa, a partir de materiais já produzidos e que foram utilizados para compor a investigação. A pesquisa exploratória tem como objetivo principal desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores (GIL, 1999 APUD OLIVEIRA, 2011).

Com relação ao tipo de pesquisa dessa revisão de literatura, o trabalho se adequa como uma pesquisa bibliográfica, um dos métodos de pesquisa que serve como embasamento para todos os assuntos pesquisados, analisando variáveis que um problema pode ter, comparando opiniões e teses de diferentes autores que falem sobre o mesmo assunto.

A coleta de dados ocorreu através do levantamento das produções científicas, cujas referências bibliográficas foram baseadas em Livros, Artigos, Scopus, Scielo, trabalhos de conclusão de curso, teses de mestrado e doutorado. Os trabalhos científicos foram pré-selecionados e os considerados mais relevantes foram armazenados para melhor leitura e compreensão. Seguiu-se as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) para organizar as referências e citações.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. O CAPIM-ELEFANTE (*Pennisetum purpureum* Schum.)

3.1.1. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA E MANEJO

O capim-elefante, originário da África, foi descoberto em 1905 pelo Coronel Napier e introduzido no Brasil na década de 1920, por meio de estacas provenientes de Cuba, e atualmente é encontrado em todas as regiões do país (SILVA et al., 2023). Sua



rápida disseminação ocorreu devido ao seu elevado potencial na produção de matéria seca, adaptação à diversas condições edafoclimáticas, diversos sistemas e formas de exploração, rusticidade, facilidade de multiplicação, existência de várias cultivares, resistência a pragas, doenças e seca, além de apresentar bom valor nutritivo (ALVES et al., 2018).

É uma gramínea perene e de um crescimento cespitoso, podendo atingir de 3 a 5 metros de altura (Figura 1). Seus colmos são eretos e dispostos em touceiras com rizomas curtos. As folhas podem medir até 10 cm de largura e 110 cm de comprimento. Elas possuem uma nervura central larga, bainha lanosa, fina e estriada, e lígula curta e ciliada (ROSA et al., 2019).



Figura 1. Capim Elefante. PEREIRA (2016).

Apesar de sua classificação botânica ter sofrido modificações ao longo do ano, atualmente as espécies de *Pennisetum purpureum* pertencem à família *Poaceae*, subfamília *Panicoideae*, tribo *Paniceae*, gênero *Pennisetum* e espécie *Pennisetum purpureum*, Schum (LIMA, 2010).

De acordo com o mesmo autor, seu melhor desempenho acontece em temperaturas entre 25 e 40 °C, pois o capim-elefante é uma espécie tropical, sendo



interessante realizar seu cultivo em condições adequadas para que sua produtividade e seu valor nutritivo sejam alcançados.

Um manejo adequado da espécie forrageira é de fundamental importância para garantir que a produtividade alcançada permaneça em níveis esperados, sendo que o ganho de biomassa pode ser intensificado a partir do uso de técnicas que promovam maior produção (ALVES et al., 2018).

O capim-elefante deve ser cortado para ensilagem em um estágio de desenvolvimento onde o "equilíbrio nutritivo" esteja mais adequado, ou seja, quando seu rendimento de massa seca por área seja razoável, o teor proteico seja bom e os conteúdos das frações fibrosas no material sejam baixos. Altos níveis de umidade normalmente criam condições favoráveis para a produção de silagens de baixa qualidade, resultando em significativa decomposição proteica e, conseqüentemente, uma queda no valor nutritivo desse volumoso conservado. Apesar de ter cultivares com teores de carboidratos solúveis superiores a 16% na matéria seca, ainda está gerando silagens aceitáveis mesmo quando as taxas de carboidratos solúveis ficam abaixo de 13 a 15%. Embora tenha sido constatado que o poder tampão e os níveis de carboidratos solúveis do capim-elefante não são necessariamente fatores limitantes para a obtenção de silagens adequadas, destaca-se que é necessário um teor mínimo de matéria seca (FERREIRA JUNIOR; LAVEZZO, 2001).

De acordo com os mesmos autores, quando a relação entre carboidratos solúveis e poder tampão diminui, podem surgir fermentações indesejáveis. Uma fermentação ideal no silo é esperada quando a forragem a ser ensilada possui de 28 a 34% de matéria seca. Nestas condições, mesmo teores de carboidratos solúveis de 6 a 8% seriam adequados para promover fermentações lácticas, desde que o poder tampão não seja elevado. O emurchecimento antes da ensilagem frequentemente melhora a fermentação como um todo, especialmente a fermentação láctica. No entanto, é importante notar que o nível de desidratação geralmente não atinge os valores de matéria seca desejados, ou seja, 30% ou mais. Por outro lado, diversos estudos indicam que deixar o capim-elefante cortado e exposto ao sol por 6 a 12 horas aumenta o teor de matéria seca. Embora esse processo não atinja o nível ideal de 30 a 35% de matéria seca para a ensilagem, tem contribuído para a produção de boas silagens

Quando o capim-elefante é cultivado para fins energéticos o manejo adotado deve ser diferente do manejo usado quando se destina a alimentação animal, já que o



interesse não é uma planta com elevado teor de proteína e sim uma planta com maiores teores de fibras e lignina, com alta relação carbono: nitrogênio, alta produção de matéria seca e alto poder calorífico (QUESADA et al., 2004).

O aumento na idade de corte proporciona maior produção de biomassa seca e, conseqüentemente são encontrados teores elevados de carboidratos estruturais e lignina. Flores et al. (2013) concluíram que o corte efetuado aos 180 dias após o plantio resultou em maior produção, proporcionando acúmulo de biomassa superior, apresentando características favoráveis para seu uso na elaboração de energia renovável. Queiroz Filho et al. (2000) avaliando a produtividade do capim-elefante em distintos intervalos de corte (40, 60, 80, 100 dias), verificaram que a produção de matéria seca foi proporcional ao número de dias.

3.2. POTENCIAL ENERGÉTICO

O capim-elefante, uma espécie com elevada eficiência fotossintética, destaca-se por sua alta produção de matéria seca e por características qualitativas que o tornam relevante para estudos voltados à produção de bioenergia (QUESADA et al., 2004). Apesar de ainda não ser amplamente utilizado como fonte energética em comparação a outras culturas, como a cana-de-açúcar, o capim-elefante apresenta um maior potencial energético. Sua biomassa seca é capaz de fornecer 25 unidades de energia por cada unidade de energia de origem fóssil, enquanto a cana-de-açúcar gera apenas nove unidades (OSAVA, 2007). No Brasil, as primeiras pesquisas sobre o uso do capim-elefante para fins energéticos foram realizadas por Quesada (2001).

Habitualmente, o poder calorífico superior da matéria seca do capim elefante é estimada em torno 4.200 Kcal/ kg (BORGES et al., 2016). Vilela (2008) encontrou um valor para o poder calorífico de capim elefante cv. Carajás a 4.298 Kcal/ kg, enquanto Pereira et al. (1999), mediram o poder calorífico do capim elefante var. Napier a 4.170 Kcal/ kg.

Além da alta produtividade, o capim-elefante possui outras características desejáveis para a produção de energia a partir da biomassa, como altos teores de fibras e lignina em seus colmos. Estudos de Quesada et al. (2004) indicam que o capim-elefante, com fibras em detergente ácido acima de 50% e lignina superior a 10%, destaca-se na produção de bioenergia. Segundo Quesada (2005), a planta também apresenta altos



níveis de biomassa, com teores de fibra variando entre 50% nas folhas e 55% nos colmos. Embora esses valores sejam inferiores aos de outras espécies, como o eucalipto, a produtividade e o número de cortes anuais compensam essa diferença.

Segundo Lopes (2004), o capim elefante apresenta vários cultivares que podem ser divididos em cinco grupos, de acordo com a época de florescimento, pilosidade da planta, diâmetro do colmo, formato da touceira, largura da folha, número e tipos de perfilhos. Esses grupos são o Anão; o Cameroon, com as cultivares “Cameroon, Piracicaba, Vruckwona e Guaçú”; o Mercker; e o Napier, com as cultivares “Napier, Mineiro, Taiwan A – 146”. Hoje também existe híbridos interespecies resultantes dos cruzamentos entre espécies de *Pennisetum*, principalmente *P. purpureum* e *P. glaucum* (*ex. americanum*).

A idade de corte também influencia diretamente o rendimento da biomassa, com ganhos significativos na produção de matéria seca. Estudos buscam determinar frequências ideais de corte para maximizar o potencial do capim-elefante. O manejo deve incluir adubação adequada, especialmente com nitrogênio, fósforo e potássio, que aumentam a produção forrageira (GOMIDE, 1997). A aplicação de nitrogênio, por exemplo, está diretamente associada ao aumento da produção de matéria seca em gramíneas tropicais (QUADROS et al., 2002). Este elemento, essencial para o desenvolvimento das plantas, compõe de 20 a 40 g/kg da matéria seca e é parte fundamental de diversos tecidos vegetais (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Considerando as características favoráveis do capim-elefante para aplicação energética, pesquisas recentes buscam aprimorar o aproveitamento de sua biomassa como uma alternativa viável de energia. Nesse contexto, é necessário redefinir as prioridades em relação às características desejadas dessa planta (SAMSON et al., 2005). Portanto, práticas de adubação que eliminem os efeitos da baixa fertilidade do solo são essenciais para que o capim-elefante alcance seu máximo potencial produtivo (RODRIGUES et al., 2005). O nitrogênio, em especial, desempenha papel central no crescimento e no desenvolvimento das plantas, afetando a relação fonte-dreno e a distribuição de assimilados entre órgãos vegetativos e reprodutivos (PORTO et al., 2012).

3.3. CULTIVARES COM ELEVADO POTENCIAL ENERGÉTICO



O capim-elefante (*P. purpureum* Schum.), com sua alta taxa de crescimento e consequente produção abundante, apresenta um grande potencial para uso energético (ALVES, 2018). Por ser uma espécie que possui uma alta eficiência fotossintética, o capim-elefante apresenta uma alta produção de matéria seca e mostra boas características qualitativas, tornando-o uma espécie que merece destaque no estudo para produção de bioenergia (QUESADA et al., 2004).

Dentro da espécie do capim-elefante, existem cultivares que são adequados para a produção de biomassa energética. Entre eles, podemos destacar: a cultivar Guaçu, originária da África, que apresenta uma produção de matéria seca variando entre 25 e 79 toneladas por hectare por ano, dependendo da adubação, da frequência de corte e de outras práticas de manejo (PEREIRA, 1992). Esse capim demonstrou um aumento nos teores de matéria seca à medida que as doses de nitrogênio aplicadas aumentaram e a frequência de corte diminuiu, o que evidencia seu potencial para a produção de biomassa (ANDRADE et al., 2000).

O cultivar Camerom apresenta uma alta produção de biomassa, principalmente na época seca, e altos teores de fibra, tornando-o favorável para a geração de bioenergia (QUESADA et al., 2004; MORAIS et al., 2009). Quesada (2005) avaliou essa cultivar para fins energéticos em diferentes condições edafoclimáticas e mostrou que o cultivar apresentou bons resultados para geração de energia, como alta produção de matéria seca, alto teor de fibra e lignina.

O cultivar roxo é bastante estudado na alimentação animal por apresentar uma ótima relação folha/colmo e alta produção. Apesar de apresentar uma menor produção quando comparado a outros cultivares, mostra bons resultados qualitativos na biomassa que são favoráveis à bioenergia (QUESADA, 2005).

A cultivar Gramafante também tem se destacado em estudos, atingindo mais de cinco metros de altura e formando touceiras densas. Essas características, combinadas com sua alta rusticidade, facilidade de multiplicação e resistência considerável à seca e ao frio, justificam sua indicação como uma cultivar de grande potencial energético (OLIVEIRA, 2001). Para Quesada (2005), essa alta capacidade de produzir perfilhos e elevada produção de biomassa do cultivar Gramafante são características consideradas importantes quando se estuda planta para serem usadas com finalidades energéticas.

As cultivares CNPGL F 06-3 e CNPGL F 79-2 apresentam rápido crescimento pós corte e alta capacidade de perfilhamento, rápida expansão da touceira e ótimo poder



germinativo dos colmos. Estudos mostram o potencial qualitativo e quantitativo da biomassa das cultivares para fins energéticos (QUESADA, 2005).

Ao avaliar o capim-elefante cv. Carajás submetidos à combinação de diferentes idades de corte (60, 5 e 90 dias) e de fertilização nitrogenada (200 e 400 kg/ha), Lima et al. (2016), obtiveram uma densidade variando de 1,422 a 1,503 g/cm³ para combinação da menor idade com a menor dose e maior idade com maior dose de adubo nitrogenado, respectivamente. Enquanto, Yamaji et al. (2013), encontraram uma densidade para o capim-elefante de 0,87 g/cm³. Tavares e Santos (2013), relataram um poder calorífico para o capim-elefante e capim-vertiver de 4061,17 e 3765,99 kcal/kg, respectivamente, mostrando a superioridade energética do capim-elefante sobre outras poáceas.

O uso do capim-elefante como biocombustível apresenta importante função socioeconômica, como geração de emprego incremento na rotatividade de recursos ao município (DELFINO, 2009). Por exemplo, em 2010, no município São Desiderio - BA, a empresa Sykué Bioenergya Eletricidade implantou a primeira usina termelétrica do Brasil que produz eletricidade a partir da queima de capim-elefante, com capacidade de 30 Megawatts por hora, sendo essa quantidade suficiente para abastecer uma cidade de 30 mil habitantes (BISPO, 2010).

3.4. VANTAGENS E DESVANTAGENS

O capim-elefante está entre as espécies com maior eficiência fotossintética, ou seja, aquelas que apresentam melhor aproveitamento da energia solar e sua conversão em biomassa. Isso resulta em uma grande capacidade de acumulação de matéria seca. É uma planta perene, cespitosa, de porte ereto, capaz de atingir mais de 3 m de altura. Desenvolve-se bem desde o nível do mar até altitudes de 2200 m, com temperaturas variando de 18°C a 30°C e precipitações de 800 a 4000 mm por ano. No entanto, o desenvolvimento ideal ocorre em altitudes de até 1500 m e com temperaturas em torno de 24°C. Esta gramínea apresenta altas produções em dias longos, sendo classificada como planta de dia longo. Em relação à fertilidade do solo, o capim-elefante se adapta bem a diversos tipos de solos, desde que tenham umidade adequada e boa drenagem. Além dessas características, possui alta rusticidade, fácil multiplicação, considerável resistência à seca e ao frio, bom valor nutritivo e palatabilidade, além de alcançar elevadas produtividades por área (ZANETTI, 2010).



Por apresentar um sistema radicular desenvolvido, o capim elefante pode contribuir de forma eficiente para aumentar o conteúdo de matéria orgânica ou o sequestro de carbono no solo. Esta gramínea também apresenta baixa necessidade de adubação devido à sua capacidade de reciclagem de nutrientes pelo rizoma e poucas pragas ameaçam esta cultura, o que contribui para redução do uso de defensivos agrícolas (MORAIS, 2008).

Destaca-se por sua alta produção, que faz dele uma das mais importantes forrageiras do mundo, pois congrega diferentes tipos de materiais genéticos, como híbridos interespecíficos, ecotipos, clones e variedades que ampliam consideravelmente sua área de adaptação ambiental, sendo capaz de resistir às condições climáticas desfavoráveis, como seca e frio (FREITAS et al., 2000).

Outra vantagem do capim elefante é seu elevado teor de fibra, que se apresenta com boas perspectivas como fonte de energia. A energia da biomassa é a energia solar acumulada por meio do metabolismo da planta durante a fotossíntese. Assim, quanto maior o crescimento da massa vegetal em um período mais curto, mais eficiente será o uso da energia solar pela planta. Por esse motivo, as gramíneas forrageiras têm um crescimento mais rápido em comparação a outras fontes vegetais (AZEVEDO, 2000).

De acordo com Osava (2007), a biomassa seca do capim elefante pode gerar 25 unidades de energia para cada uma de origem fóssil consumida em sua produção. A cana-de-açúcar que até pouco tempo era líder em eficiência energética é capaz de alcançar somente nove unidades por cada uma consumida.

Segundo Salgado (2010), é demonstrado que a eficiência energética do capim elefante com relação à produtividade média do capim elefante é de 40 toneladas de matéria seca por hectare (Figura 2), bem superior ao rendimento médio da cana-de-açúcar que é de 20 ton. de matéria seca/ha e o eucalipto produzindo em torno de 15 toneladas na mesma área.

Economicamente, para a produção de etanol 2G, a biomassa de capim-elefante tem vantagens sobre outras importantes matérias-primas agrícolas, tais como milho, soja e cana-de-açúcar devido ao seu curto período de produção, a custo bem menor e sem interferir significativamente na produção de alimentos (VAN ZYL et al., 2011). O capim elefante é nativo da África e foi introduzido no Brasil por volta de 1920. É bastante eficiente na fixação do CO₂ através da fotossíntese. A principal vantagem, no

entanto, é a do aproveitamento de biomassa com alta capacidade de desenvolvimento mesmo em condições climáticas e de solos adversas (GONZALES et al., 2012).

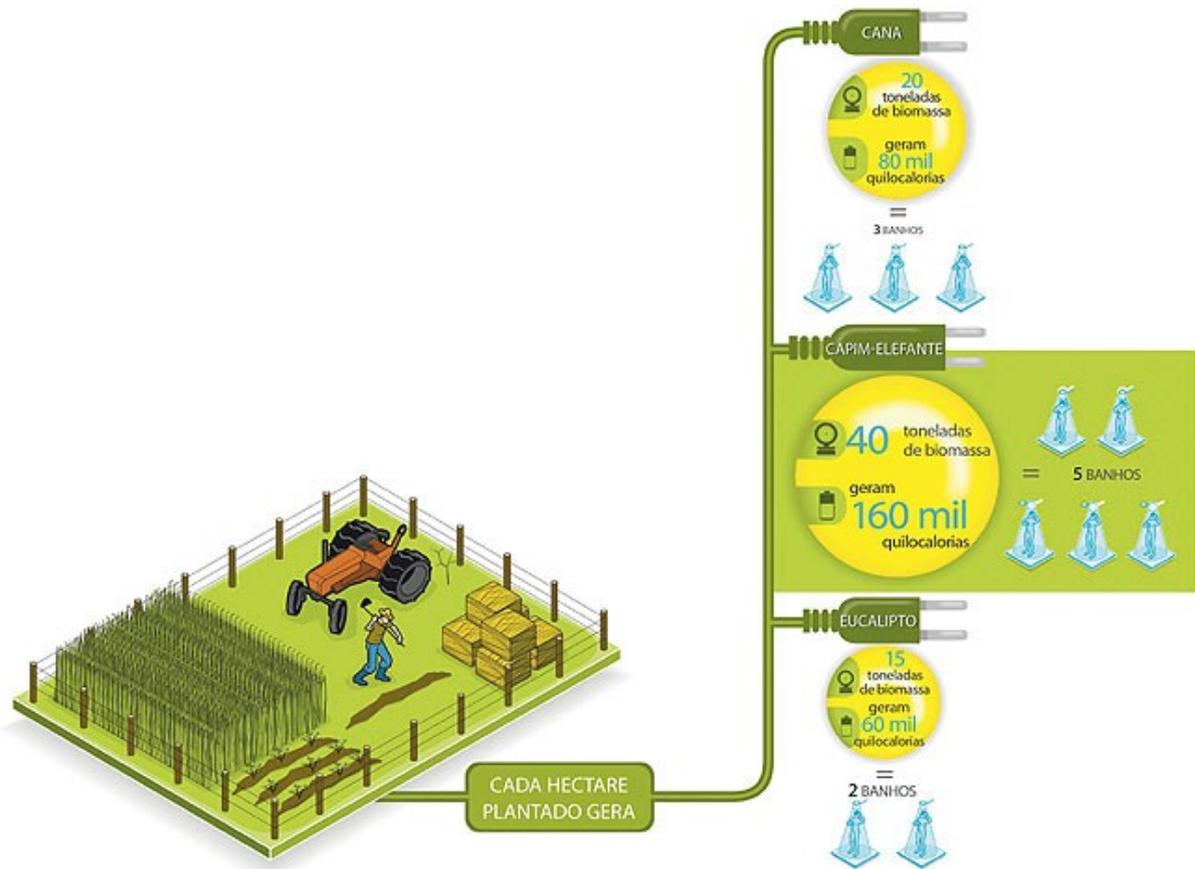


Figura 2. Exemplo da eficiência energética do capim elefante. Fonte: Salgado (2010).

Tendo também desvantagens, o capim-elefante não se adapta a solos que apresentem má drenagem ou a solos inundados, apresenta uma alta exigência em fertilidade do solo, pouca tolerância a solos de pH baixo e com alto teor de alumínio (DERESZ et al., 1994). Como o capim-elefante não tolera solos encharcados, áreas que estão sujeitas a sofrer inundação ou que tenham possibilidade de elevação do lençol freático devem ser evitadas. Áreas que tenham declive maior de 25 a 30% não devem ser usadas para o plantio, uma vez que são de difícil mecanização, e como o capim-elefante possui um crescimento cespitoso, no início do estabelecimento pode deixar o solo descoberto facilitando a erosão (ALVES et al., 2018).



3.5. PERSPECTIVAS FUTURAS

O capim-elefante é uma forrageira tropical de origem africana, que apresenta alta capacidade de produção e qualidade no acúmulo de matéria seca. As vantagens comparativas do capim-elefante para a produção de biomassa em relação a outras fontes incluem: maior produtividade, menor tempo de produção, energia renovável e maior fixação de carbono. As características desejáveis para uso energético, destaca-se por ser uma planta rica em fibras, lignina e celulose (lignocelulósica), com alta relação C:N, com o intuito de produzir um material de boa qualidade e com mínimo consumo de energia fóssil. Como seus produtos não estão diretamente presentes na dieta humana e por ser utilizável em sua totalidade, o capim-elefante está à frente de outras gramíneas usadas como fonte de energia. Nesse sentido, o capim-elefante tem ganhado destaque como uma das principais espécies forrageiras utilizadas na produção de energia (SILVA, 2023).

A biomassa lignocelulósica é a terceira maior fonte de energia do planeta e uma das fontes renováveis de carbono mais abundantes na natureza, tornando-se uma candidata muito adequada para a produção de biocombustíveis e outros produtos de valor agregado (OJHA et al., 2021). Assim, estudos sobre o aproveitamento da biomassa vegetal para uso como fonte alternativa de energia vem ganhando notoriedade (COELHO et al., 2022; JUNIOR et al., 2022; IYYAPPAN et al., 2023). Estudos sobre a viabilidade econômica da utilização do capim-elefante como fonte energética evidenciam a possibilidade de sucesso desta biomassa como matriz energética no Brasil (MARAFON et al., 2020).

A inserção do capim-elefante na matriz energética nacional tem papel estratégico. Primeiramente, ele pode ser uma ferramenta de descentralização da produção, permitindo a geração de eletricidade e a produção de biocombustíveis em locais onde a construção de hidrelétricas ou o cultivo de biomassas tradicionais não é possível. O Ministério das Minas e Energia prevê a necessidade de aumentar a capacidade instalada de geração de energia no Brasil dos atuais 124,8 GW para 195,9 GW até 2025 (CHIES, 2015).

As biorrefinarias podem valorizar biomassa lignocelulósica em biomateriais, químicos e energia mais sustentáveis, origina novos produtos e abre possibilidades para a sustentabilidade no quadro da economia circular. As oportunidades potenciais no



desenvolvimento de novos produtos contribuirão para alargar o âmbito da investigação nesta área. As tendências futuras estão sendo direcionadas para a biotecnologia da lignocelulose, engenharia genética, e a engenharia de energia para melhoria de processos e produtos. Para superar os problemas energéticos atuais, prevê-se que a biomassa lignocelulósica do capim elefante, considerada uma biotecnologia verde, seja o foco principal de pesquisas futuras (SILVA, 2023).

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que o capim elefante é uma gramínea com grande potencial produtivo e energético que se adapta muito bem as condições de clima e solo de todo o Brasil. É uma gramínea perene de grande produtividade que está distribuída em diversos ecossistemas brasileiros.

Possui fibras e lignina de alta relação carbono: nitrogênio (C:N) e, em conjunto com a alta produção de biomassa e captação de nitrogênio pelas folhas desta gramínea, favorece a sua eficiência para fins energéticos. Destaca-se por sua alta produção de matéria seca e por características qualitativas que o tornam relevante para estudos voltados à produção de bioenergia.

O capim-elefante tem se mostrado atraente para o mercado energético em diferentes contextos, como na produção de energia térmica, biocombustíveis sólidos (pellets e briquetes) e até etanol celulósico, intensificando diversos estudos com o intuito de analisar seu desempenho como uma cultura energética.

Portanto, o capim-elefante se apresenta como uma alternativa promissora para o setor energético, contribuindo significativamente para a diversificação das fontes de energia renovável e para a promoção de práticas mais sustentáveis no Brasil, alinhando-se aos desafios globais de redução das emissões de carbono e de aumento da segurança energética.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, F. G. S.; SILVA, S. F.; SANTOS, F. N. S.; CARNEIRO, M. S. S. Capim-elefante: um recurso bioenergético. *Nucleus Animalium*, v.10, n.2, p. 117-130, 2018.



ANDRADE, J. B. D.; FERRARI JUNIOR, E.; BEISMAN, D. A. **Avaliação do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* schum.) visando o carvoejamento.** In: Proceedings of the 3. Encontro de Energia no Meio Rural, 2000.

AZEVEDO, P. B. M. **Aspecto econômico da produção agrícola do capim-elefante.** In: Encontro de Energia no Meio Rural, 2000. Anais do Encontro de Energia no Meio Rural.

BISPO, J. São Desiderio é sede da primeira termelétrica do Brasil movida à biomassa. **Jornal de São Desiderio**, São Desiderio-Bahia. Edição zero, p. 03. 2010.

BORGES, L. S.; AQUINO, F. C.; EVANGELISTA, A. F. Potencial do capim elefante para geração de bioenergia - revisão. **Nutritime Revista Eletrônica**, on-line, Viçosa, v.13, n.1, p.4518-4523, 2016.

BOSS, B. S. **PROSPECÇÃO DO POTENCIAL ENERGÉTICO PARA PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DO CAPIM-ELEFANTE BRS CAPIAÇU (*Pennisetum purpureum* Schum).** 2023. 76 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2023.

CAMPOS, B. B. **PRODUÇÃO DE ETANOL EM BIOMASSA DE CAPIM-ELEFANTE POR *Kluyveromyces marxianus* CCT 7735.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, 34 p., 2015.

CHIES, V. **Pesquisa investe em capim como fonte de energia.** Embrapa Agroenergia, 2015. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2422024/pesquisa-investe-em-capim-como-fonte-de-energia>. Acesso em: 06/02/2025.

COELHO, F. F.; DONATO, T. P.; SILVA, G. H.; OTENIO, M. H.; MACHADO, J. C. **Caracterização do potencial energético do caldo de capim-elefante para a produção de biogás.** Anais do XXVI Workshop de Iniciação Científica da Embrapa Gado de Leite, PIBIC/CNPq, 2022.

DELFINO, J. Capim-elefante nas olarias: Nova alternativa para aquecer os fornos na Baixada Campista. **Jornal O Diário**, Campos dos Goytacazes, RJ p.6. 2009.

DERESZ, F.; CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E.; et al. Utilização do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* shum.) na produção de leite. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS DE PASTAGEM**, Campinas, p.183-199, 1994.

EMERENCIANO NETO, J. V.; BEZERRA, M. G. S.; FRANÇA, A. F.; AGUIAR, E. M.; DIFANTE, G. S. **CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E PRODUTIVAS EM**



HÍBRIDOS INTRAESPECÍFICOS E INTERESPECÍFICOS DE CAPIM-ELEFANTE.

Cienc. anim. bras., Goiânia, v. 20, p. 1-11, e-46788, 2019.

FERREIRI JÚNIOR, E.; LAVEZZO, W. Qualidade da Silagem de Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) Emurcheado ou Acrescido de Farelo de Mandioca.

Revista Brasileira de Zootecnia, São Paulo, v. 30, n. 5, p. 1424-1431, 2001.

FLORES, R.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; COLLIER, L. S.; ZANETTI, J. B.; PRADO, R. M.; Nitrogênio e idade de corte na qualidade da biomassa de capim-elefante para fins agroenergéticos cultivado em Latossolo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 127-136, 2013.

FREITAS, N. S. A.; FALCÃO, T. M. M. A.; BURITY, H. A.; TABOSA, J. N.; SILVA, M. V. Caracterização e diversidade genética do Capim-Elefante e seus híbridos com Milheto mediante padrões enzimáticos. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.35, n.6, p.1125-1133, jun. 2000.

GOMIDE, J. A. **Formação e utilização de capineira de capim-elefante**. In: CARVALHO, M.M.; ALVIN, M.J.; XAVIER, D.F. et al. (Eds). Capim elefante: produção e utilização. 2º ed. Embrapa - Gado de Leite, p.81-115, 1997.

GONZALEZ, R.; DAYSTAR, J.; JETT, M.; TREASURE, T.; JAMEEL, H.; VENDITTI, R.; PHILLIPS, R. Economics of cellulosic ethanol production in a thermochemical pathway for softwood, hardwood, corn stover and switchgrass. **Fuel Processing Technology**, v. 94, n. 1, p. 113-122, 2012.

IYYAPPAN, J.; PRAVIN, R.; AL-GHANIM, K. A.; GOVINDARAJAN, M.; NICOLETTI, M.; BASKAR, G. Dual strategy for bioconversion of elephant grass biomass into fermentable sugars using *Trichoderma reesei* towards bioethanol production. **Bioresour. Technol.**, v. 374, 2023.

JUNIOR, E. G. S.; SILVEIRA, T. C.; PEREZ, V. H.; JUSTO, O. R.; DAVID, G. F.; FERNANDES, S. A. Fast pyrolysis of elephant grass: Intensification of levoglucosan yield and other value-added pyrolytic by-products. **Journal of the Energy Institute**, v. 101, p. 254-264, 2022.

LIMA, F. M. **Desempenho agrônômico e valor nutritivo do capim-elefante (*Pennisetum Purpureum*, Schum) submetido a diferentes doses de nitrogênio no solo**. Rio Largo, 2010. 23 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias, Rio Largo.



- LIMA, J. S.; RIBEIRO, M. X.; AMORIM, F. S.; BORGES, C. H. A.; SOUZA, M. P.; ABREU, Y. K. L. Produção e avaliação de briquetes de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivados com doses de nitrogênio. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 2, p. 29-36, 2016.
- LOPES, B. A. **O Capim-Elefante**. Seminário apresentado à disciplina 645 (Métodos nutricionais e alimentação de ruminantes) Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Agrárias - Departamento de Zoologia, Viçosa, 56p, 2004.
- MARAFON, A. C.; SANTIAGO, A. D.; CAMÂRA, T. M. M.; RANGEL, J. H. A.; AMARAL, A. F. C. LEDO, F. J. S.; BIERHALS, A. N.; PAIVA, H. L. **Potencial produtivo e qualidade da biomassa de capim-elefante para fins energéticos**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, Circular Técnica 68, 6 p., 2014.
- MARAFON, A. C.; SANTIAGO, A. D.; AMARAL, A. F. C.; BIERHALS, A. N.; PAIVA, H. L.; GUIMARÃES, V. S. **Poder Calorífico do Capim-Elefante para a Geração de Energia Térmica**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 115. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracajú-SE, 28 p., 2016.
- MARAFON, A.C.C.; AMARAL, A.F.C.; MACHADO, J.C.; CARNEIRO, J.; BIERHALS, A.N.; GUIMARÃES, V.S. Elephant Grass **Biomass Attributes for Bioenergetic Applications Compared to Other Feedstocks**. Available at SSRN, 2020. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3598084.
- MORAIS, R. F. **Potencial produtivo e eficiência da fixação biológica de nitrogênio de cinco genótipos de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), para uso como fonte alternativa de energia**. 2008. 73f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.
- MORAIS, R. F.; SOUZA, B. J.; LEITE, J. M.; SOARES, L. H. B.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. Elephant grass genotypes for bioenergy production by direct biomass combustion. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF**, v. 44, p. 133-140, 2009.
- OJHA, D.K.; VINU, D.; VINU, R. Fast pyrolysis kinetics of lignocellulosic biomass of varying compositions. **Energy Convers. Manag.**, v. 10, 2021.
- OLIVEIRA, M. C. **Gramafante: uma nova cultivar de capim elefante para o Vale do São Francisco**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 57. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 14 p., 2001.



OLIVEIRA, M. F. **Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em administração**. Universidade Federal de Goiás – UFG. Catalão - GO, 72 p., 2011.

OSAVA, M. **Capim elefante, novo campeão em biomassa no Brasil**. Rio de Janeiro: IPS, 2007. Disponível em: <<http://www.biotecnologia.com.Br/bionoticias/noticias.asp?id=3502>>. Acesso em: 13 nov. 2024.

PEREIRA, J. A.; AZEVEDO, A. R.; SALES, R. O.; PIMENTEL, J. C. M.; ALVES, A. A.; CASTRO, A. B. Composição química da silagem de capim elefante cv. Napier (*Pennisetum purpureum*, Schum) com diferentes níveis de leucena cv. Cunningham (*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit). **Revista Ciência Produção Animal**, v.1, p.192-204, 1999.

PEREIRA, A. V. **Escolha de variedades de capim-elefante**. SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, Piracicaba, p.47-62, 1992.

PEREIRA, A. V. 2016. **BRS Capiacú – Nova Cultivar de Capim Elefante**. EMBRAPA GADO DE LEITE. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/3344002/brs-capiacu---nova-cultivar-de-capim-elefante>. Acesso em: 16/11/24.

PORTO, M. L. A.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; ALVES, J. C.; ARRUDA, J. A. Produtividade e acúmulo de nitrato nos frutos de abobrinha em função da adubação nitrogenada. **Bragantia**, v.71, p.190-195, 2012.

QUADROS, D. G.; RODRIGUES, L. B. A.; FAVORETTO, V.; MALHEIROS, E. B.; HERLING, V. R.; RAMOS, A. K. B. Componentes da produção de forragem em pastagens dos capins Tanzânia e Mombaça- adubados com quatro doses de NPK. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1333-1342, 2002.

QUEIROZ FILHO, J. L.; SILVA, D. S.; NASCIMENTO, I. S. Produção de matéria seca e qualidade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar Roxo em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 69-74, 2000.

QUESADA, D. M. **Seleção de genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) para a alta produção de biomassa e eficiência da fixação biológica de nitrogênio (FBN)**. 2001. 86p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

QUESADA, D. M.; BODDEY, R. M.; REIS, V. M.; URQUIAGA, S. **Parâmetros Qualitativos de Genótipos de Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)**



- estudados para a produção de energia através da Biomassa.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia. 2004. 4p. (Embrapa Agrobiologia. Circular Técnica 8).
- QUESADA, D. M. **Parâmetros quantitativos e qualitativos da biomassa de genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com potencial para uso energético, na forma de carvão vegetal.** 2005. 65f. Tese - (Doutorado em Agronomia e Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- ROCHA, J. R. A. S. C. **PRÉ-MELHORAMENTO DE CAPIM-ELEFANTE PARA PRODUÇÃO DE BIOENERGIA.** 2015. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Genética e Melhoramento, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa Minas Gerais – Brasil, 2015.
- RODRIGUES, B. H. N.; MAGALHÃES, J. A.; LOPES, E. A. Irrigação e adubação nitrogenada em três gramíneas forrageiras no Meio-Norte do Brasil. **Revista Ciência Agrônômica**, v.36, p.274-278, 2005.
- ROSA, P. P.; SILVA, P. M.; CHESINI, R. G.; OLIVEIRA, A. P. T.; SEDREZ, P. A.; FARIA, M. R.; LOPES, A. A.; ROLL, V. F. B.; FERREIRA, O. G. L. Características do capim elefante *Pennisetum purpureum* (Schumach) e suas novas cultivares BRS kurumi e BRS Capiacú. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 25, ns. ½, p. 70-84, 2019.
- SALGADO, R. O capim que gera energia. **Época NEGÓCIOS**, 2010. Disponível em: <http://epocanegocios.globo.com/revistas/common/0,,EMI1131148-16368-1,00-O+CAPIM+QUE+GERA+ENERGIA.html>. Acesso em: 20 mai. 2015.
- SAMSON, R.; MANI, S.; BODDEY, R.; SOKHANSANJ, S.; QUESADA, D.; URQUIAGA, S.; REIS, V.; HO LEM, C. The potential of c4 perennial grasses for developing a global Bioheat Industry. **Plant Science**, Limerick, v.24, p.1-35, 2005.
- SILVA, G. H. **Potencial Produtivo e Qualidade da Biomassa do Capim-Elefante para Fins Energético.** Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Matão. Trabalho de Conclusão de Curso, 38 p., 2023.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3 ed. Porto Alegre: Artmed, p.719, 2004.
- TAVARES, S. R. L.; SANTOS, T. E. Uso de diferentes fontes de biomassa vegetal para produção de biocombustíveis sólidos/Use of diferente sources of biomass plant for the production of solid biofuel. **Holos**, v. 29, n. 5, p. 19, 2013.



VAN ZYL, W. H.; CHIMPHANGO, A. F. A.; DEN HAAN, R.; GORGENS, J. F.; CHIRWA, P. W. C. Next-generation cellulosic ethanol technologies and their contribution to a sustainable Africa. **Interface Focus**, v. 1, n. 2, p. 196-211, 2011.

VILELA, H. Capim elefante Paraíso na produção de energia. **Proceedings online**, 2008.

YAMAJI, F. M.; VENDRASCO, L.; CHRISOSTOMO, W.; FLORES, W. P. Análise do comportamento higroscópico de briquetes. **Energia na Agricultura**, v. 28, n. 1, p. 11-25, 2013.

ZANETTI, J. B. **Identificação de Genótipos de Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.) de Alta Produção de Biomassa com Qualidade para Fins Energéticos**. 2010. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Instituto de Agronomia Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Seropédica, RJ, 2010.