

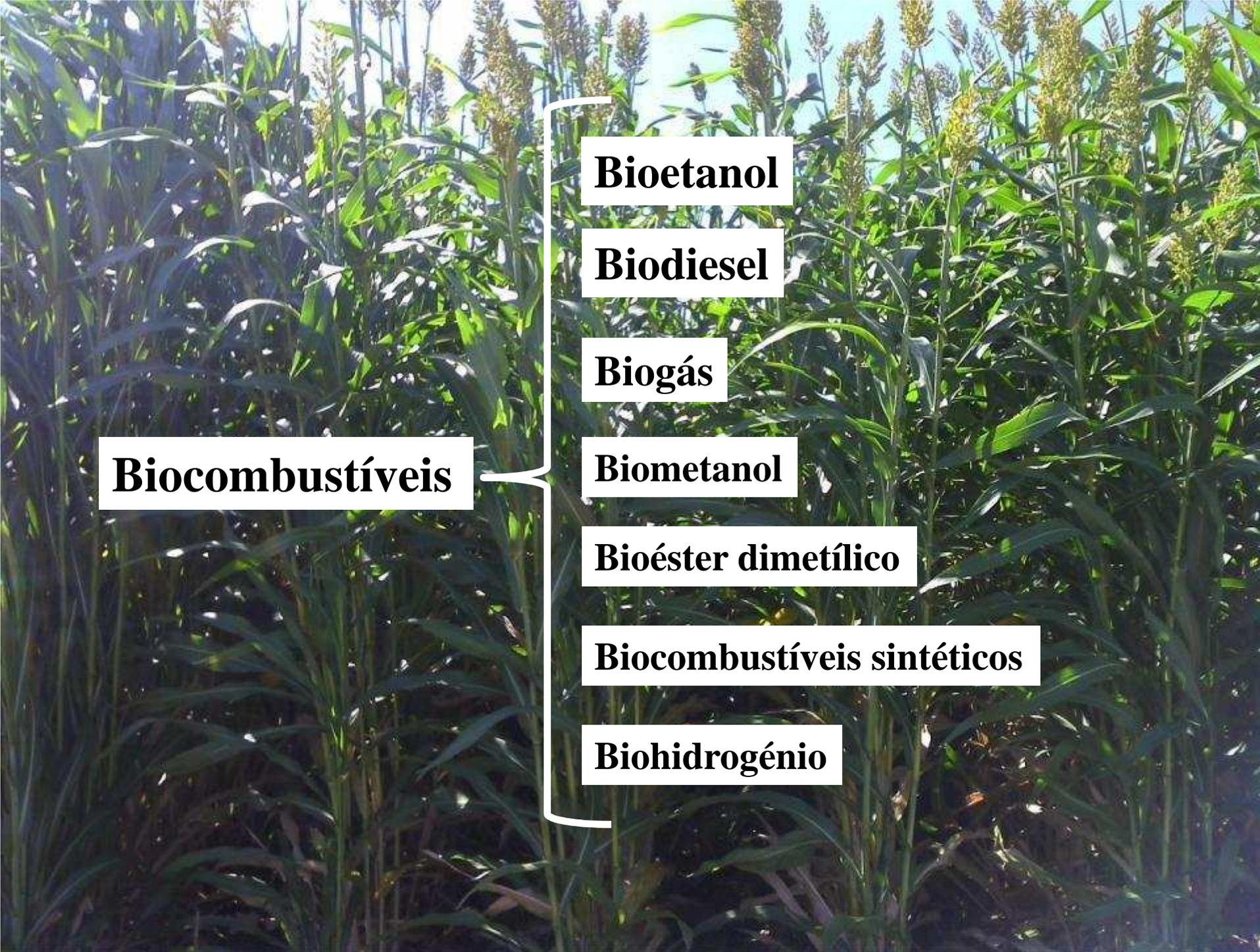
(BIO)ENERGIA

JOSÉ MANUEL GODINHO CALADO

WORKSHOP

Culturas Energéticas – Potencialidades do Sorgo Sacarino nas Condições de Portugal

ABRIL 2013



Biocombustíveis

Bioetanol

Biodiesel

Biogás

Biometanol

Bioéster dimetílico

Biocombustíveis sintéticos

Biohidrogénio

Bioetanol

O bioetanol é obtido por fermentação de biomassa, ou seja, por um processo biológico anaeróbico que converte os açúcares em álcool.

→ Maioritariamente utiliza leveduras, espécie *Saccharomyces cerevisiae*.

→ Plantas com elevado teor de açúcar (cana de açúcar, sorgo sacarino), com elevado teor de amido (cereais de outono-inverno e milho) ou plantas celulósicas (madeira, palha).

→ Plantas com elevado teor em açúcar são as de maior interesse porque a solução passa pelo esmagamento mecânico. Posteriormente procede-se à fermentação e a água e o álcool produzidos são separados por destilação.

Culturas com potencial para produzir bioetanol

Biocombustíveis de primeira geração

Biocombustíveis de segunda geração

Cereais

Culturas produtoras de açúcares

Culturas lenho-celulósicas

Milho

**Cereais de Outono-Inverno.
Trigo, cevada e triticale**

Cana de açúcar

Sorgo sacarino

Beterraba sacarina

Miscanthus

Cana

Eucalipto

***Sorghum bicolor ssp. saccharatum* - sorgo sacarino**

Condições ecofisiológicas

Suporta temperaturas elevadas.

Apresenta alguma tolerância à acidez do solo. Desenvolve-se de forma aceitável em zonas secas e quentes e atinge altas produções de matéria seca.

**Grande abrangência geográfica
52° N a 40° S**



O sorgo apresenta tolerância à secura, adaptando-se a climas áridos devido às seguintes características:

Sistema radical muito desenvolvido e fibroso;

Baixo nível de transpiração relativamente à capacidade de absorção radical;

O enrolamento das folhas reduz a superfície foliar exposta à transpiração;

A cobertura cerosa dos caules e das folhas também representa uma proteção contra a secura.



O sorgo é mais exigente em temperaturas do que o milho, com uma mínima para crescimento de 15 °C e ótimas entre 24 e 30 °C.



Condiciona o período de sementeira





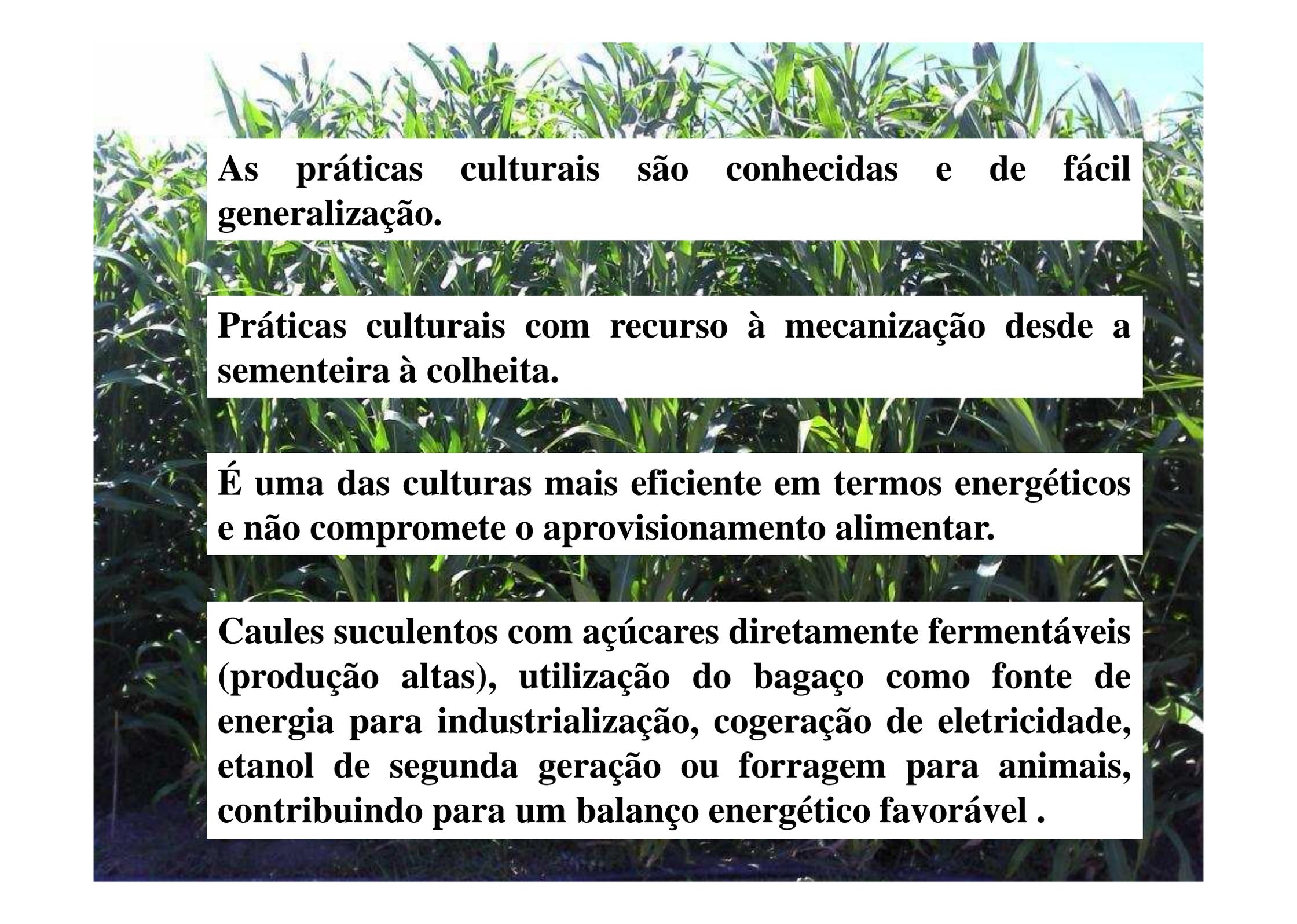
Interesse do sorgo sacarino

Ciclo vegetativo com curta duração (90 a 120 dias).

Menos exigente em solos e água do que outras culturas que produzem açúcares (ex: cana sacarina, que apresenta um ciclo vegetativo mais longo).

Relativamente ao milho é menos exigente em solos, água e fertilizantes.

Cultura tolerante à secura e à baixa fertilidade do solo.

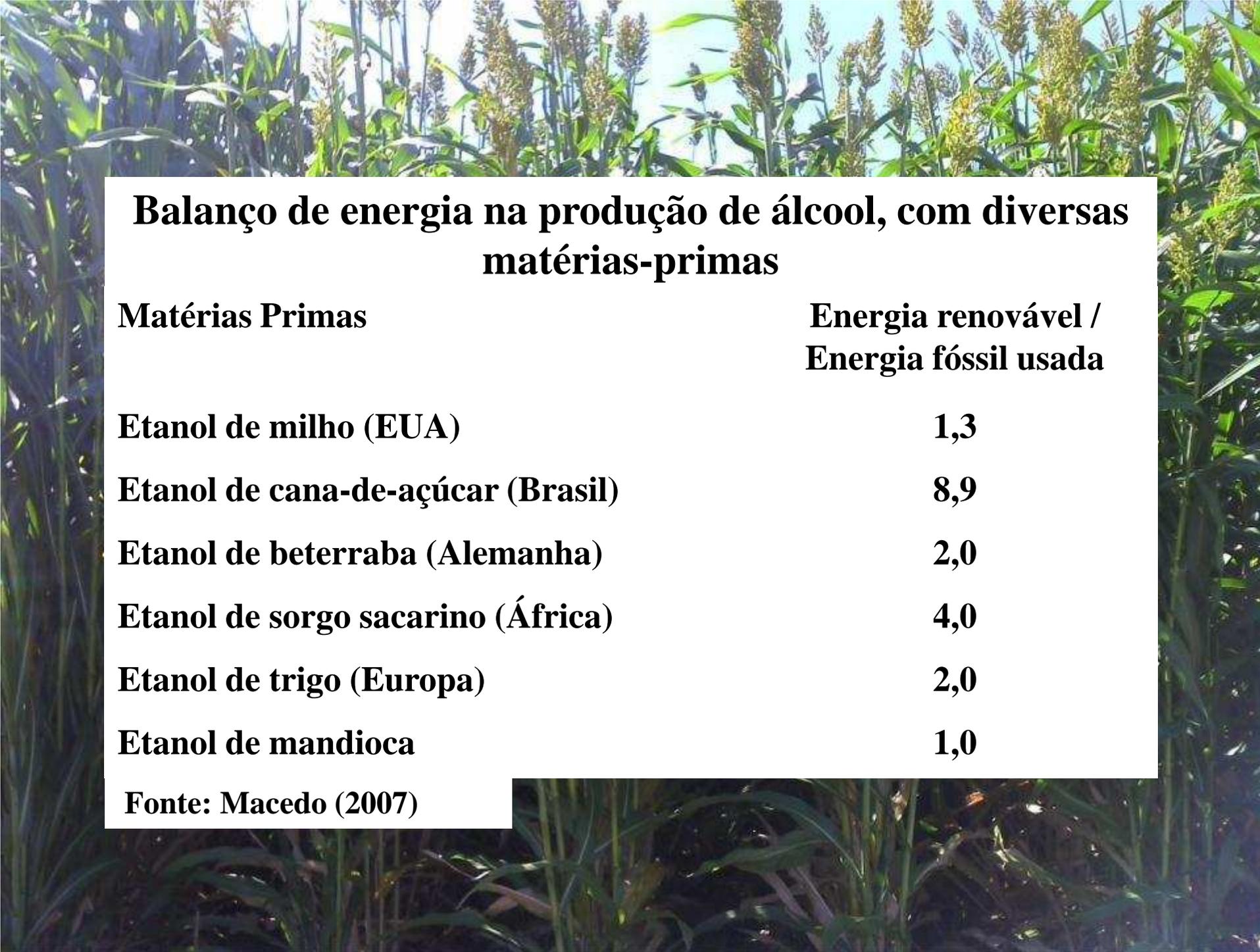


As práticas culturais são conhecidas e de fácil generalização.

Práticas culturais com recurso à mecanização desde a sementeira à colheita.

É uma das culturas mais eficiente em termos energéticos e não compromete o aprovisionamento alimentar.

Caules suculentos com açúcares diretamente fermentáveis (produção altas), utilização do bagaço como fonte de energia para industrialização, cogeração de eletricidade, etanol de segunda geração ou forragem para animais, contribuindo para um balanço energético favorável .



Balanco de energia na producao de alcool, com diversas mat6rias-primas

Mat6rias Primas	Energia renov6vel / Energia f6ssil usada
Etanol de milho (EUA)	1,3
Etanol de cana-de-auc3car (Brasil)	8,9
Etanol de beterraba (Alemanha)	2,0
Etanol de sorgo sacarino (6frica)	4,0
Etanol de trigo (Europa)	2,0
Etanol de mandioca	1,0

Fonte: Macedo (2007)



**Ensaio de vinte genótipos realizado
na herdade da Mitra em 2012**

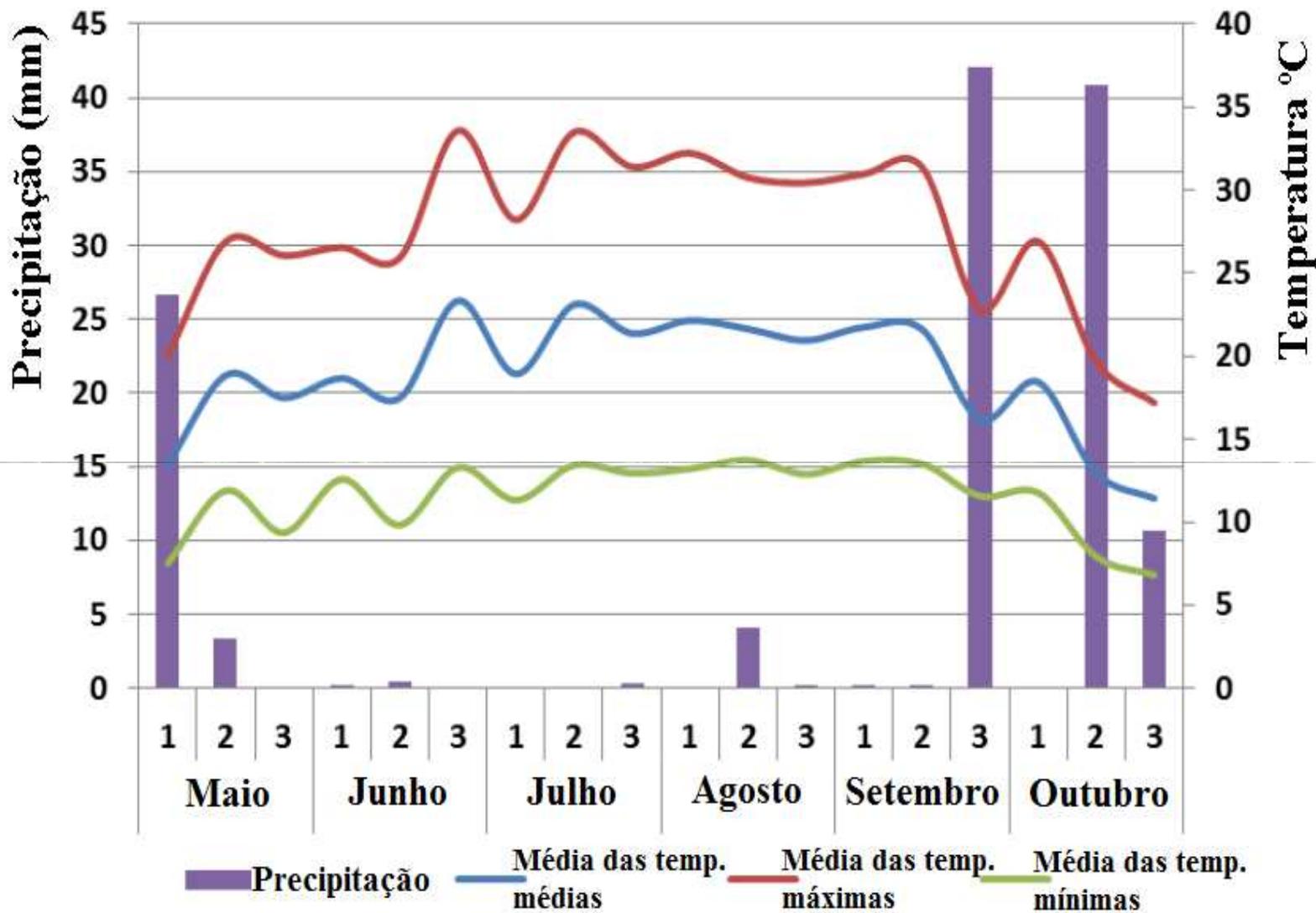
Solo: Mediterrâneo Pardo de quartzodioritos (Pmg), Luvisol.

**Preparação do solo: Mobilização primária e mobilização de
preparação da cama da semente.**

**Povoamento: 100000 plantas ha⁻¹; com distância entrelinhas de
0,75 m.**

**Fertilização: 100 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O aplicados à sementeira
e 60 kg ha⁻¹ de N aplicados em coberura por fetirrigação.**

**Dotação de rega: 4300 a 5400 m³ ha⁻¹; que variou devido à data de
colheita efetuada, no estado de grão leitoso, entre a segunda
quinzena de agosto e o fim de setembro.**



Condições termopluiométricas registadas na estação meteorológica da Mitra nos meses de maio a outubro de 2012.



**Ensaio de vinte genótipos realizado
na herdade da Mitra em 2012**

Observações

Produção de biomassa

Afilhamento

Altura dos caules

Teor de sólidos solúveis (°Brix)

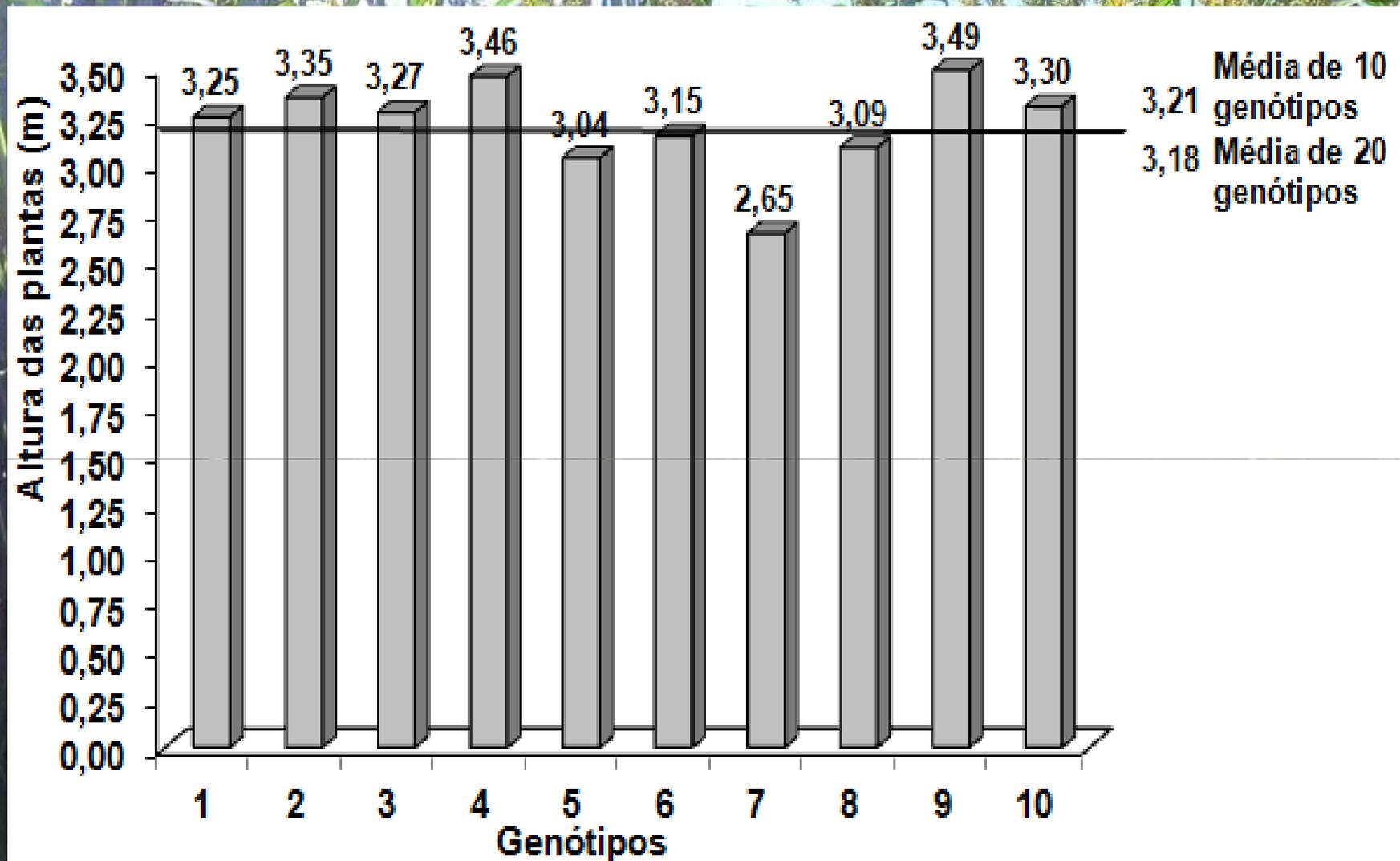
Estimativa da produção de açúcares e bioetanol



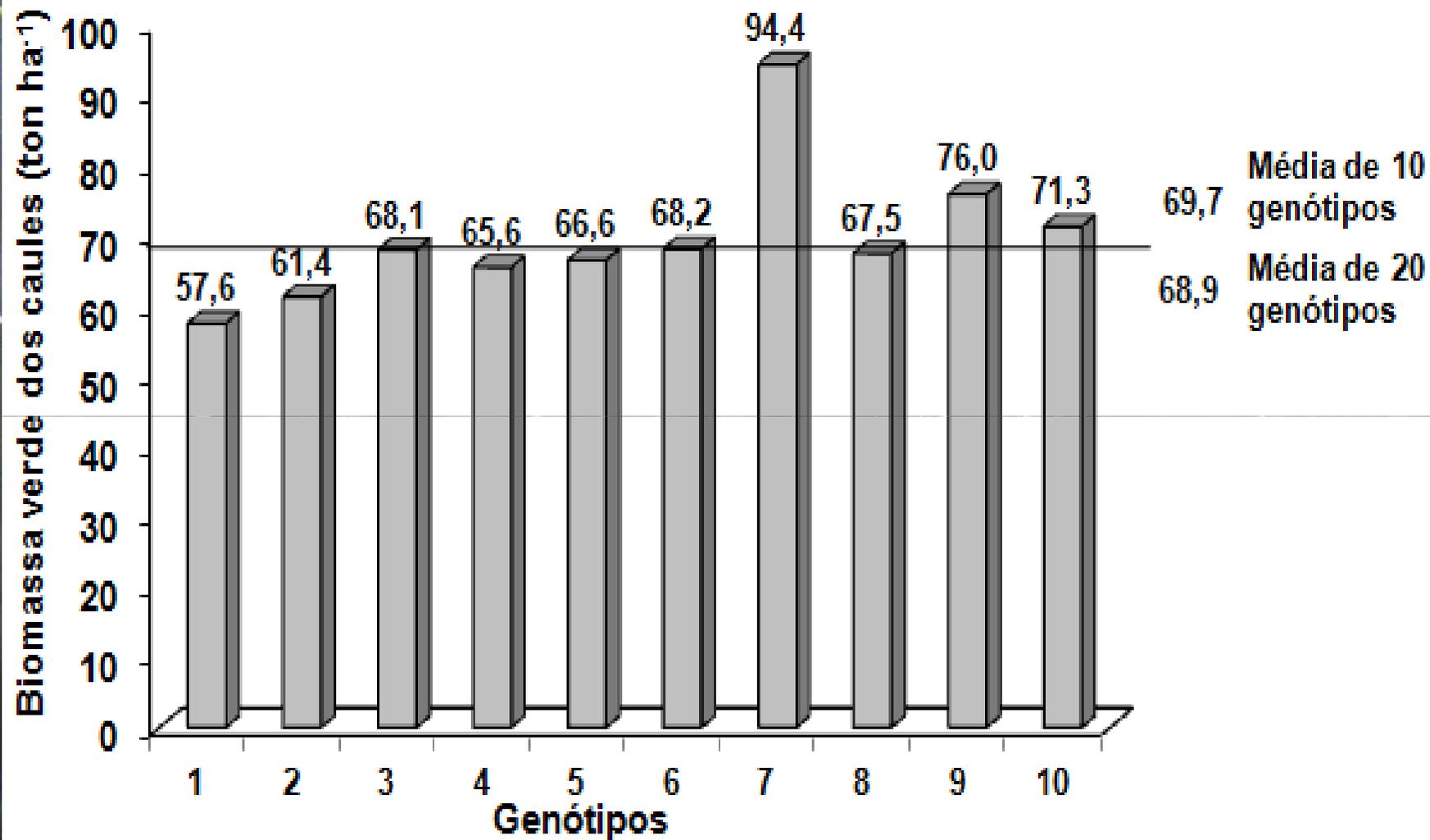
Capacidade de afilhamento caracterizou diversos genótipos em ensaio na herdade da Mitra nos meses de maio a Outubro de 2012.



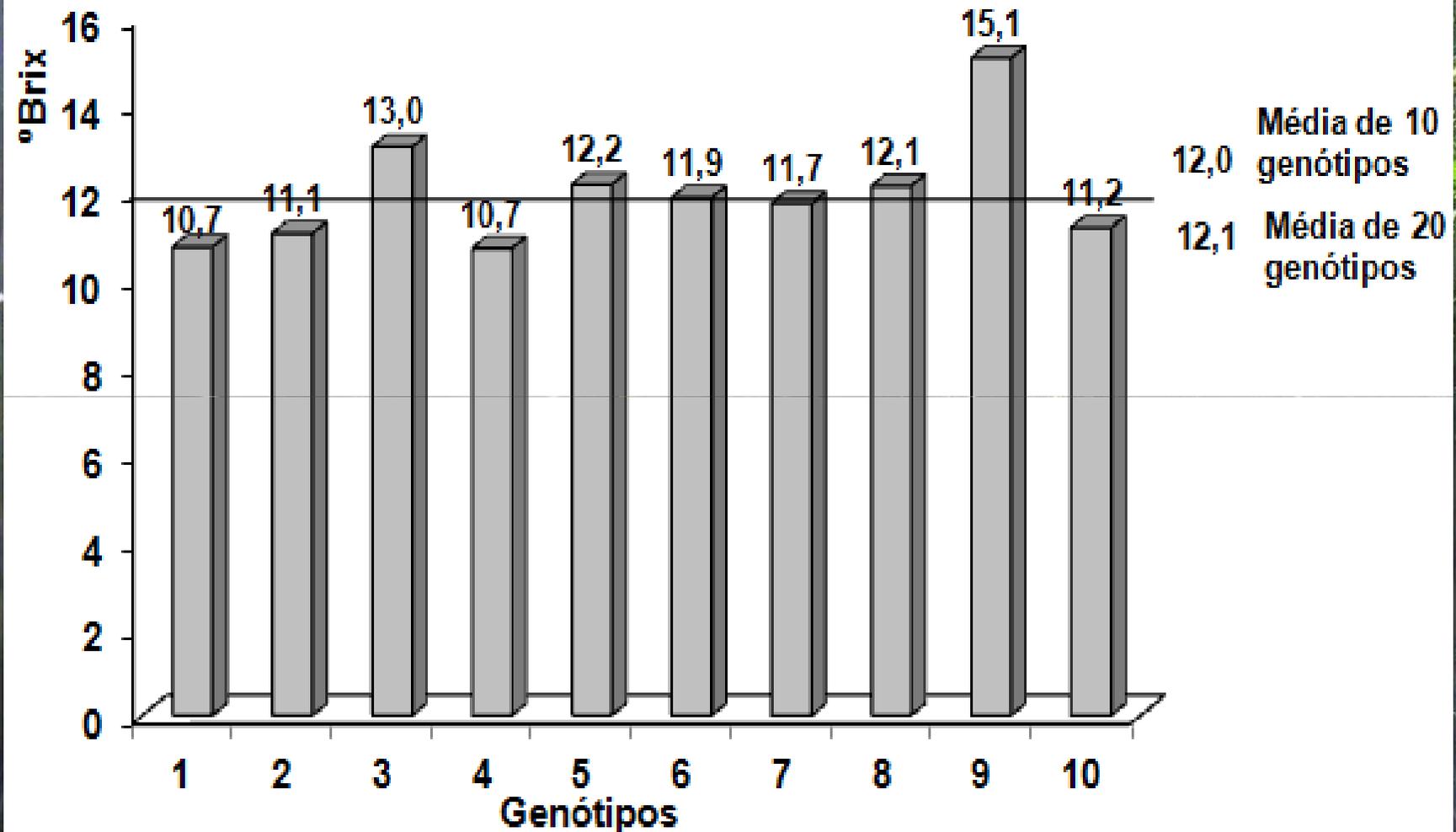
Densidade de caules e altura das plantas contribuem para a produção de biomassa obtida com o sorgo sacarino.



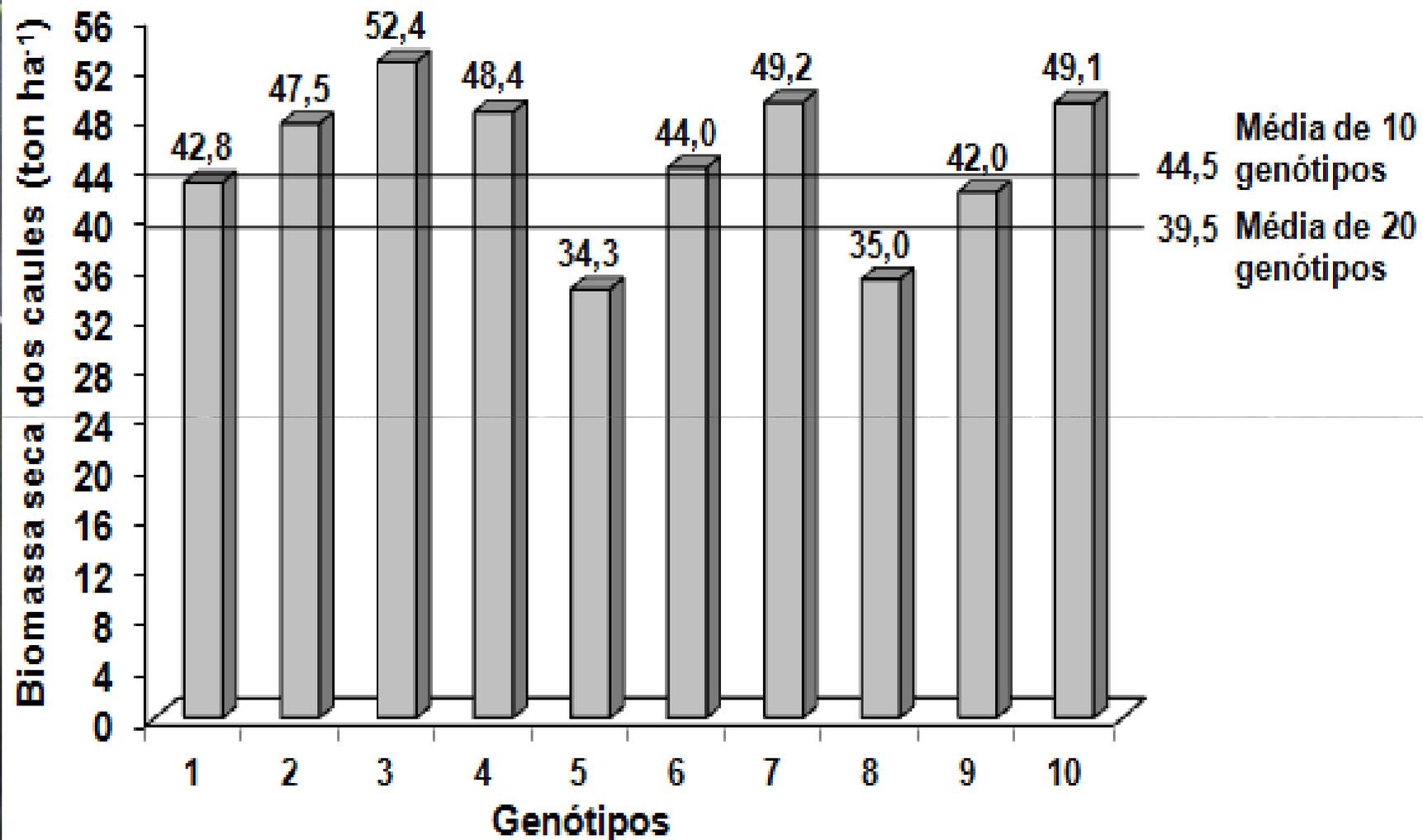
Altura das plantas, até à inflorescência, de 10 genótipos de sorgo sacarino em ensaio na herdade da Mitra no verão de 2012, Universidade de Évora



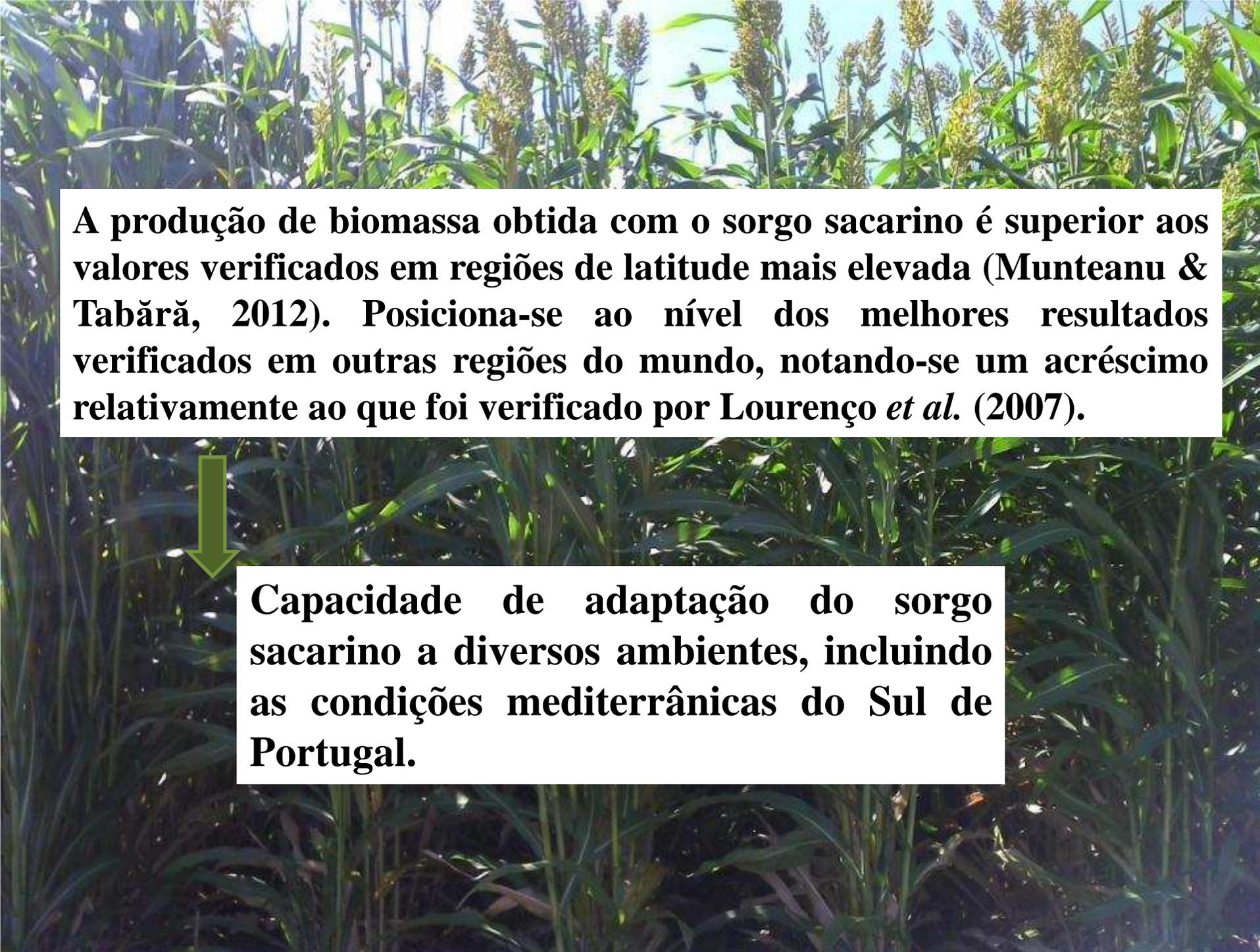
Produção de biomassa dos caules verdes de 10 genótipos de sorgo sacarino em ensaio no verão de 2012 na herdade da Mitra, Universidade de Évora.



Teor de sólidos solúveis (grau brix) de 10 genótipos de sorgo sacarino em ensaio na herdade da Mitra no verão de 2012, Universidade de Évora.



Produção de biomassa dos caules secos de 10 genótipos de sorgo sacarino em ensaio na herdade da Mitra no verão de 2012, Universidade de Évora.



A produção de biomassa obtida com o sorgo sacarino é superior aos valores verificados em regiões de latitude mais elevada (Munteanu & Tabără, 2012). Posiciona-se ao nível dos melhores resultados verificados em outras regiões do mundo, notando-se um acréscimo relativamente ao que foi verificado por Lourenço *et al.* (2007).



Capacidade de adaptação do sorgo sacarino a diversos ambientes, incluindo as condições mediterrânicas do Sul de Portugal.

Considerações e reflexões

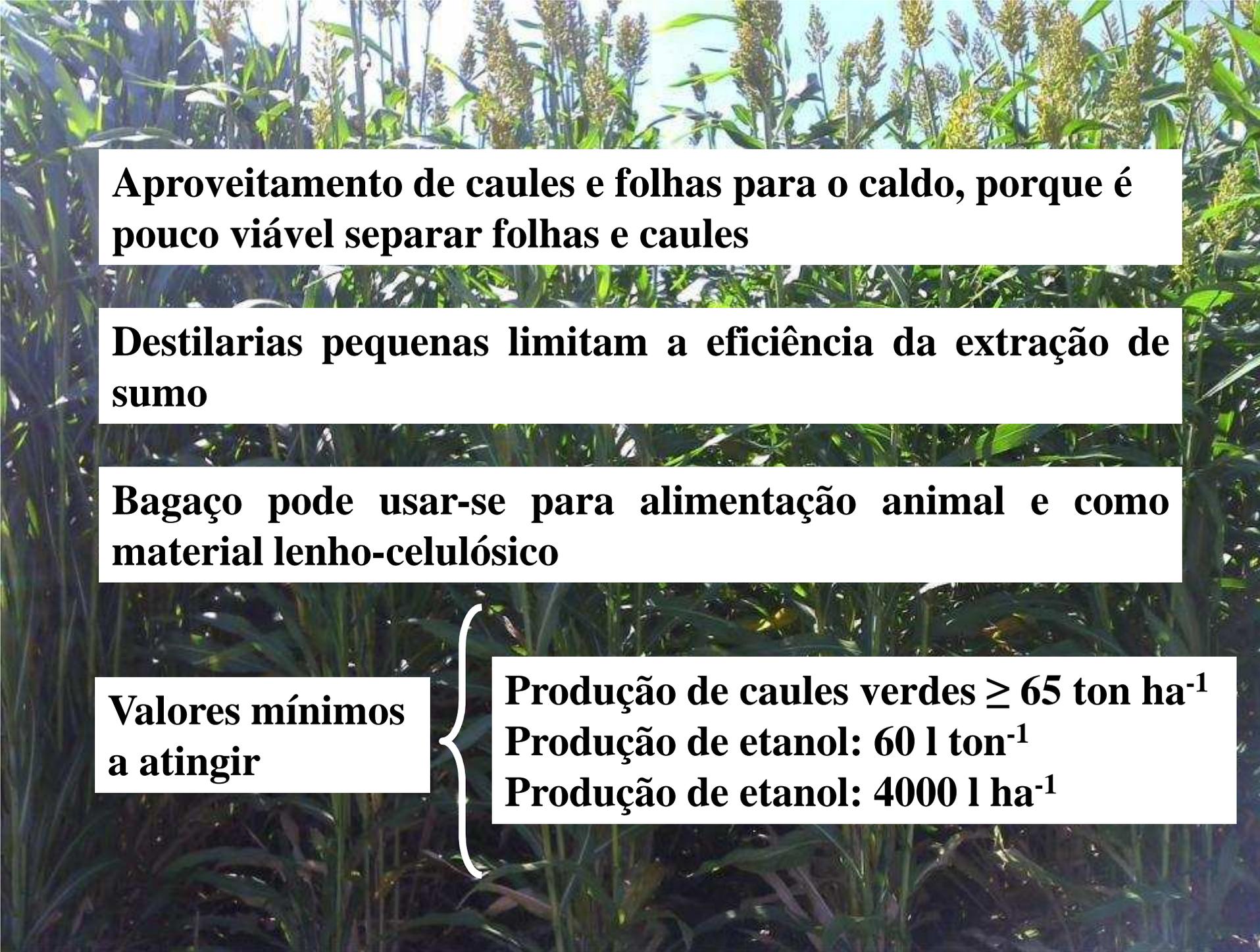
Estimativa da produção de açúcares a partir da média da biomassa seca de 10 genótipos é 13.35 ton ha⁻¹

50%

6675 l ha⁻¹ de etanol

Estimativa da produção de açúcares a partir da média da biomassa seca de 20 genótipos é 11.85 ton ha⁻¹

5925 l ha⁻¹ de etanol



Aproveitamento de caules e folhas para o caldo, porque é pouco viável separar folhas e caules

Destilarias pequenas limitam a eficiência da extração de sumo

Bagaço pode usar-se para alimentação animal e como material lenho-celulósico

Valores mínimos a atingir

**Produção de caules verdes $\geq 65 \text{ ton ha}^{-1}$
Produção de etanol: 60 l ton^{-1}
Produção de etanol: 4000 l ha^{-1}**

A photograph of a cornfield with a white text box overlaid. The text box contains the words "Avaliar e melhorar" in bold black font. The corn plants are green and have tassels at the top.

**Avaliar e
melhorar**

**Características
morfológicas**

Altura das plantas

Afilamento

Agronomia

**Otimização de recursos:
dotação de rega e
fertilizantes**

Colheita e equipamento





Viabilidade do sorgo sacarino em Portugal

A dinamização da cultura depende da eliminação de alguns constrangimentos

→ **Disponibilidade de variedades e respetiva semente em Portugal/Europa**

→ **Existência de unidade de transformação**

→ **Melhorar o conhecimento sobre a colheita e sobre outras práticas culturais**



FIM