

EFEITO DO MATERIAL PROPAGATIVO E DA PROPORÇÃO DE AREIA INCORPORADA AO SOLO NA PRODUÇÃO DE TUBÉRCULOS DE TIRIRICA-AMARELA (*CYPERUS ESCULENTUS* L.)

Cleide Maria Ferreira Pinto¹, Wellington Souto Ribeiro², Patricia Fontes Pinheiro³, Sérgio Mauricio Lopes Donzeles⁴, Alexmiliano Vogel de Oliveira⁴, Maria Regina Miranda de Souza⁴

RESUMO – A tiririca-amarela (*Cyperus esculentus* L. apresenta potencial alimentício e industrial, mas ainda é pouco explorada no Brasil. Este estudo teve como objetivo avaliar a produção de tubérculos em função de diferentes materiais propagativos (tubérculos inteiros, mudas, tubérculos seccionados e escarificados) e de proporções de areia incorporadas ao solo dos canteiros (0; 0,05; 0,10 e 0,15 m³ por metro linear de canteiro de 1,0 m de largura), visando à adaptação da cultura a diferentes texturas de solo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Universidade Federal de Viçosa (Viçosa-MG), de agosto a dezembro de 2023, em delineamento de blocos casualizados com arranjo fatorial 4×4, totalizando 16 tratamentos e quatro repetições. A unidade experimental foi constituída por 15 plantas. Foram avaliados: altura das plantas, biomassa fresca e seca da touceira (parte aérea e raízes, excluindo os tubérculos), número, peso total e peso médio de tubérculos. A altura das plantas foi maior ($p < 0,05$) com a incorporação de 0,05 m³ de areia, que favoreceu a aeração do solo sem comprometer a fertilidade. A biomassa da touceira não foi influenciada pelos fatores estudados. O número e o peso total de tubérculos foram superiores nos tratamentos com tubérculos escarificados e seccionados, evidenciando a eficiência desses métodos na superação da dormência. O peso médio também aumentou com a escarificação, o que favorece o rendimento agroindustrial. Conclui-se que a escarificação dos tubérculos-semente é prática mais eficiente para incrementar a produtividade da tiririca-amarela. A incorporação de areia ao solo, nas proporções avaliadas, não altera significativamente o desempenho agrônomo, mas facilita colheita, limpeza processamento pós-colheita.

Palavras-chave: junça, tiriricão, chufa, solo arenoso, manejo agrônomo, produção de tubérculos.

EFFECT OF PROPAGATIVE MATERIAL AND PROPORTION OF SAND INCORPORATED INTO THE SOIL ON THE PRODUCTION OF YELLOW SEED (*CYPERUS ESCULENTUS* L.) TUBERS

ABSTRACT – Yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.) has food and industrial potential but remains little explored in Brazil. This study aimed to evaluate tuber production in response to different propagative materials (whole tubers, seedlings, cut tubers, and scarified tubers) and varying proportions of sand incorporated into the soil of cultivation beds (0, 0.05, 0.10, and 0.15 m³ per linear meter of bed, 1.0 m wide), aiming to adapt the crop to different soil textures. The experiment was conducted in a greenhouse at the Federal University of Viçosa (Viçosa-MG, Brazil), from August to December 2023, in a randomized block design with a 4 × 4 factorial arrangement, comprising 16 treatments with four replications. The experimental unit consisted of 15 plants. The following traits were evaluated: plant height, fresh and dry biomass of the clump (shoots and roots, excluding tubers), number of tubers per plant, total tuber weight per plant, and average tuber weight. Plant height was higher ($p < 0.05$) with the addition of 0.05 m³ of sand, which improved soil aeration without compromising fertility. Clump biomass was not affected by the factors studied. The number and total weight of tubers were higher in treatments with scarified and cut tubers, demonstrating the efficiency of these methods in overcoming dormancy. Average tuber weight also increased with scarification, favoring agro-industrial yield. It is concluded that scarification of

¹ Pesquisadora Embrapa/UFV-Departamento de Agronomia, email:cleide.pinto@embrapa.br

² Professor Departamento de Agronomia/UFV, wellington.souto@ufv.br

³ Professora Departamento de Química/UFV, email:patricia.pinheiro@ufv.br

⁴ Pesquisadores. Epamig Sudeste, sergio.donzeles@gmail.com.br, alexmiliano@epamig.br, reginas.epamig@gmail.com.br

seed tubers is the most efficient practice to increase yellow nutsedge productivity. The incorporation of sand into the soil, at the evaluated proportions, did not significantly affect agronomic performance but facilitated harvesting, cleaning, and post-harvest processing.

Keywords: nutsedge, chufa, sandy substrate, agronomic management, tuber production.

INTRODUÇÃO

A tiririca-amarela (*Cyperus esculentus* L.), conhecida como tiriricão, junça ou chufa, é uma graminóide da família Cyperaceae com ampla distribuição geográfica e potencial agrônomo (Barrett, 2024; Novor & Donkor, 2024; Kon'kova et al., 2024). Seus tubérculos comestíveis são ricos em fibras, proteínas, lipídios, amido e compostos bioativos (Costa Neto et al., 2015; Yang et al., 2022; Bezerra et al., 2023; Tan et al., 2023; Edo et al., 2024), sendo utilizados para a produção de óleo, farinha, extratos alimentares e cosméticos (Pascual-Seva & Pascual, 2021; Edo et al., 2024). Além do valor nutricional, destacam-se seus usos medicinais tradicionais em diversos países da Ásia, África e América do Sul (Khan; & Yadava, 2010; Chatterjee et al., 2019; Guo et al., 2021).

A espécie apresenta elevada adaptabilidade edafoclimática e vem sendo cultivada em áreas marginais ou com baixa fertilidade, inclusive em solos sujeitos à erosão e salinização (Tan et al., 2023; Novor & Donkor, 2024). Em países como China, Espanha e Nigéria, o cultivo vem se expandindo para uso alimentar, oleaginoso e industrial (Bado et al., 2015; Pascual-Seva & Pascual, 2021). No Brasil, apesar de seu uso popular em regiões do Nordeste e do Maranhão (Lorenzi & Matos, 2002; Costa Neto et al., 2017), a planta ainda é classificada como daninha em lavouras, o que limita sua valorização (Brighenti et al., 2018; Scarabel et al., 2020).

Embora diversos estudos tenham abordado os aspectos nutricionais e funcionais dos tubérculos de *Cyperus esculentus* (Roselló-Soto et al., 2018; Razola-Díaz et al., 2022; Nwosu et al., 2022), ainda existem lacunas significativas no que diz respeito ao manejo agrônomo da cultura.

O objetivo deste estudo foi avaliar a produção de tubérculos de tiririca-amarela (*Cyperus esculentus*) em função de diferentes materiais propagativos e de diferentes proporções de areia incorporadas ao solo dos canteiros, visando à adaptação da cultura a diversas condições edafoclimáticas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Agronomia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), campus Viçosa, Minas Gerais (20°45'54"S, 45°52'54"W; 649 m de altitude), no período de agosto a dezembro de 2023. Os tubérculos-semente utilizados corresponderam a 8% da produção obtida em um experimento realizado em 2022, na mesma casa de vegetação da UFV, cujos tubérculos haviam sido doados pelo Instituto Federal do Maranhão – campus Codó (4PAT-IFMA/Codó).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 4×4 , composto por quatro proporções de areia incorporadas ao solo e quatro tipos de material propagativo, totalizando 16 tratamentos, com quatro repetições.

As proporções de areia incorporadas ao solo, por metro linear de canteiro (3,0 m de comprimento $\times$ 1,0 m de largura), foram: (A) solo sem adição de areia (controle); (B) solo + 0,15 m³ de areia (três carrinhos de mão); (C) solo + 0,10 m³ de areia (dois carrinhos de mão); (D) solo + 0,05 m³ de areia (um carrinho de mão).

Os materiais propagativos avaliados foram: (1) tubérculos inteiros, previamente imersos em água por 24 horas (Imersão); (2) mudas produzidas a partir da germinação de tubérculos em bandejas de poliestireno com 128 células, preenchidas com substrato comercial (Mudas); (3) tubérculos seccionados transversalmente ao meio, cujas metades foram plantadas na mesma cova (Corte); (4) tubérculos escarificados com lixa nº 80 ao redor da superfície, preservando a região das gemas (Escarificação).

No tratamento com mudas, o transplante foi realizado 30 dias após o plantio dos tubérculos-semente.

Nos canteiros, foram dispostas duas fileiras de 15 plantas, com espaçamento de 50 cm entre linhas e 20 cm entre plantas. Cada unidade experimental correspondeu a uma fileira de 15 plantas, definida pelo tipo de material propagativo.

Amostras de solo dos canteiros foram coletadas antes e após a adição de areia para análise química e física do solo em questão e os resultados são apresentados na Tabela 1 e Tabela 2.



Tabela 1. Avaliação da fertilidade e classificação textural do solo da área experimental antes e após adição de areia.

Amostra	pH	P (mg/dm ³)	K (cmolc/dm ³)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB (cmolc/dm ³)	T (cmolc/dm ³)	V (%)
Amostra A	5,8	309,3	0,840	12,75	4,33	19,23	19,23	86,6
Amostra A	5,9	247,2	0,760	12,80	4,58	19,32	22,95	84,2
Amostra B	5,7	192,9	0,730	13,05	4,58	19,50	22,47	86,8
Amostra BA (0,15 m ³)	5,7	162,6	0,400	8,40	2,58	12,00	13,98	85,8
Amostra C	5,5	198,3	1,680	23,55	8,75	36,60	38,58	94,9
Amostra CA (0,10 m ³)	5,6	162,6	0,760	13,55	3,83	19,32	21,63	89,3
Amostra D	5,7	177,3	0,750	15,65	5,08	22,65	25,62	88,4
Amostra DA (0,05 m ³)	5,7	177,3	0,530	8,90	2,92	13,18	15,82	83,3

Nota: pH em água; P= fósforo disponível; K= potássio; Ca= cálcio; Mg= magnésio; SB= soma de bases; T= capacidade de troca catiônica; V= saturação por bases.

Tabela 2. Classificação textural do solo da área experimental antes e após a adição de areia

Amostra	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	Classificação textural
Amostra A	35	13	52	Franco-argilo-arenosa
Amostra A	35	15	50	Franco-argilo-arenosa
Amostra B	38	15	47	Argilo-arenosa
Amostra BA (0,15 m ³)	15	9	76	Franco-arenosa
Amostra C	21	31	48	Franco
Amostra CA (0,10 m ³)	22	15	63	Franco-argilo-arenosa
Amostra D	30	22	48	Franco-argilo-arenosa
Amostra DA (0,05 m ³)	24	9	67	Franco-argilo-arenosa

Nota: As unidades práticas entre parênteses foram utilizadas nas legendas dos gráficos para facilitar a interpretação dos resultados.

Nota: Amostra A corresponde a dois canteiros considerados controle, sem adição de areia. Para as amostras B, C e D, também foram coletadas amostras antes (B, C, D) e após a incorporação de areia nas proporções de 0,15 m³ (BA), 0,10 m³ (CA) e 0,05 m³ (DA), respectivamente.

A adubação foi realizada com esterco de galinha, na dose de 1,5 kg por metro linear de canteiro. A irrigação foi feita por gotejamento e o controle de plantas daninhas realizado manualmente, com auxílio de enxada.

As variáveis agrônômicas avaliadas no momento da colheita foram:

- altura da planta (do colo até a última folha expandida), medida com régua milimetrada, em centímetros (cm);
- biomassa fresca e seca da touceira (parte aérea e sistema radicular, excluindo os tubérculos), em gramas (g);
- número de tubérculos por planta (unidade);

- peso total de tubérculos por planta (g);
- peso médio de tubérculos (g).

A biomassa fresca foi determinada em balança de precisão (Shimadzu AY220, Filipinas). Para a biomassa seca, as amostras foram secas em estufa a 65 °C (Solab, Piracicaba, Brasil) por aproximadamente 96 horas e, em seguida, mantidas à temperatura ambiente (26 °C) por 30 minutos antes da pesagem.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F, utilizando o software R (versão 4.2.1) e o pacote estatístico Easynova. Quando

significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Altura da planta de tiririca-amarela

Não houve interação significativa ($p>0,05$) entre os tipos de materiais propagativos e as proporções de areia incorporadas ao solo, indicando efeitos independentes. A altura das plantas não foi influenciada pelos diferentes materiais propagativos ($P > 0,05$) (Tabela 3). Em contrapartida, a incorporação de areia ao solo afetou significativamente essa variável ($p<0,05$) (Figura 1). A adição de $0,05\text{ m}^3$ de areia por metro linear de canteiro resultou na maior altura média das plantas, superando o controle (sem adição de areia). Já as doses de $0,10\text{ m}^3$ e $0,15\text{ m}^3$ proporcionaram valores intermediários, sem diferenças estatísticas em relação aos demais tratamentos.

Tabela 3 - Altura média $\pm$ desvio padrão das plantas de tiririca-amarela em função dos tipos de materiais propagativos. Viçosa, MG

Tratamento	Altura (cm)
Imersão	$86,17 \pm 7,17a$
Mudas	$87,19 \pm 7,55a$
Escarificação	$91,22 \pm 6,72a$
Corte	$88,52 \pm -,39a$

Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$)

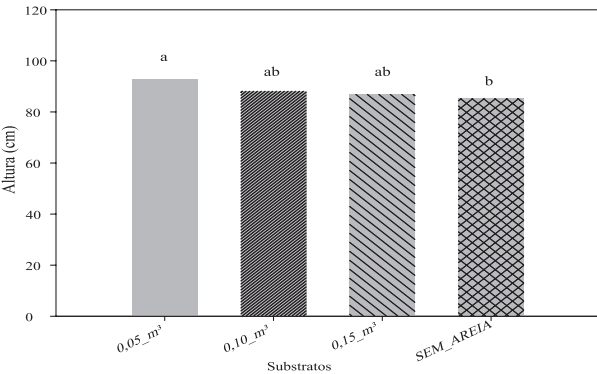


Figura 1 - Altura média $\pm$ desvio padrão de plantas de tiririca-amarela em função das proporções de areia incorporadas ao solo dos canteiros.

Barras seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Barras representam o desvio-padrão da média.

A dose de $0,05\text{ m}^3$ de areia aumentou a porosidade e a aeração do solo, sem comprometer a retenção de água e a disponibilidade de nutrientes, conforme observado para *Cyperus esculentus* por Pei et al. (2023). Essas condições favoreceram o desenvolvimento radicular da tiririca-amarela, cujo sistema é predominantemente superficial, refletindo-se em maior altura das plantas. As análises químicas confirmaram boa fertilidade, com pH entre 5,7 e 6,0, potássio em torno de 530 mg dm^{-3} , soma de bases $\approx 13\text{ cmol}_k\text{ dm}^{-3}$ e saturação por bases de 83%. Em contrapartida, a dose de $0,15\text{ m}^3$ reduziu a capacidade de troca catiônica e os teores de Ca, Mg e K, comportamento característico de solos franco-arenosos, nos quais a menor retenção hídrica limita a disponibilidade de nutrientes (Wang et al., 2023; O’guztürk & Acar, 2023). Assim, embora tolerante a condições arenosas (Wang et al., 2025), *C. esculentus* apresenta desempenho vegetativo superior em solos levemente arenosos, possivelmente em razão de atributos físicos e químicos mais favoráveis ao estabelecimento e ao desenvolvimento inicial da cultura.

Biomassa fresca e biomassa seca da touceira de tiririca-amarela

A biomassa fresca e a biomassa seca da touceira de tiririca-amarela não diferiram entre os tipos de materiais propagativos nem entre as proporções de areia incorporadas ao solo ($p > 0,05$) (Tabelas 4 e 5). Independentemente do tratamento, os valores médios de biomassa fresca variaram entre 47,70 e 62,47 g, enquanto a biomassa seca variou de 39,38 a 54,86 g.

Tabela 4 - Biomassa fresca média $\pm$ desvio padrão da touceira de tiririca-amarela em função dos tipos de materiais propagativos. Viçosa, Minas Gerais

Tratamentos aplicados aos tubérculos	Biomassa Fresca	Biomassa Seca
Imersão	$53,00 \pm 18,3a$	$45,02 \pm 17,6a$
Mudas	$47,70 \pm 24,2a$	$39,38 \pm 22,9a$
Escarificação	$60,78 \pm 22,1a$	$50,87 \pm 23,7a$
Corte	$61,83 \pm 26,4a$	$53,77 \pm 53,8a$

Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$)



Tabela 5 - Biomassa seca média $\pm$ desvio padrão da touceira de tiririca-amarela em função das proporções de areia incorporadas ao solo

Proporções de areia incorporadas ao solo dos canteiros (m ³)	Biomassa Fresca	Biomassa Seca
0,00	56,05 $\pm$ 17,4a	47,08 $\pm$ 17,3a
0,05	62,40 $\pm$ 19,3a	54,86 $\pm$ 18,4a
0,10	52,05 $\pm$ 29,3a	42,36 $\pm$ 25,9a
0,15	52,80 $\pm$ 17,4a	44,73 $\pm$ 28,0a

Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Nas condições deste estudo, a alteração da textura do solo por incorporação de areia, embora tenha promovido mudanças físicas e químicas, não afetou significativamente o acúmulo de biomassa nas touceiras. Resultados semelhantes foram relatados por Bruns et al. (2012) e Jansen et al. (2020) para *C. esculentus* sob diferentes densidades de plantio, texturas de solo e regimes hídricos, evidenciando a relativa tolerância da espécie a variações edáficas moderadas, especialmente em ciclos curtos e solos de boa fertilidade.

Número, peso e peso médio de tubérculos de tiririca-amarela

Não houve interação significativa ($p > 0,05$) entre os tipos de materiais propagativos e as proporções de areia incorporadas ao solo sobre o número, o peso total e o peso médio de tubérculos de tiririca-amarela, indicando efeitos independentes.

O tipo de material propagativo influenciou significativamente a produtividade. A propagação por escarificação ou corte dos tubérculos resultou em maior número (>43 unidades) e maior peso de tubérculos por touceira (>33 g) em comparação à propagação por mudas ($p < 0,05$) (Figuras 2 e 3). A propagação por imersão não diferiu significativamente dos demais métodos ($p > 0,05$).

Os tratamentos físicos (escarificação, corte ou imersão) favoreceram a quebra de dormência, a brotação múltipla e o acúmulo de biomassa em *C. esculentus*, conforme observado por Ellis & Moyse (1970) e Godoi et al. (2023, 2024). A escarificação proporcionou o maior peso médio de tubérculo (0,77 g), em comparação à propagação por mudas (0,68 g) ($p < 0,05$) (Figura 4). Os tratamentos por imersão (0,74 g) ou corte (0,75 g) apresentaram valores intermediários, sem diferença significativa em relação aos demais tratamentos. O

melhor desempenho da escarificação provavelmente se deve ao estímulo à emergência e ao vigor inicial das plantas (Okon & Adewumi, 2020; Godoi Júnior et al., 2024).

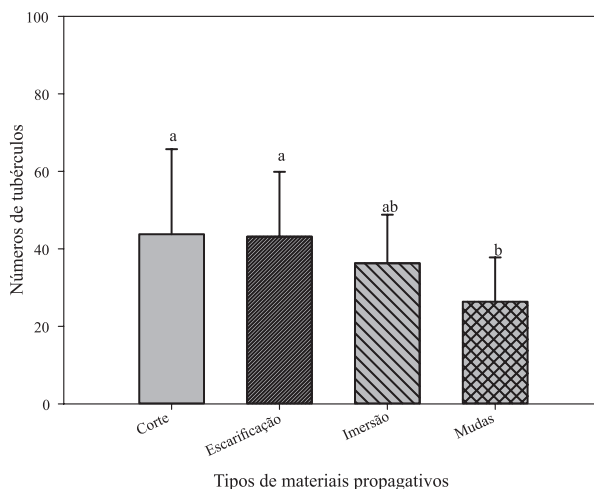


Figura 2 - Número médio $\pm$ desvio padrão de tubérculos de tiririca-amarela em função dos tipos de materiais propagativos. Viçosa, Minas Gerais.

Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

As barras representam médias e o desvio-padrão da média.

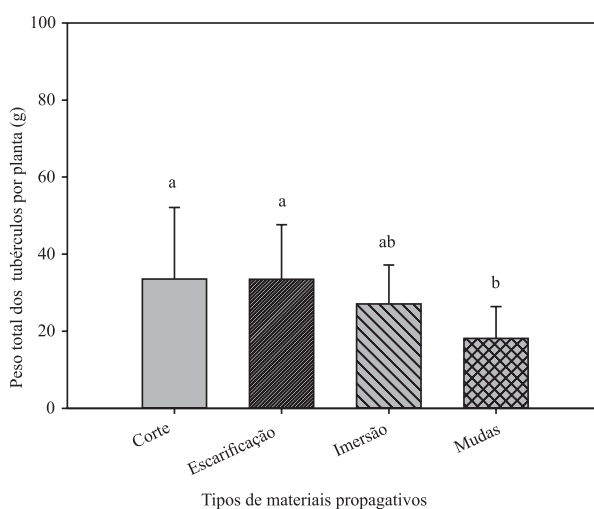


Figura 3 - Peso total $\pm$ desvio padrão dos tubérculos de tiririca-amarela em função dos tipos de materiais propagativos. Viçosa, Minas Gerais.

Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

As barras representam médias e o desvio-padrão da média.

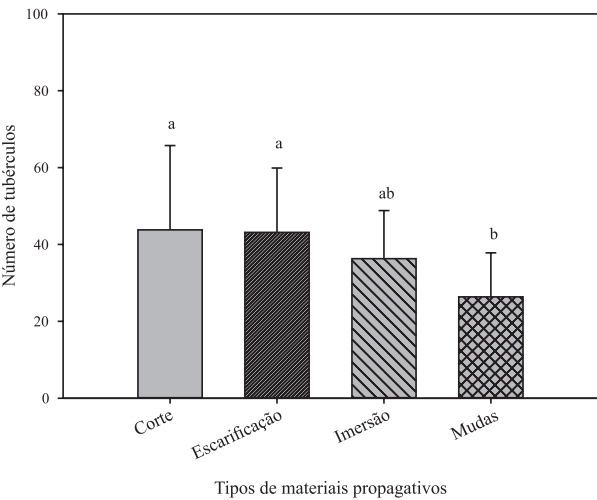


Figura 4 - Peso médio $\pm$ desvio padrão de tubérculos de tiririca-amarela (cm) em função dos tipos de materiais propagativos. Viçosa, Minas Gerais

Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

As barras representam médias e o desvio-padrão da média.

As proporções de areia incorporadas ao solo não influenciaram significativamente o número de tubérculos, o peso total ou o peso médio dos tubérculos de tiririca-amarela ($p > 0,05$) (Tabela 6). Essa estabilidade produtiva pode estar associada à manutenção de níveis adequados de fertilidade, mesmo após a alteração da textura do solo.

Tabela 6 - Número, peso total e peso médio $\pm$ desvio padrão de tubérculos de tiririca-amarela em função da incorporação de proporções de areia ao solo

Proporções (m³) de areia incorporados ao solo do canteiro	Número de Tubérculo	Peso total de Tubérculo (g)	Peso Médio de Tubérculo (g)
0	34,3 $\pm$ 13,8a	26, 1 $\pm$ 11,2a	0,754 $\pm$ 0,08a
0,05	44,2 $\pm$ 19,1a	32,6 $\pm$ 15,2a	0,728 $\pm$ 0,07a
0,10	33,7 $\pm$ 15,3a	25,8 $\pm$ 15,3a	0,733 $\pm$ 0,10a
0,15	37,3 $\pm$ 19,9a	27,8 $\pm$ 16,3a	0,727 $\pm$ 0,08a

Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$)

Apesar da redução na soma de bases (SB) e na capacidade de troca catiônica (CTC), especialmente nas maiores proporções de areia, o pH manteve-se estável.

Nas menores proporções, os teores de potássio (K) e cálcio (Ca) permaneceram dentro de faixas adequadas (Tabela 1), conforme observado por Meurer (2012). A incorporação de areia aumentou a fração arenosa do solo, favorecendo a drenagem e a aeração, principalmente com 0,05 m³ de areia. Como não houve diferença significativa na produtividade em número e peso de tubérculos, proporções maiores de areia (0,10 e 0,15 m³) podem ser vantajosas principalmente pela maior facilidade de manejo e coleta dos tubérculos, embora o excesso de areia possa reduzir a retenção de água e nutrientes, conforme descrito por Prado (2008) e Meurer (2012) para outras culturas tuberosas.

Embora a areia não forneça nutrientes à planta, sua adição ao solo não reduziu o peso dos tubérculos nem a produtividade, independentemente da dose aplicada (0,00; 0,05; 0,10 e 0,15 m³). A ausência de diferenças significativas entre os tratamentos indica que a adição de areia não comprometeu a disponibilidade de água ou nutrientes essenciais ao enchimento e à formação dos tubérculos. Assim, o acúmulo de biomassa subterrânea parece estar mais associado à composição química e à umidade do solo do que exclusivamente às suas características físicas. Apesar de não afetar os indicadores produtivos, o aumento da fração arenosa facilitou a colheita e a limpeza dos tubérculos, reduzindo o tempo de coleta devido à menor aderência de partículas. Esses resultados sugerem que a incorporação controlada de areia pode ser uma prática viável para otimizar o manejo pós-colheita sem comprometer o rendimento da cultura

Em contrapartida, o tratamento físico dos tubérculos-semente, especialmente por escarificação ou corte, mostrou-se mais eficiente em melhorar o desenvolvimento da cultura, devendo ser priorizado como prática de manejo no cultivo de tiririca-amarela.

O peso médio dos tubérculos não foi significativamente influenciado pela adição de areia, mantendo-se em torno de 0,73 g nos tratamentos com 0,05; 0,10 e 0,15 m³, e apresentando valor ligeiramente superior no controle (0,75 g) (Tabela 6). Embora a adição de areia tenha alterado a textura do solo, tornando-o franco-arenoso com até 76% de areia, e promovido redução na fertilidade, com queda nos teores de potássio, cálcio, magnésio e na soma de bases (Tabelas 1 e 2), essa modificação não prejudicou o peso médio dos tubérculos, que se manteve estável entre os tratamentos. Esses efeitos podem ter anulado os possíveis benefícios físicos da maior aeração e drenagem (Adekiya et al., 2020). Assim, a substituição parcial do solo por areia, sem correção nutricional adequada, não favoreceu



o crescimento dos tubérculos, resultado semelhante ao relatado por Makinde et al. (2010).

Pode-se sugerir que, para aumentar o peso médio dos tubérculos de tiririca-amarela, a adoção de técnicas como a escarificação ou o corte dos tubérculos-semente é mais eficaz do que a mera modificação física do solo sem manejo da fertilidade.

O peso médio dos tubérculos é uma variável agrônoma relevante, pois reflete o acúmulo de reservas subterrâneas e está diretamente associado à qualidade do produto colhido, especialmente para fins agroindustriais. Liu et al. (2023) relataram que o número total de tubérculos e a produtividade final aumentaram com o incremento no tamanho inicial dos tubérculos, sendo que tubérculos maiores (>0,30 g) proporcionaram maior acúmulo de biomassa e rendimento ao final do ciclo. Além disso, tubérculos maiores e mais uniformes favorecem a extração de óleo e a produção de farinha, sendo preferidos tanto para comercialização in natura quanto para processamento industrial (Coşkun et al., 2002; Sánchez-Zapata et al., 2012; Wu et al., 2024).

A análise multivariada possibilitou integrar os efeitos dos tratamentos aplicados aos tubérculos-semente (Figura 5) e das proporções de areia incorporadas ao solo (Figura 6) sobre o desempenho agrônômico de *C. esculentus*. A análise de componentes principais (PCA) explicou 87,7% da variância total nos dois primeiros eixos (71,2% em Dim1 e 16,5% em Dim2). A Dim1 apresentou forte correlação positiva com peso médio, peso total e número total de tubérculos. Os tratamentos físicos de escarificação (T3) e corte (T4) posicionaram-se próximos a essas variáveis, indicando maior produtividade, enquanto o tratamento de imersão (T1) apresentou posição intermediária. Em contraste, a propagação por mudas (T2) situou-se no quadrante oposto às variáveis produtivas, refletindo correlação negativa e menor desempenho.

Em relação aos tratamentos de proporções de areia incorporadas ao solo, a PCA explicou 87,7% da variância total nos dois primeiros eixos (71,2% em Dim1 e 16,5% em Dim2). Observou-se grande sobreposição entre os tratamentos, indicando que a variação dentro dos grupos foi maior que as diferenças entre eles (Figura 6). Apenas a altura das plantas apresentou diferença significativa em análise univariada, sendo maior no tratamento com 0,05 m³ de areia em comparação ao solo sem adição.

Os resultados mostram que métodos físicos aplicados ao tubérculo-semente favorecem a brotação e o desenvolvimento inicial das plantas, refletindo em maior produtividade, enquanto a propagação via mudas

apresentou menor eficiência, sugerindo limitações para seu uso na produção de tiririca-amarela. Além disso, a PCA demonstrou ser uma ferramenta útil para integrar e sintetizar as variáveis avaliadas, complementando as análises univariadas e oferecendo uma visão mais abrangente do sistema produtivo.

No caso da incorporação de areia ao solo, embora a altura das plantas tenha se destacado em um dos tratamentos, esse efeito isolado não foi suficiente para gerar agrupamentos distintos na PCA. Assim, a adição de até 0,15 m³ de areia não promoveu alterações consistentes no conjunto das variáveis agrônômicas, sugerindo que, dentro dessa faixa, as condições do solo não foram modificadas de forma a impactar significativamente o desenvolvimento da tiririca-amarela. Esses resultados indicam a necessidade de investigações futuras com faixas mais amplas de incorporação de areia, bem como a avaliação de outras propriedades do solo, como densidade aparente, porosidade, retenção de água, pH e disponibilidade de nutrientes.

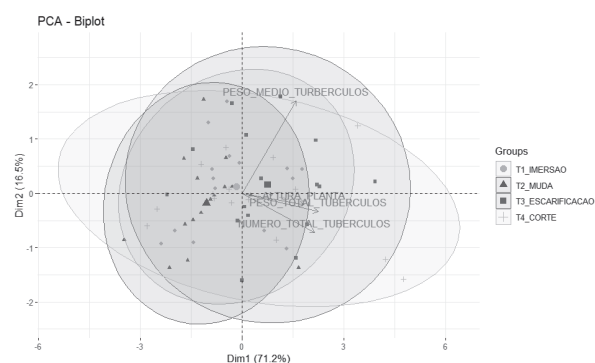


Figura 5 - Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis agrônômicas de tiririca-amarela (*Cyperus esculentus*) cultivada com diferentes tipos de materiais propagativos. Viçosa, MG, 2023.

A análise de correlação (Figura 7) evidenciou associação positiva entre o número total e o peso total de tubérculos ($P < 0,05$). Por outro lado, não foi identificada correlação significativa entre essas variáveis e o peso médio dos tubérculos, que se mostrou independente do desempenho produtivo das plantas.

A correlação positiva entre número e peso total de tubérculos indica que plantas mais produtivas apresentaram maior acúmulo de biomassa subterrânea, característica desejável para a seleção de genótipos e práticas de manejo que priorizem o rendimento global. Entretanto, a ausência

de correlação com o peso médio sugere que o aumento da produtividade não ocorreu às custas da redução no tamanho individual dos tubérculos. Esse resultado é relevante, pois demonstra que ganhos em número de estruturas não comprometeram sua qualidade comercial, corroborando a ideia de que o peso médio apresenta comportamento relativamente independente das demais características produtivas.

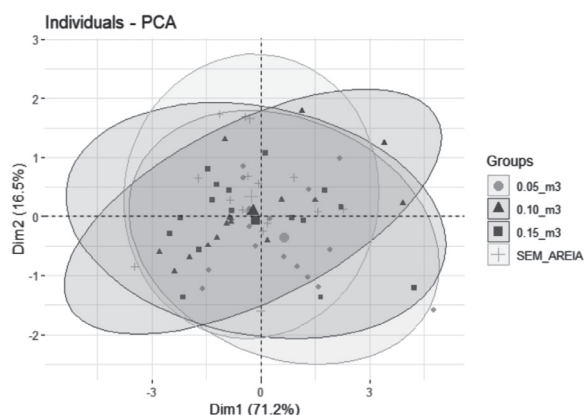


Figura 6 - Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis agronômicas de tiririca-amarela (*Cyperus esculentus*) cultivada com proporções de areia incorporadas ao solo dos canteiros.

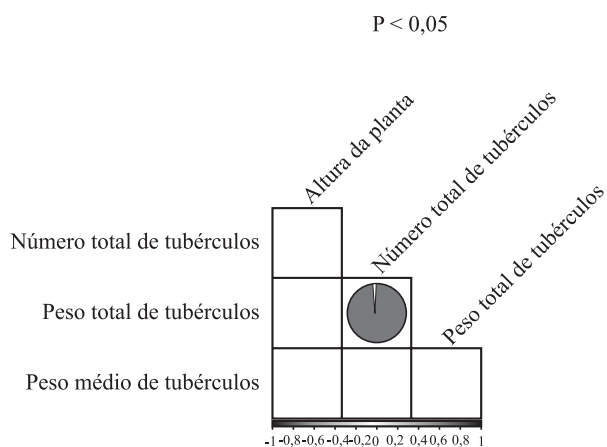


Figura 7 - Matriz de correlação entre altura de planta, número total, peso total e peso médio de tubérculos de tiririca-amarela (*Cyperus esculentus*). Círculos indicam correlações significativas ($P < 0,05$), com intensidade e direção representadas pela escala de cores. Viçosa, MG, 2023.

Os gráficos indicam que o tipo de tratamento aplicado aos tubérculos-semente exerceu maior influência sobre o desenvolvimento das plantas do que a quantidade de areia incorporada ao solo. A escarificação resultou em maior peso médio de tubérculos em relação à propagação por mudas, enquanto os diferentes volumes de areia não promoveram variações expressivas entre si.

CONCLUSÕES

A escarificação dos tubérculos-semente constitui a prática mais eficiente para incrementar a produtividade da tiririca-amarela (*Cyperus esculentus*). A incorporação de areia ao solo, nas proporções avaliadas, não altera significativamente as variáveis agronômicas, mas facilita desde a colheita até o processamento pós-colheita, além de tornar mais simples a limpeza e a manipulação dos tubérculos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro ao desenvolvimento deste estudo, por meio do projeto APQ CAG-02019-21, e à Fundação Arthur Bernardes (FUNARBE), pela gestão administrativa e financeira.

LITERATURA CITADA

- ADEKIYA, A. O.; OLANIRAN, J. A.; AYANDA, I. F. et al. Influence of soil amendment on growth and tuber yield of *Cyperus esculentus* L. in a tropical savanna. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, v.20, n.3, p.1713–1724, 2020. <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00264->
- ADELAUN, S. A.; OGUNLADE, B.; FIDELIS, O. P.; et al. *Cyperus esculentus* suppresses hepato-renal oxidative stress, inflammation, and caspase-3 activation following chronic exposure to sodium fluoride in rats' model. *Phytochemistry Plus*, v.2, n. 1, art. 100163, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2021.100163>.
- BADO, S.; BAZONGO, P.; SON, G. et al. Physicochemical characteristics and composition of three morphotypes of *Cyperus esculentus* tubers and tuber oils. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, Article ID 673547, 2015. DOI: 10.1155/2015/673547. <https://doi.org/10.1155/2015/673547>.

- BARRETT, R. L. Sedges on the edge: new agronomic and research opportunities? *Plant and Soil*, v. 495, n. 1, p. 195–200, 2024. <https://doi.org/10.1007/s11104-023-06145-w>.
- BEZERRA, J. J. L.; FEITOSA, B. F.; SOUTO, P. C. et al. *Cyperus esculentus* L. (Cyperaceae): Agronomic aspects, food applications, ethnomedicinal uses, biological activities, phytochemistry and toxicity. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, v. 47, 102606, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2023.102606>.
- BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. F. Periods of interference by *Cyperus esculentus* L. in *Pennisetum purpureum* Schum. *Acta Agronômica*, v.67, n.4, p.512–516, 2018. <https://doi.org/10.15446/acag.v67n4.69985>.
- BRUNS, H. A. Tuber yield and biomass partitioning of tiger nut (*Cyperus esculentus* L.) under different plant densities. *Industrial Crops and Products*, v.36, n.1, p.369–373, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.10.038>
- CHATTERJEE A., KHANRA R., CHAKRABORTY P. et al. Phytochemical investigation and evaluation of *in vitro* antioxidant activity of the plant *Cyperus tegetum* Roxb. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, v.12, n. 1, p.18–23, 2019. <http://dx.doi.org/10.22159/ajpcr.2019.v12i11.34325>
- COŞKUNER, Y.; ERCAN, R.; KARABABA, E. et al. Physical and chemical properties of chufa (*Cyperus esculentus* L.) tubers grown in the Çukurova region of Turkey. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.82, n.6, p.625–631, 2002. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1091>.
- COSTA NETO, J. D. J. J D., ROJAS, M. O. A. I et al. Elaboração e avaliação físico-química de farinha de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) enriquecida com junça (*Cyperus esculentus*). *Higiene Alimentar* v.29 (244/245), 90-92, 2015.
- COSTA NETO, J. J. G. *Extração, modificação e caracterização do amido de junça (Cyperus esculentus): aplicação no microencapsulamento do extrato fluido de junça por liofilização*. 2017. 200 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Rio de Janeiro, 2017.
- EDO, G. I.; UGBUNE, U.; EZEKIEL, G. O.; et al. *Cyperus esculentus* (tiger nut): its application in agriculture, food, health and nutrition. *Vegetos*, v. 37, n.3, p. 757–766, 2024. DOI: 10.1007/s42535-023-00672-8
- ELLIS, L. A.; MOYSE, R. G. Propagation and tuber yield in *Cyperus esculentus*. *Journal of Horticultural Science*, v. 45, n. 3, p. 301–307, 1970.
- GODOI JUNIOR, M. A.; PINTO, C. M. F.; DA SILVA, R. S. et al. *Emergência de tubérculos de Cyperus esculentus sob diferentes tratamentos para quebra de dormência*. In: LANA, R.P. et al. (Org.). Os novos objetivos de desenvolvimento sustentável em nível global. XI Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável (SIMBRAS) e VIII Congresso Internacional de Agropecuária Sustentável. 1ª ed. Viçosa, MG: Lana, R.P. et al, 2023, p.1082-1085. <https://simbras-as.com.br/wp-content/uploads/2023/10/XI-SIMBRAS-ANAIS-DE-RESUMO-1.2.pdf>
- GODOI JUNIOR, M. A.; DA SILVA, R. S.; DE SOUSA, R. N.; et al. Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus* L.) as an Agricultural Crop in Brazil: Tuber Dormancy Breaking. *Agronomy*, v. 14, art. 688, p. 1–13, 2024. DOI: 10.3390/agronomy14040688
- GUO, T.; WAN, C.; HUANG, F. et al. Research progress on main nutritional components and physiological functions of tiger nut (*Cyperus esculentus* L.). *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*, v. 43, p. 1174–1180, 2021. DOI: 10.19802/j.issn.1007-9084.2020145
- JANSEN, C.; JENSEN, L. S.; HANSEN, E. M. Growth and yield of tiger nut (*Cyperus esculentus*) under different soil textures and irrigation regimes. *European Journal of Agronomy*, v. 119, p. 126105, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126105>.
- KHAN, M. H.; YADAVA, P. S. Antidiabetic plants used in Thoubal district of Manipur, Northeast India. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, v.9, n. 3, p. 510–514, 2010
- KON'KOVA, N. G.; KHOREVA, V. I.; POPOV, V. S. et al. Variability of the Main Economically Valuable Characteristics of *Cyperus esculentus* L. in Various Ecological and Geographical Conditions. *Plants*, v. 13, n.2, p. 308, 2024. <https://doi.org/10.3390/plants13020308>
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. *Plantas Medicinais no Brasil: Nativas e Exóticas*. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 512 p. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/003104890>. Acesso em: 21 jul. 2025.
- LIU, B.; LI, H.; CHEN, W. et al. Dormancy break, sprouting and later tuber reproduction in response to different tuber sizes of tiger nut (*Cyperus esculentus* L.). *Royal Society Open Science*, v. 11, n. 2, art. 231616, 2024. <https://doi.org/10.1098/rsos.231616>.
- MAKINDE, E. A.; AKINRINDE, E. A.; OKE, D. O. Fertilizer formulations and cropping systems for sustainable production of *Cyperus esculentus* in southwestern Nigeria. *Field Crops Research*, v. 116, n. 1–2, p. 165–171, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.12.002>.

- MEURER, E. J. *Fundamentos de química do solo*. 4. ed. Porto Alegre: Evangraf, 2012.
- NOVOR, S.; DONKOR, E. F. Harnessing the potential of tiger nut (*Cyperus esculentus* L.) for food and nutritional security, good health, and economic development of Ghana or Africa: A review. *Australian Journal of Crop Science*, v. 18, n.7, p. 416–424, 2024. <https://doi.org/10.21475/ajcs.24.18.07.p4074>.
- NWOSU, C.; EDO, G. I.; ÖZGÖR, E. E. The phytochemical, proximate, pharmacological, GC-MS analysis of *Cyperus esculentus* (Tiger nut): a fully validated approach in health, food and nutrition. *Food Bioscience*, v. 46, 2022. Article 101551. DOI: 10.1016/j.fbio.2022.101551.
- OĞUZTÜRK, T.; ACAR. Effects of Soil–Sand Mixtures on *Alchemilla mollis* and *Geranium psilostemon*: A Multi-Criteria Performance Analysis Under Low-Altitude Conditions Using PROMETHEE. *Horticulturae*, v. 11, p. 653, 2025. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11060653>.
- OKON, A. U.; ADEWUMI, T. O. Effects of tuber pre-treatment methods on emergence and growth of *Cyperus esculentus* in a forest-savannah transition zone. *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal*, v.25, n.5, p.556311, 2020. <https://doi.org/10.19080/ARTOAJ.2020.25.556311>.
- PASCUAL-SEVA, N.; PASCUAL, B. Determination of crop coefficient for chufa crop (*Cyperus esculentus* L. var. *sativus* Boeck.) for sustainable irrigation scheduling. *Science of the Total Environment*, v. 768, art. 144975, 2021. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.144975
- PEI, M.; AN, S.; CHEN, S. et al. Analysis and experimentation of the crushing and separation process of the root-sand complex of harvested and excavated *Cyperus esculentus* L. in deserts. *Engenharia Agrícola*, v. 43, n. 3, e20220121, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v43n3e20220121/2>. Acesso em: 29 jul. 2025.
- PRADO, R. M. *Nutrição de plantas*. São Paulo: UNESP, 2008.
- RAZOLA-DÍAZ, M. C.; GÓMEZ-CARAVACA, A. M.; GUERRA-HERNÁNDEZ, E. J. et al. New advances in the phenolic composition of Tiger nut (*Cyperus esculentus* L.) by-products. *Foods*, v. 11, p. 343, 2022. <https://doi.org/10.3390/foods11030343>.
- ROSELLÓ-SOTO, E., POOJARY, M. M., BARBA, F. J. et al. Tiger nut and its by-products valorization: From extraction of oil and valuable compounds to development of new healthy products. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, v.45, p.306-312, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.11.016>
- SÁNCHEZ-ZAPATA, E.; FERNÁNDEZ LÓPEZ, J.; PÉREZ ÁLVAREZ, J. A. Tiger Nut (*Cyperus esculentus*) commercialization: Health aspects, composition, properties, and food applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 11, n. 4, p. 366–377, 2012. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2012.00190.x>.
- SCARABEL, L.; FARINATI, S.; SATTIN, M. Occurrence of resistance to ALS inhibitors in European *Cyperus esculentus* L.: characterization and implications for management. *Agronomy*, v. 10, n. 8, p. 1133, 2020. DOI: 10.3390/agronomy10081133.
- TAN, Jin; WU, X.; HE, Y.; LI et al. Mutual feedback mechanisms between functional traits and soil nutrients drive adaptive potential of tiger nuts (*Cyperus esculentus* L.) in marginal land. *Plant and Soil*, v. 495, p. 177–194, 2023. DOI: 10.1007/s11104-023-06090-8
- WANG, J.; YANG, C.; ZHANG, H.; et al. Improving soil properties by sand application in the saline-alkali area of the middle and lower reaches of the Yellow River, China. *Sustainability*, v. 15, n. 12, art. 9437, 2023. DOI: 10.3390/su15129437
- WANG, C; HU, Y; WU, H; et al. Notillage practice enhances soil total carbon content in a sandy *Cyperus esculentus* L. field. *Ecological Processes*, v. 14, art. n. 9, 2025. DOI: 10.1186/s13717-024-00573-x
- YANG, X.; NIU, L.; ZHANG, Y. et al. Morpho-Agronomic and Biochemical Characterization of Accessions of Tiger Nut (*Cyperus esculentus*) Grown in the North Temperate Zone of China. *Plants*, v. 11, n. 7, p. 923, 2022. DOI: 10.3390/plants11070923
- WU, Y.; MAO, Q.; ZHAO, G. et al. Tiger nut (*Cyperus esculentus*) starch: extraction, composition, structure, properties, modification and uses. *Sustainable Food Technology*, v. 2, n. 3, p. 635651, 2024. DOI: 10.1039/D3FB00246B

Recebido para publicação em 16/04/2025, aprovado em 06/09/2025 e publicado em 30/09/2025.

