

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO
PROJETANDO AGRICULTURA COMPROMISSADO EM SUSTENTABILIDADE
PROCESSO SELETIVO 2025.2

Matheus de Azevedo
Felipe Mondelli

Plantabilidade na cultura do Milho

PIRACICABA
2025

MATHEUS DE AZEVEDO
FELIPE MONDELLI

Plantabilidade na cultura do Milho

Revisão Bibliográfica apresentada ao Grupo PACES – Projetando Agricultura Compromissada em Sustentabilidade da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

Professores Orientadores: Prof. Dr. Fernando Dini Andreote e Prof. Dr. Moacir Tuzzin de Moraes.

Coordenadores: Leandro Tanabe Biro e Sophia Bez Ribeiro.

PIRACICABA
2025

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	4
2 POPULAÇÃO E PROFUNDIDADE.....	5
3 PARÂMETROS DE QUALIDADE.....	7
4 FATORES REDUTORES DA PLANTABILIDADE.....	12
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	14
REFERÊNCIAS.....	15

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho tem diferentes fatores que influenciam diretamente na produtividade, em valores ideais, maximizam o potencial produtivo. Entre esses fatores, a semeadura é fundamental, uma operação que se destaca no processo produtivo, principalmente no milho, em que se necessita de população adequada para expressar a máxima produtividade. O estande de plantas é definido a partir de uma semeadura efetiva e um bom desenvolvimento inicial das plântulas (Zanuz, 2024).

A semeadura é um processo dinâmico, que envolve as características genéticas do híbrido, sistema de cultivo, época de semeadura, além de práticas de manejo como o uso de sementes de alta qualidade e protegidas. Desse modo, além de boas práticas de manejo e qualidade das sementes, a distribuição espacial é fundamental, a partir da plantabilidade. Por sua vez, a plantabilidade consiste no correto arranjo, espaçamento entre linhas e entre plantas, profundidade adequada de semeadura e a capacidade de distribuição uniforme de sementes no solo (Figura 1) (Arbex, 2020).

Objetiva-se a partir da plantabilidade, garantir uma distribuição longitudinal e uniforme, com espaçamentos regulares entre as sementes ao longo da linha e profundidade de semeadura, mais homogênea possível (Zanuz, 2024).

Figura 1 - Uniformidade de semeadura em lavoura comercial



Fonte: Zanuz (2024).

2 POPULAÇÃO E PROFUNDIDADE

O milho é uma cultura que depende muito da plantabilidade para atingir boas produtividades. Nesse sentido, antes de depositar a semente no solo, muitas decisões devem ser tomadas. Esse planejamento é essencial neste momento (Oliveira, 2021).

Em primeiro lugar, deve-se relacionar a população com o híbrido escolhido e a região de cultivo deste material. A exemplo disso, a figura 2 mostra o posicionamento técnico do híbrido P3754PWU.

Figura 2 - Posicionamento técnico do híbrido P3754PWU

 **POSICIONAMENTO TÉCNICO**

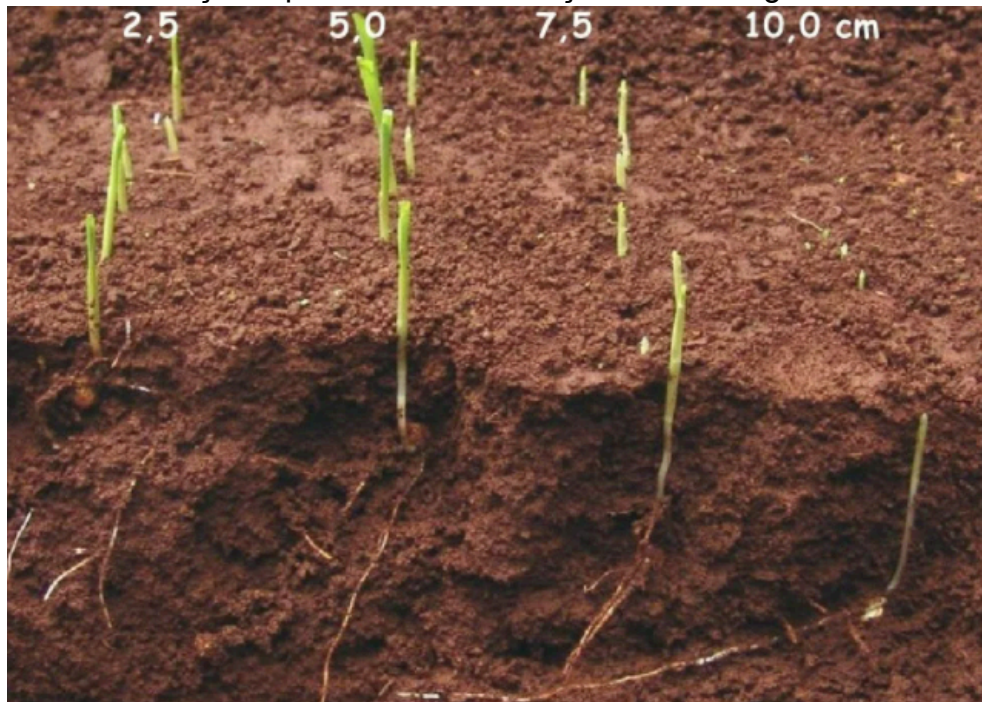
ALTITUDE	Sul			Terras Baixas < 700m			Terras Altas > 700m		
ÉPOCA DE PLANTIO	CEDO	NORMAL	TARDIO	CEDO	NORMAL	TARDIO	CEDO	NORMAL	TARDIO
POPULAÇÃO DE PLANTAS (MIL PL/HA)	NR	55-65	55-65	65-70	65-70	65-70	65-70	65-70	65-70

Legendas: **Preferencial** **Tolerado** **Não Recomendado**

Fonte: Oliveira (2021).

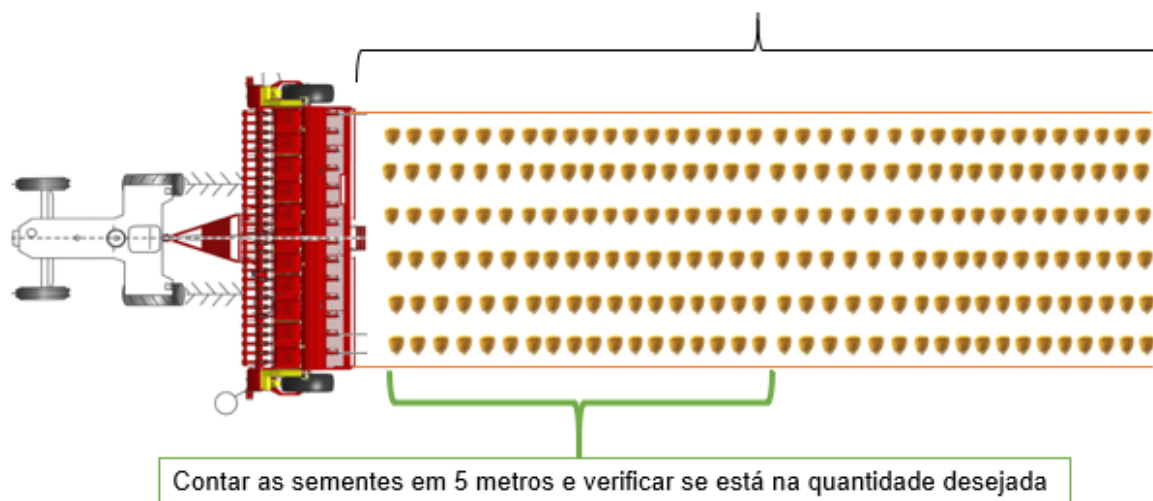
Além desse fator, fatores como profundidade de semente, velocidade de operação e avaliação do número de sementes no sulco podem fazer total diferença no incremento de produção (Figura 3). Em relação a profundidade, tem-se que para solos argilosos o valor de 3 a 5 cm e arenosos de 5 a 7 cm. A velocidade de operação sempre sendo ao redor de 4 a 6 km/h a depender das tecnologias envolvidas na máquina. Por fim, a verificação pode ser realizada abrindo o sulco de semeadura e fazendo a contagem das sementes (Figura 4) (Oliveira, 2021).

Figura 3 - Diferença de profundidade e relação com emergência de sementes



Fonte: Miranda (2017).

Figura 4 - Exemplo de verificação de regulação de semeadora
10 metros



Fonte: Oliveira (2021).

3 PARÂMETROS DE QUALIDADE

A avaliação da qualidade do processo de semeadura é essencial para o estabelecimento da cultura, alguns critérios são utilizados como o coeficiente de variação (CV), desvio padrão, distribuição longitudinal, distribuição horizontal. A definição do estande de plantas inicia-se na semeadura e estende-se até a planta de milho atingir seis folhas (V6), quando apresenta sistema de raízes nodais desenvolvidos. Falhas e irregularidades na semeadura comprometem o estabelecimento da população de plantas, consequentemente a produtividade (Madaloz; Paula, [s.d.]).

O CV é um parâmetro para qualificação da distribuição de plantas. Consiste em uma medida de dispersão em relação à média, na distribuição longitudinal de sementes (Figuras 5 e 6). A avaliação deve ser feita próximo a V3 na cultura do milho, para calculá-lo, deve considerar 5 linhas de plantio por 5 metros lineares, assim contar as plantas emergidas nos estádios iniciais. O ideal é realizar 5 subamostras por talhão. O CV aceitável para cultura do milho é menor que 30%. A cada 1% no aumento do CV da distribuição espacial de plantas na linha, a produtividade é reduzida de 16 a 29 kg/ha (Tabela 1) (Strefling, 2023; Madaloz, 2020; Alves, 2021; Henrichsen *et al.*, 2021).

Figura 5 - Fórmula de coeficiente de variação

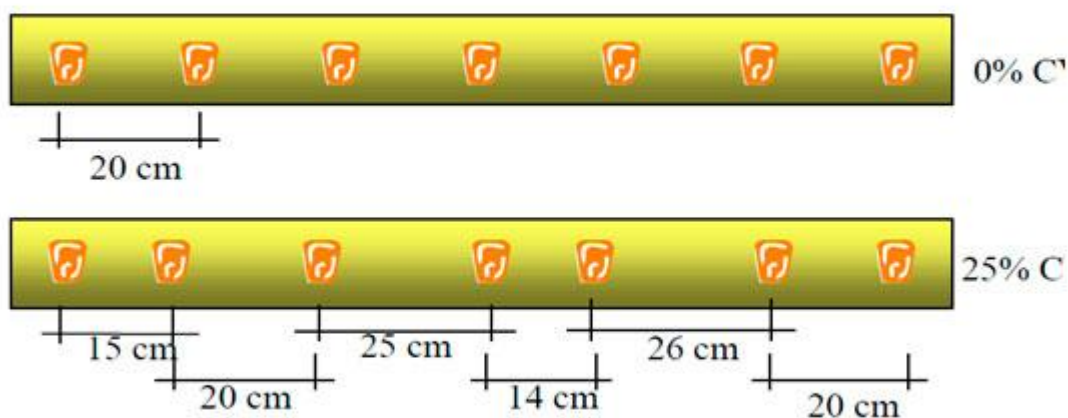
$$C.V. = 100 \cdot \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

Desvio Padrão

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Fonte: Alves (2021).

Figura 6 - Exemplo de dois coeficientes de variação
Distribuição de Plantas



Fonte: Hauagge [s.d.].

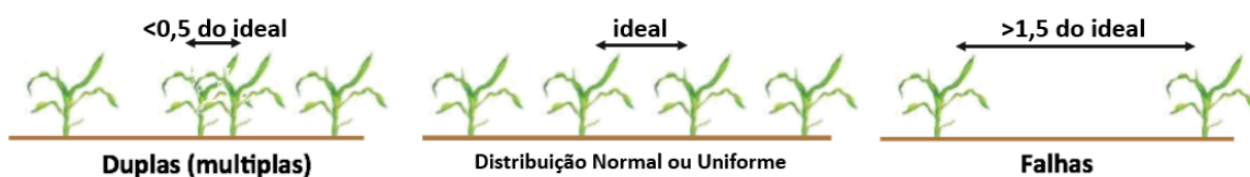
Tabela 1 - Produtividade em kg/ha para tratamentos com diferentes coeficientes de variação (CV) na distribuição espacial de plantas na linha de semeadura. Equação de regressão, sendo “y” a produtividade e “x” o coeficiente de variação

Tratamentos	Produtividade kg.ha ⁻¹	
	2016/17	2017/18
CV 0 % pareado	8229,52	13509,11
CV 0 % intercalado	8919,30	12602,88
CV 20 %	7836,61	12955,66
CV 40 %	6421,93	13170,98
CV 60 %	7101,26	12618,60
CV 80 %	5694,98	11252,34
CV 100 %	5906,23	11861,80
Equação	$y = -28,619x + 8385,1$	$y = -15,396x + 13227$
R ²	0,8355	0,5965

Fonte: Henrichsen *et al.* (2021).

Os prejuízos na distribuição de sementes e estabelecimento do estande podem ocorrer de dois modos principais: falhas e duplas. A primeira é quando o espaçamento encontrado é no mínimo 1,5 vezes superior ao recomendado. Enquanto a dupla é definida quando a distância entre plantas é 0,5 vezes inferior ao recomendado (Figura 7) (Strefling, 2023).

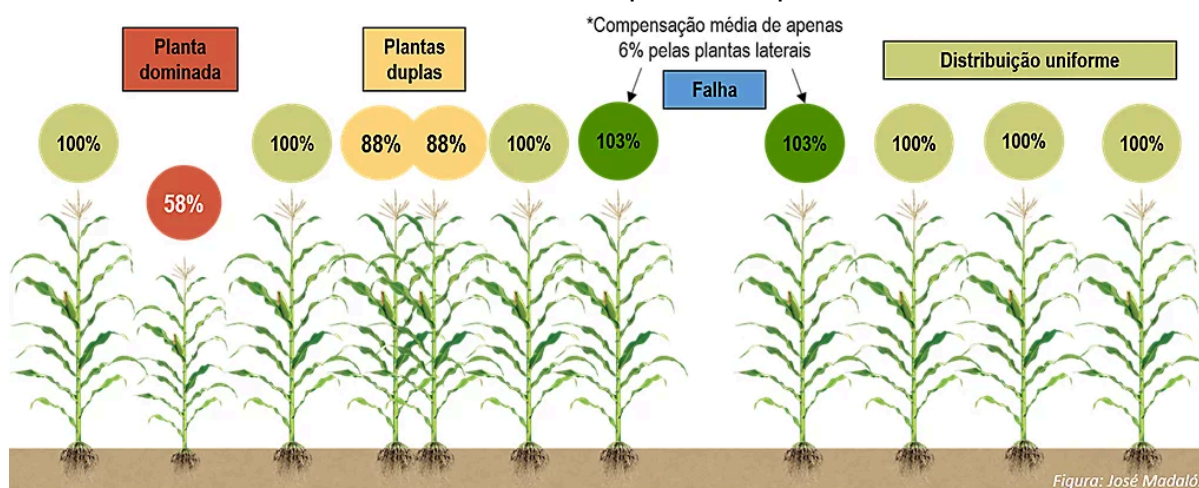
Figura 7 - Representação de falhas e duplas no estande de plantas



Fonte: Strefling (2023).

As falhas na distribuição espacial de plantas promovem uma redução da população de plantas, sendo conhecido que o milho, diferentemente da soja, não tem uma habilidade compensatória de plasticidade. Logo, a elevada quantidade de falhas pode representar uma considerável redução da população de plantas, impactando na produtividade final. Quanto às duplas, a proximidade promove uma competição por recurso entre ambas, uma condição de “planta dominada”, em que aquela planta com menor vigor tende a ter prejuízo quanto à absorção de água, nutrientes e radiação solar. Ademais, tendem a prejudicar o manejo fitossanitário, dificultando a aplicação de defensivos no terço inferior da planta, além de que essas plantas com maior vigor tendem a acamar, dificultando o momento de colheita. É preferível plantas duplas de milho na lavoura quanto a falhas, levando-se em conta a produtividade e o caráter de não plasticidade (Figura 8) (Santos, 2020; Arbex, 2020).

Figura 8 - Representação da produtividade das plantas quanto a distribuição uniforme, falha e plantas duplas



Fonte: Madaloz e de Paula, [s.d.].

A amostragem da dosagem de semente é um procedimento importante para garantir uma boa semeadura. As semeadoras podem dispor de mecanismos

dosadores para sementes e, caso adubadoras, para fertilizantes do mesmo modo. Assim, a amostragem deve ser feita, quantificando as doses em cada um dos mecanismos, através da coleta da semente e pesagem ou quantificação. Os desvios calculados, para sementes devem ser menores que 7%, caso contrário, deve-se fazer o reparo ou troca do equipamento (Figura 9) (Gimenez, 2025).

Figura 9 - Equação do Desvio Médio e Desvio de Unidade para semeadura

$$D(\%) = \left[\left(\frac{Q - q}{Q} \right) \right] * 100$$

$$DM(\%) = \sum_{i=1}^n D * \frac{1}{n}$$

Em que:

D(%) = desvio da unidade

DM(%) = desvio médio

Q = dose semeadura

q = dose da unidade dosadora

Fonte: Gimenez (2025).

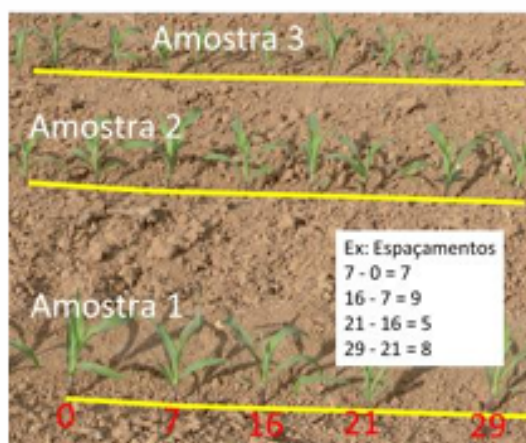
A avaliação da distribuição longitudinal de sementes é feita através da mensuração do espaçamento entre sementes, assim classificando em intervalos. Esses podem ser classificados de acordo com o espaçamento almejado, denominado Xref (Figura 10). De modo prático, deve-se avaliar ao mínimo 150 espaçamentos, repetindo para 3 unidades de semeadura (Figura 11). A partir do espaçamento desejado (Xref), calcula-se a distribuição dos espaçamentos nas classes que pertencem. Por fim, calcula-se o percentual de espaçamento em cada classe. Quanto maior o número de espaçamentos aceitáveis e menor o desvio padrão dos espaçamentos, melhor a distribuição (Figura 12) (Gimenez, 2025).

Figura 10 - Tipos de espaçamento classificados

Tipo de Espaçamento	Intervalos de tolerância
Múltiplos	$X_i < 0,5 X_{ref}$
Aceitáveis	$0,5 X_{ref} < X_i < 1,5 X_{ref}$
Falhos	$X_i > 1,5 X_{ref}$

Fonte: Gimenez (2025).

Figura 11 - Unidades de semeadura e espaçamentos avaliados



Fonte: Gimenez (2025).

Figura 12 - Regularidade de distribuição longitudinal de sementes

Mecanismo	Espaçamentos aceitáveis mínimo (%)	Coefficiente de variação máximo (%)*
Disco perfurado horizontal	60	50
Dedos preensores	75	40
Discos verticais pneumáticos	90	30

*Empregando todos os espaçamentos. Na norma ISO se empregam apenas aqueles considerados aceitáveis

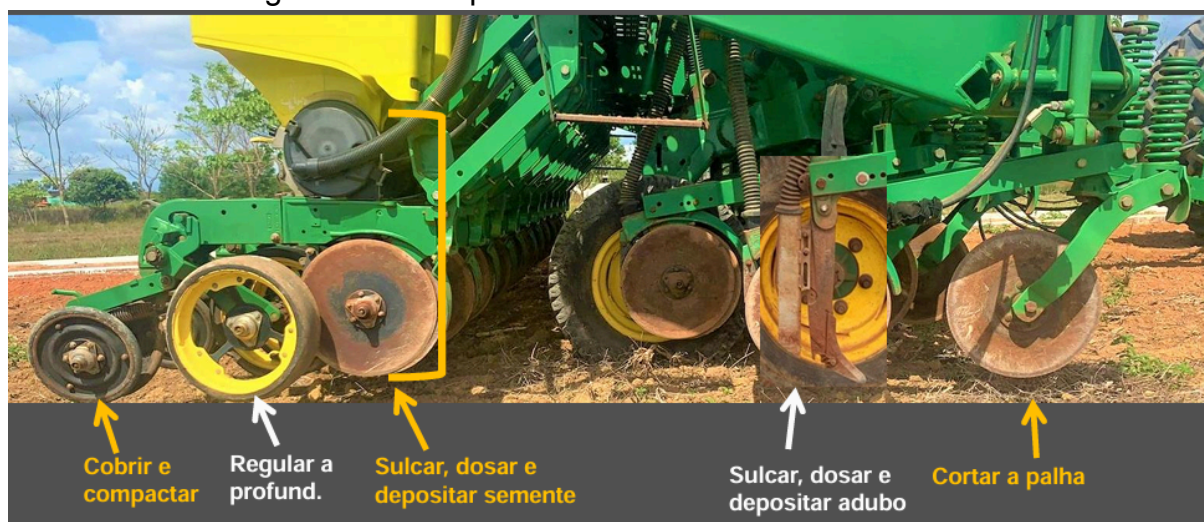
Fonte: Gimenez (2025).

4 FATORES REDUTORES DA PLANTABILIDADE

O sistema mecanizado agrícola, o conjunto de equipamentos, as máquinas e os implementos que realizam os processos de implantação, condução e retirada das culturas comerciais compõem um ponto estratégico para a melhoria da rentabilidade. No entanto, fatores de má calibragem e manutenção, podem tornar-se um dos principais redutores de plantabilidade (Sousa, 2016).

Com base nisso, Arbex (2025) mostra na figura 13 os componentes da plantadeira para que, posteriormente, possam-se analisar alguns fatores de regulagem e falta de manutenção que podem prejudicar a taxa de CV da operação.

Figura 13 - Componentes da semeadora adubadora



Fonte: Arbex (2025).

Dessa forma, cumpre ressaltar alguns pontos essenciais sobre regulagens e manutenção que podem estar tirando sua produtividade em caso de mau uso. A priori, salienta-se a importância da roda limitadora na definição de profundidade da semente sendo sua regulagem feita colocando ou tirando a pressão da roda, assim como mostra a figura 14 (Arbex, 2025). A figura 15 mostra a roda limitadora danificada e necessitando de troca.

Figura 14 - Relação da regulação da roda limitadora



Fonte: Arbex (2025).

Figura 13 - Roda limitadora danificada e necessitando de ser trocada



Fonte: Arbex (2025).

Além disso, a qualidade dos insumos também é um fator essencial para evitar perdas de CV, ou seja, prezar por sementes de alto vigor e germinação podem potencializar o stand final das plantas (My Farm Agro, s.d).

Logo, tendo a manutenção em dia e a qualidade nos insumos, podem-se aumentar as chances de um plantio adequado garantindo altas produtividades na cultura do milho.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A eficiência do processo de semeadura está diretamente ligada ao sucesso produtivo do milho. A chamada plantabilidade garante que a cultura se estabeleça de maneira uniforme, permitindo que o potencial genético dos híbridos seja melhor explorado. Nesse contexto, o posicionamento correto das sementes, tanto em profundidade quanto em distribuição ao longo da linha, é determinante para evitar falhas e duplas, situações que reduzem a população ideal e intensificam a competição entre plantas.

Os indicadores utilizados para avaliar a qualidade da semeadura, como o coeficiente de variação, a regularidade dos espaçamentos e o desvio médio, são ferramentas fundamentais para compreender e corrigir problemas no estabelecimento da lavoura. Pequenos desvios além dos limites recomendados podem comprometer significativamente a produtividade, evidenciando a necessidade de monitoramento constante. A regulagem da semeadora, aliada ao uso de sementes com elevado vigor fisiológico, reduz a variabilidade e assegura maior produtividade.

Em síntese, a busca por elevada plantabilidade, associada a boas práticas de manejo, consolida-se como um dos fatores decisivos para a produtividade e exploração da cultura.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. B. **O que é o C.V. e qual sua importância para atingir a uniformidade no plantio?** [recurso eletrônico]. Agrosystem, 30 set. 2021. Disponível em: <https://www.agrosystem.com.br/post/o-que-%C3%A9-o-c-v-e-qual-sua-import%C3%A2ncia-para-atingir-a-uniformidade-no-plantio>.

ARBEX, P. **Plantabilidade 5.0**. YouTube, 26 mar. 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9o-2GvnyMWk>. Acesso em: 8 set. 2025.

ARBEX, Paulo. **Plantabilidade: o segredo para altas produtividades**. Botucatu: Gape, 2025. 57 slides, color

DOS SANTOS, M. S. **Plantabilidade: atenção com falhas e duplas**. Mais Soja, 28 dez. 2020. Disponível em: <https://maissoja.com.br/plantabilidade-atencao-com-falhas-e-duplas/>.

FATORES que Afetam a Plantabilidade. Cuiabá: My Farm Agro, 2025. Disponível em: <https://blog.myfarmagroeducacao.com.br/fatores-que-afetam-a-plantabilidade/>. Acesso em: 20 set. 2025

GIMENEZ, L. M. **Semeadura**. Piracicaba: Departamento de Engenharia de Biossistemas, ESALQ/USP, 2025. 120 slides. Material de aula da disciplina LEB0432 – Máquinas e Implementos Agrícolas.

HAUAGGE, T. S. **Qualidade de plantio do milho safrinha: incremento de produtividade com tecnologias de custo zero**. Pioneer, s.d. Disponível em: <https://www.pioneer.com.br/blog/artigos/Qualidade-de-Plantio-do-Milho-Safrinha-Incremento-de-Produtividade-com-Tecnologias-de-Custo-ZERO.html>. Acesso em: 8 set. 2025.

HENRICHSEN, L. H.; KUNZ, G. A.; SANTOS, D. B. dos; MARTINS, J. D. **Coefficiente de variação na distribuição espacial de plantas e a produtividade da cultura do milho** [recurso eletrônico]. Equipe Mais Soja, 9 jan. 2021. Disponível em: <https://maissoja.com.br/coeficiente-de-variacao-na-distribuicao-espacial-de-plantas-e-a-produtividade-da-cultura-do-milho/>.

MADALOZ, J. C.; PAULA, R. F. **Semeadura e seus impactos agrônomicos** [recurso eletrônico]. Corteva, s.d. Disponível em: <https://www.corteva.com.br/central-de-conteudo/semeadura-e-seus-impactos-agronomicos.html>.

OLIVEIRA, Carina Oliveira e. **Semeadura do milho: dicas para aumentar a produção da sua fazenda!** 2016. Disponível em: <https://www.myfarm.com.br/semeadura-do-milho/>. Acesso em: 20 set. 2025.

STREFLING, M. **Plantabilidade: Dicas para uma lavoura de sucesso**. Brevant, 30 ago. 2023. Disponível em:

<https://www.brevant.com.br/blog/artigos/plantabilidade-o-segredo-para-uma-lavoura-de-sucesso.html>. Acesso em: 8 set. 2025.

SOUSA, Saulo Fernando Gomes de. **PROFUNDIDADES DE SEMEADURA E ESPAÇAMENTOS ENTRE PLANTAS NA CULTURA DO MILHO**. Botucatu: Unesp, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/6ceff35f-82a5-4b54-ad31-b02f1a3cafe4/content>. Acesso em: 20 set. 2025

ZANUZ, J. S. **Componentes agronômicos: a plantabilidade influencia na produtividade?** Mais Soja, 18 out. 2024. Disponível em: <https://maissoja.com.br/produktividade-plantabilidade/>. Acesso em: 8 set. 2025.