



Kentherm Technologies

Equipamentos de Alta Tecnologia

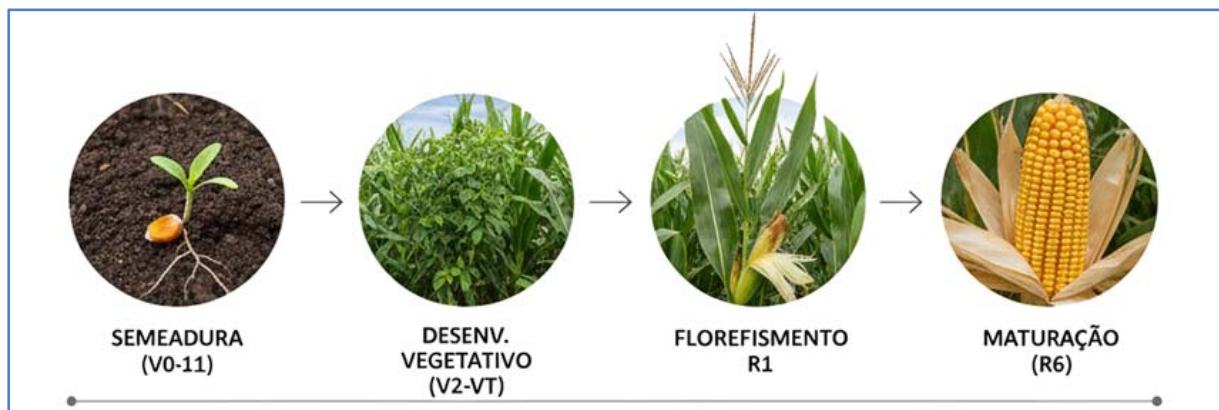
A Kentherm Technologies se apoiou sobre uma impressionante síntese de tecnologias para criar novos aparelhos. Equipamentos Híbridos Compactos geradores de ar ambiente interior de alta qualidade e eliminar todo tipo de patogênico, existentes e vindouros.

- ① **PLASMA FRIO GERMINAÇÃO DE SEMENTES**
- ① **TRATAMENTO DE SEMENTES, SUA EFICÁCIA É EVIDENTE NO AUMENTO NA GERMINAÇÃO DAS SEMENTES E NO AUMENTO DO VIGOR DAS PLÂNTULAS.**
- ① **CRESCIMENTO DA RENTABILIDADE DA SAFRA**
- ① **AUMENTO DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES 10 A 50%**
- ① **REDUÇÃO DO TEMPO DE GERMINAÇÃO**
- ① **QUEBRA DA DORMÊNCIA DE SEMENTES**

→ **Tecnologias de Referência Internacional
2026**

Processo de TRATAMENTO DE SEMENTES

- ① EM CULTURAS COMO TRIGO, MILHO, CEVADA, SOJA, POR EXEMPLO, O PLASMA PODE **AUMENTAR A GERMINAÇÃO, REDUÇÃO DO TEMPO DE GERMINAÇÃO E O VIGOR DAS SEMENTES**, ALÉM DE REDUZIR A INFECCÃO POR FUNGOS.



RESUMO

As técnicas de processamento não térmico ganharam popularidade nos últimos anos na indústria alimentícia.

RECENTEMENTE, O PLASMA FRIO FOI INCORPORADO À INDÚSTRIA DE ALIMENTOS e é utilizado para reduzir a contagem microbiana, degradar micotoxinas, inativar Fungos enzimas e reduzir pesticidas e alérgenos em produtos alimentícios.

- UTILIZADO PARA MANTER COMPOSTOS BIOATIVOS E AUMENTAR A ATIVIDADE ANTIOXIDANTE.
- TECNOLOGIA DE PLASMA FRIO E ÁGUA ATIVADA POR PLASMA NA AGRICULTURA PARA PROMOVER O CRESCIMENTO DE PLANTAS E A GERMINAÇÃO DE SEMENTES.
- IMPACTO DO PLASMA FRIO NA COMPOSIÇÃO, NAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS E NA QUALIDADE NUTRICIONAL DOS ALIMENTOS.

Introdução

- OS SETORES GLOBAIS DE ALIMENTOS E AGRICULTURA ESTÃO SOB EXTREMA PRESSÃO PARA ATENDER A ESSA DEMANDA. A PRINCIPAL PREOCUPAÇÃO NO SETOR AGRÍCOLA É O USO DE PESTICIDAS, AGROTÓXICOS, FUMIGANTES E AGROQUÍMICOS QUE, EMBORA MELHOREM A PRODUÇÃO AGRÍCOLA, REPRESENTAM UMA AMEAÇA AO MEIO AMBIENTE E À SAÚDE DA MAIORIA DOS SERES VIVOS.

- O setor agro alimentar busca métodos para impulsionar a produção agrícola, além de alternativas mais seguras aos tratamentos químicos e tóxicos.

O AUMENTO NO USO DE NOVAS TECNOLOGIAS NÃO TÉRMICAS, COMO O **PLASMA FRIO**, DEVIDO À SUA FACILIDADE DE USO, BAIXO CUSTO DE INSTALAÇÃO, AUSÊNCIA DE TOXICIDADE, CAPACIDADE DE NÃO PRODUZIR RESÍDUOS E DE PROCESSAR ALIMENTOS MAIS RAPIDAMENTE.

Plasma é como um gás ionizado composto principalmente de átomos, elétrons livres, fótons e íons. Por outro lado, é necessária baixa energia para formar um plasma frio, também conhecido como plasma de baixa temperatura, em uma faixa de temperatura de 30° a 60°C em atmosfera ambiente.

A tecnologia de plasma frio tem apresentado avanços notáveis em aplicações agrícolas, demonstrando versatilidade em diversas facetas do manejo de culturas e da saúde do solo.

No tratamento de sementes, SUA EFICÁCIA É EVIDENTE NA PROMOÇÃO DA GERMINAÇÃO, REDUÇÃO DO TEMPO DE GERMINAÇÃO E NO AUMENTO DO VIGOR DAS PLÂNTULAS, ERRADICANDO PATÓGENOS NA SUPERFÍCIE DAS SEMENTES E MITIGANDO O RISCO DE DOENÇAS EM ESTÁGIOS INICIAIS. COMO UMA ALTERNATIVA ECOLÓGICAMENTE CORRETA, O PLASMA FRIO DEMONSTRA PROPRIEDADES ANTIMICROBIANAS, CONTROLANDO EFICAZMENTE DOENÇAS DE PLANTAS SEM O USO DE PESTICIDAS QUÍMICOS.

O TRATAMENTO DE SEMENTES COM PLASMA FRIO FUNCIONA COMO UM “BANHO DE ENERGIA” NA SUPERFÍCIE DA SEMENTE, UTILIZANDO GASES COMO OXIGÊNIO OU NITROGÊNIO. ESSES GASES SÃO ENERGIZADOS E MODIFICAM AS PROPRIEDADES DA CASCA DA SEMENTE, SEM DANIFICÁ-LA.

ESSA TENDÊNCIA É IMPULSIONADA PELA FACILIDADE DE USO, BAIXO CUSTO DE CONFIGURAÇÃO, AUSÊNCIA DE TOXICIDADE E CAPACIDADE DE PROCESSAR SEMENTES DE FORMA RÁPIDA E EFICIENTE. O PLASMA É UM

ESTADO DA MATÉRIA IONIZADO, COMPOSTO POR ÁTOMOS, ELÉTRONS LIVRES, FÓTONS E ÍONS. O PLASMA NÃO TÉRMICO (NTP), É UM TIPO DE PLASMA QUE É CRIADO A TEMPERATURAS RELATIVAMENTE BAIXAS, ENTRE 30° E 60 °C. ELE É COMPOSTO POR ESPÉCIES REATIVAS, COMO RADICAIS LIVRES, ÍONS E RADIAÇÕES QUE VARIAM DE UV A VISÍVEL.

O TRATAMENTO DE PLASMAS EM SEMENTES SE TORNOU DE USO GENERALIZADO, DEVIDO AOS SEUS BONS RESULTADOS NA RENTABILIDADE DAS PLANTAÇÕES COM O EMPREGO DA TECNOLOGIA.

PLANTAÇÃO DE SOJA:

1. A UMA POTÊNCIA DE 65 W A 85 W POR UM TEMPO DE 1 A 3 MINUTOS SOB O PLASMA FRIO É IDEAL PARA CONTER PATÓGENOS INTERNOS ÀS SEMENTES E DAR AUMENTO PARA A GERMINAÇÃO DAS SEMENTES;



2. A UMA POTÊNCIA DE 80 W POR UM TEMPO DE 15 SEGUNDOS SOB O PLASMA FRIO, PODE AUMENTAR A GERMINAÇÃO E VIGOR DAS SEMENTES REDUZIR O TEMPO DE GERMINAÇÃO.

OS PRINCIPAIS BENEFÍCIOS TRAZIDOS PELO PLASMA SÃO:

1. AUMENTO NA GERMINAÇÃO DAS SEMENTES;
2. CRESCIMENTO DA RENTABILIDADE DA SAFRA;
3. REDUÇÃO DE PATÓGENOS CAUSADORES DE DOENÇAS E PRAGAS;
4. AUMENTA A QUANTIDADE DE BIOMASSA EM ATÉ 45%;
5. PROMOVE A RESISTÊNCIA DAS PLÂNTULAS.



O PLASMA FRIO EM PRESSÃO ATMOSFÉRICA É UMA TECNOLOGIA DE BAIXO CUSTO E ALTAMENTE VERSÁTIL.

O PLASMA EM SEMENTES É CAPAZ DE TRAZER MAIS VIGOR E RENDIMENTO A UMA PLANTAÇÃO E TEM ALCANÇADO ELEVADO VOLUME EM TODO MUNDO POR ESTA RAZÃO.

PLASMA NÃO TÉRMICO É APROPRIADO PARA USOS QUE EXIGEM CONTROLE TÉRMICO RIGOROSO, COMO NO SETOR AGRO ALIMENTAR.

AS ESPÉCIES REATIVAS GERADAS DURANTE A DESCARGA DO NTP, COMO OXIGÊNIO REATIVO (ROS) E NITROGÊNIO REATIVO (RNS), SÃO CRUCIAIS PARA OS EFEITOS OBSERVADOS EM PROCESSOS AGRÍCOLAS. ESSAS ESPÉCIES INTERAGEM COM ESTRUTURAS CELULARES, PROMOVEDO MUDANÇAS BIOQUÍMICAS BENÉFICAS PARA A GERMINAÇÃO DE SEMENTES, O CRESCIMENTO DE PLANTAS E A INATIVAÇÃO DE PATÓGENOS EM ALIMENTOS.

Na germinação de sementes, o tratamento com plasma não térmico tem eficácia comprovada. A exposição controlada de sementes a descargas de plasma, como a Descarga de Barreira Dielétrica (DBD), altera a permeabilidade da casca das sementes, facilitando a absorção de água e nutrientes essenciais.

① ESSA TÉCNICA NÃO APENAS ACELERA O PROCESSO GERMINATIVO, REDUZ EFETIVAMENTE A DORMÊNCIA DE SEMENTES E EFETIVA O AUMENTO SIGNIFICATIVO DA GERMINAÇÃO, MAS TAMBÉM ESTIMULA MECANISMOS FISIOLÓGICOS INTERNOS QUE RESULTAM EM PLÂNTULAS MAIS VIGOROSAS.

Além disso, o tratamento com NTP pode reduzir a presença de patógenos na superfície das sementes, promovendo uma germinação mais segura e eficiente. Isso representa um avanço significativo em relação aos métodos tradicionais de pré-tratamento de sementes, que geralmente envolvem substâncias químicas potencialmente nocivas ao meio ambiente.

OUTRO ASPECTO RELEVANTE DA APLICAÇÃO DO PLASMA NÃO TÉRMICO NA AGRICULTURA ESTÁ RELACIONADO À SUBSTITUIÇÃO PARCIAL OU TOTAL DE PESTICIDAS.

O uso intensivo de defensivos químicos tem sido alvo de críticas devido aos seus impactos negativos sobre a saúde humana, o solo e os recursos hídricos. O plasma não térmico apresenta-se como uma solução alternativa eficaz na inativação de microrganismos fitopatogênicos presentes tanto em sementes quanto em plantas em crescimento. A exposição das superfícies vegetais às espécies reativas do NTP resulta em alterações estruturais nos microrganismos, levando à sua inativação sem a necessidade de compostos químicos tóxicos. Além disso, a aplicação do NTP permite tratar áreas específicas, reduzindo a dispersão de resíduos no ambiente.

A conservação pós-colheita também tem sido amplamente beneficiada pelas tecnologias de plasma. A deterioração dos alimentos frescos após a colheita é causada, principalmente, pela ação de microrganismos e

enzimas naturais. Os métodos tradicionais, como a pasteurização e a esterilização, embora eficazes na redução da carga microbiana, freqüentemente afetam a qualidade nutricional e sensorial dos produtos. Nesse contexto, o plasma não térmico representa uma



alternativa atrativa por ser capaz de promover a descontaminação superficial sem elevar a temperatura dos alimentos. Isso preserva as características físico-químicas dos produtos, estendendo sua vida útil de forma segura e eficiente. Além disso, os tratamentos com NTP são rápidos, de fácil aplicação e não deixam resíduos químicos, o que os torna compatíveis com os princípios da agricultura sustentável.

④ **UMA APLICAÇÃO ESPECÍFICA E DE CRESCENTE IMPORTÂNCIA DO PLASMA NÃO TÉRMICO NA AGRICULTURA, É OBTIDA AO SUBMETER À ÁGUA A DESCARGAS DE PLASMA, GERANDO UM LÍQUIDO ENRIQUECIDO COM ESPÉCIES REATIVAS DE OXIGÊNIO E NITROGÊNIO. ESSA SOLUÇÃO APRESENTA PROPRIEDADES ANTIMICROBIANAS E BIOESTIMULANTES, PODENDO SER UTILIZADA NA IRRIGAÇÃO DE PLANTAS, EM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL AOS FERTILIZANTES CONVENCIONAIS. A FERTIRRIGAÇÃO COM PAW (PLASMA ACTIVATED WATER) PROMOVE MELHORIAS NO DESENVOLVIMENTO VEGETAL, AUMENTO NA ABSORÇÃO DE NUTRIENTES E MAIOR RESISTÊNCIA A DOENÇAS. ADICIONALMENTE, A PAW TEM SE MOSTRADO EFICAZ NA REDUÇÃO DE FUNGOS E BACTÉRIAS EM FRUTAS, HORTALIÇAS E SEMENTES, CONTRIBUINDO PARA UMA CADEIA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA E EFICIENTE.**

Os mecanismos de ação do NTP e da PAW envolvem interações complexas entre as espécies reativas e os sistemas biológicos. **A radiação UV gerada pelo plasma, por exemplo, é capaz de romper o DNA de microrganismos, inativando-os.** Já os radicais livres e os íons promovem reações de oxidação-redução que afetam membranas celulares, proteínas e estruturas enzimáticas. No caso das plantas, essas interações podem estimular vias metabólicas relacionadas ao crescimento, à produção de fitoalexinas e à ativação de respostas de defesa. Dessa forma, o NTP atua tanto como agente de descontaminação quanto como indutor de processos fisiológicos positivos.

O referencial desta tecnologia se apóia em abordagens interdisciplinares para compreender e explorar o potencial do plasma não térmico na agricultura. A revisão da literatura indica

que essa tecnologia apresenta vantagens significativas para a germinação de sementes, melhoria da qualidade da água de irrigação e conservação de alimentos pós-colheita, contribuindo para um modelo agrícola mais sustentável.

Portanto, o plasma não térmico configura-se como uma ferramenta tecnológica versátil, promissora e alinhada com as demandas da agricultura moderna. Sua capacidade de atuar em múltiplas frentes — germinação, nutrição, proteção vegetal e conservação pós-colheita — reforça sua relevância no cenário atual de busca por soluções sustentáveis e inovadoras.

Nesse processo, uma das principais mudanças é a diminuição do ângulo de contato da semente com a água. **Em outras palavras:** A superfície da semente se torna mais “amigável” à água. Isso **melhora a velocidade e a quantidade de água absorvida**, o que acelera a germinação.

O plasma frio, também conhecido como plasma não térmico, é uma mistura de gases neutros e ionizados (energizados) com diferentes moléculas ativadas. Ele é chamado de “frio” porque não aquece a semente a ponto de danificá-la.

Dentro dessa mistura, destacam-se dois componentes importantes:

- **ROS (espécies reativas de oxigênio):** Moléculas de oxigênio altamente energizadas.
- **RNS (espécies reativas de nitrogênio):** Moléculas de nitrogênio altamente energizadas.

Essas moléculas (ROS e RNS) atuam como sinalizadores químicos dentro das plantas, regulando funções essenciais como:

- Metabolismo geral da planta;
- Transporte e absorção de nutrientes;
- Processo de germinação;
- Senescência (o envelhecimento natural das células);
- Tolerância a estresses, como **falta de água, temperaturas extremas**, salinidade e ataques de pragas e doenças.



DBD (Descarga de barreira dielétrica plasma atmosférico)

ESTE TIPO DE PLASMA FRIO TEM UMA GRANDE VANTAGEM: ELE FUNCIONA EM PRESSÃO ATMOSFÉRICA NORMAL. ISSO SIGNIFICA QUE **NÃO PRECISA DE EQUIPAMENTOS DE VÁCUO CAROS OU DE GASES ESPECIAIS**, TORNANDO O PROCESSO POTENCIALMENTE MAIS SIMPLES E BARATO.

GERA raios ultravioleta e um fluxo de elétrons que tratam a superfície da semente de forma eficaz.

<https://aegro.com.br/blog/tratamento-de-plasma-em-sementes/>

DESTACADO ARTIGO PLASMA FRIO NAS SEMENTES

O tratamento de sementes a plasma é uma **tecnologia muito bem-sucedida e viável** para diversas culturas de interesse agrícola.

Seu principal benefício é **acelerar e uniformizar a germinação**, o que reduz o tempo de exposição das sementes a patógenos e condições adversas no solo.

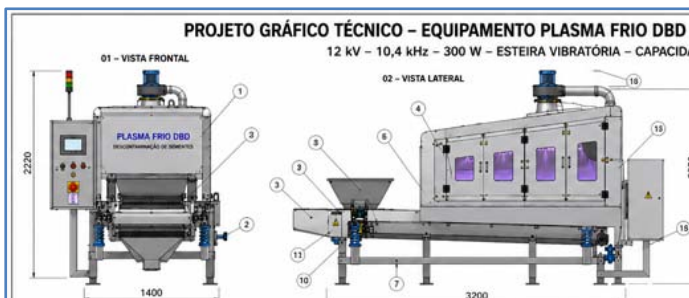
Além disso, a técnica pode ajudar na **quebra de dormência de sementes** e aumentar a vida útil de grãos e sementes armazenados.

Espécie	Potência	Tempo de exposição	Tipo de plasma	Objetivo do tratamento
Soja	65 a 85W	1 a 3 minutos	frio de descarga de barreira dielétrica	Controle de patógenos internos às sementes, aumento da germinação e vigor
Soja	80 W	15 segundos	frio	Aumento da germinação e vigor
Tomate	75 W	10 segundos	frio	Tolerância ao estresse por frio
Girassol	100 W	120 segundos	plasma atmosférico	Aumento da germinação e capacidade de absorção de água pelas sementes
Pós-colheita	1000 W	90 segundos	frio atmosférico	Inibição de fungos: <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Cladosporium sphaerospermum</i> e <i>Aspergillus oryzae</i>

Arroz	45W	6 a 10 minutos	frio	Aumento da germinação de sementes
Milho	45W	30 a 120 segundos	frio de baixa frequência	Aumento de raízes, folhas, caule, produtividade e componentes minerais

ALÉM DO TRATAMENTO DE SEMENTES, SUA UTILIDADE SE ESTENDE À ESTERILIZAÇÃO DO SOLO, ONDE ELIMINA MICRORGANISMOS E PRAGAS NOCIVAS, PROMOVENDO MELHOR SAÚDE DO SOLO E DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES PARA AS CULTURAS. A TECNOLOGIA TAMBÉM SE MOSTRA FUNDAMENTAL PARA ESTIMULAR O CRESCIMENTO DAS PLANTAS, APERFEIÇOAR PROCESSOS FISIOLÓGICOS E, **CONSEQÜENTEMENTE, AUMENTAR A PRODUTIVIDADE.**

DE MODO GERAL, O PROGRESSO MULTIFACETADO E A APLICAÇÃO DO PLASMA FRIO NA AGRICULTURA RESSALTAM SEU POTENCIAL PARA REVOLUCIONAR AS PRÁTICAS AGRÍCOLAS, FORNECENDO SOLUÇÕES EFICAZES, SUSTENTÁVEIS E ECOLÓGICAS EM VÁRIOS ASPECTOS DO CULTIVO E DA CONSERVAÇÃO DE CULTURAS.



OS PROCESSOS EM TÚNEIS CONTÍNUOS PODEM TRATAR DE 6.000 KG A 242.000 KG DE SEMENTES COM EQUIPAMENTOS DE PLASMA FRIO CONTÍNUO, COM ABSOLUTA SEGURANÇA. O TRATAMENTO DE SEMENTES COM PLASMA FRIO (OU PLASMA NÃO TÉRMICO) É UMA TECNOLOGIA EMERGENTE E SUSTENTÁVEL UTILIZADA NA AGRICULTURA PARA SANITIZAÇÃO E MELHORIA FISIOLÓGICA, PODENDO SER APLICADA NO PÓS-COLHEITA E ARMAZENAMENTO EM SILOS PARA PRESERVAR A QUALIDADE DOS GRÃOS.

AÇÃO SANITÁRIA: ELIMINA MICROORGANISMOS PATOGENOS (FUNGOS, BACTÉRIAS E VÍRUS) NA SUPERFÍCIE DA SEMENTE, SEM DEIXAR RESÍDUOS QUÍMICOS TÓXICOS.

E FEITO FISIOLÓGICO: MODIFICA A SUPERFÍCIE DA SEMENTE (AUMENTANDO A **HIDROFILICIDADE**, O QUE **ACELERA A GERMINAÇÃO, O VIGOR E O CRESCIMENTO INICIAL DAS PLÂNTULAS**).

APLICAÇÕES: PODE SER USADO EM DIVERSAS CULTURAS, INCLUINDO SOJA, CEVADA, MILHO, FEIJÃO E MILHETO.

ESTEIRAS RECURVADAS OU EM LEITOS FLUIDIZADOS PODEM TRATAR DESDE 20 KG A 100 KG DE SEMENTES COM ABSOLUTA SEGURANÇA. O TRATAMENTO DE SEMENTES FREQUENTEMENTE APLICADOS ATRAVÉS DE SISTEMAS DE LEITO FLUIDIZADO OU ESTEIRAS TRANSPORTADORAS. ESSA TÉCNICA UTILIZA GÁS (OU AR AMBIENTE PARCIALMENTE IONIZADOS PARA MODIFICAR A SUPERFÍCIE DAS SEMENTES E ELIMINAR PATÓGENOS SEM UTILIZAR PRODUTOS QUÍMICOS E SEM DANIFICAR O EMBRIÃO.

PARA QUE O PLASMA FRIO SEJA EFICIENTE PRECISA TRATAR TODAS AS SEMENTES DE FORMA UNIFORME. SISTEMAS INDUSTRIAIS. SISTEMAS INDUSTRIAIS UTILIZAM AS SEGUINTES ABRIGADAS: ESTEIRAS TRANSPORTADORAS DE CONVEYOR BELT. ESTEIRAS SÃO TRANSPORTADAS COM PLASMA (GERALMENTE DE BARREIRA DIELÉTRICA DBD). É UM PROCESSO CONTÍNUO ONDE A SEMENTE PASSA PELA ZONA DE PLASMA PELO TEMPO REQUERIDO.