



Departamento de Agronomia
Centro de Ciências Agrárias e Engenharias
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

**CONCURSO PÚBLICO PARA PROFESSOR EFETIVO
EDITAL Nº 03, DE 26 DE FEVEREIRO DE 2024**

ÁREA: Agronomia (código CNPq 5.01.00.00-9)

SUBÁREA: Fitotecnia (código da subárea CNPq: 5.01.03.00-8)

CÓDIGO DO CANDIDATO: 202403FIT15

Alegre, 24 de junho de 2024

Tecnologia e Produção de Sementes Sintéticas

→ Introdução

Os avanços tecnológicos são cruciais para impulsionar a agricultura e garantir a segurança alimentar global. Dentro deste contexto, surge uma inovação que se trata da tecnologia de produção de sementes sintéticas, técnica capaz de integrar ciências, engenharia e biotecnologia para produzir sementes que ~~atendam~~ atendam a demanda de agricultores e consumidores para a produção e consumo de alimentos, respectivamente.

Tradicionalmente, os agricultores necessitam de várias gerações de cultivos para selecionar indivíduos que apresentem as características agrônômicas de seu interesse. Com o uso da tecnologia da produção de sementes sintéticas ocorre uma redução no tempo de espera para selecionar indivíduos com as características requeridas, pois são utilizadas técnicas da biotecnologia como hibridação e marcadores moleculares, que vão acelerar o processo.

Apesar dos benefícios apresentados pela técnica, é importante salientar que questões éticas, ambientais e socioeconômicas são levantadas com seu uso. Dessa forma, é importante buscar um equilíbrio entre os avanços da tecnologia de produção de sementes sintéticas e a produção tradicional de sementes, o que irá contribuir com o fortalecimento da agricultura do futuro.

→ Importância e aplicações da tecnologia de sementes sintéticas

Sementes sintéticas ou symseeds (do inglês Synthetic Seeds = sementes sintéticas) consistem em sementes obtidas a partir de uma técnica inovadora da produção de sementes que consiste na junção de propagulos vegetais (células, tecidos ou órgãos vegetais) com uma matriz encapsulante, dando origem à uma estrutura que mimetiza as funções de uma semente comercial.

Essas sementes são geradas principalmente para substituir sementes de espécies que apresentam problemas de vigor e germinação, para auxiliar no processo de disseminação de sementes e para substituir sementes de espécies que necessitem da intera-

ção micorrízica - fúngica para germinarem.

Além disso, as sementes sintéticas podem ser utilizadas na conservação de plantas de genótipos elite, em substituição de sementes de plantas ameaçadas de extinção, raras, ou comercialmente importantes, entre outras situações.

O agente encapsulante dessas sementes contribui para uma distribuição facilitada, para um melhor intercâmbio de sementes entre laboratórios, e para um melhor armazenamento das sementes.

A seguir serão apresentadas algumas das principais etapas do processo de produção das sementes sintéticas.

→ Escolha dos genitores

Inicialmente é realizada a seleção das plantas que serão utilizadas nos posteriores cruzamentos. Essa seleção é feita com base nas características de interesse da planta como resistência à umedez e doenças, às condições climáticas adversas, características agrônômicas, produtividade e adaptabilidade, entre outras.

→ Hibridação

Após a escolha dos genótipos que serão utilizados para a produção das sementes sintéticas é feita a hibridação. A hibridação consiste no cruzamento controlado entre os indivíduos selecionados para obtenção de novas variedades de plantas híbridas com características superiores.

Nesse processo, o pólen de um indivíduo é direcionado ao estigma de outro indivíduo. Em seguida ocorre a fecundação.

→ Cultivo in vitro e embriogênese somática

Para o sucesso da produção de sementes sintéticas é necessário que se utilize um explante totipotente que pode ser qualquer parte da planta dentro desses termos (células, tecidos ou órgãos vegetais). Embriões somáticos são os mais utilizados devido à sua natureza pelas que apresenta brotação e raízes em uma única etapa do processo.

Além das embriões normáticas também são frequentemente utilizados, para a produção de sementes sintéticas brotos caulinares (estruturas vegetais que emergem do ápice caulinar), segmentos nodais (brotações que emergem dos nós caulinares), calos e corpos semelhantes a protómeros (massas celulares indiferenciadas que podem dar origem a outras estruturas vegetativas), entre outros.

Os explantes são cultivados em meios de cultura em condições asépticas e controladas. Geralmente, esses meios de cultura são enriquecidos com nutrientes, carboidratos, reguladores de crescimento, que irão auxiliar no processo de produção das sementes sintéticas.

A embriogênese normática é o processo que envolve a produção de embriões a partir de células normáticas. É o processo mais comumente utilizado para a obtenção de sementes sintéticas devido às características mencionadas anteriormente com relação à ~~seu~~ estrutura polar dos embriões normáticos.

→ Escolha do agente encapsulante

A escolha do agente encapsulante é uma das etapas mais importantes do processo de produção de sementes sintéticas. É uma etapa crucial pois o agente que irá encapsular a semente deve ser robusto o suficiente para proteger a semente e flexível o suficiente para permitir a emergência das raízes e cotilédones no processo de conversão.

Geralmente, o hidrogel de alginato de sódio é o agente encapsulante mais utilizado, devido à sua espessura, rapidez na gelificação e baixo custo. No entanto, outros agentes encapsulantes também podem ser utilizados como alginato de sódio com gelatina, pectato de sódio, alginato de potássio e carragenina.

Esses agentes encapsulantes podem ser comparados com endopermas artificiais. Eles são responsáveis por proteger as sementes e lhes dar condições de germinar quando colocadas em meios apropriados para isso. Por isso, apresentam características como: permitem absorção de água pelas sementes, são porosos, macios e flexíveis.

→ Entagúe

Após o processo de encapsulamento das esportões, com o hidrogel de alginato de sódio ou outros, há a formação de uma "pérola" que deve ser circular, não muito rígida, porém firme. Esse formato irá facilitar o transporte e o armazenamento das sementes sintéticas. Uma concentração muito grande de alginato de potássio ou sódio pode tornar essas pérolas muito rígidas e uma concentração muito baixa pode torná-las muito frágeis. É importante que haja um equilíbrio nessa concentração para que não ocorra a imobilização dessas sementes.

Essas pérolas, após formadas, precisam passar por sucessivas lavagens com água esterilizada para que os íons de sódio, potássio ou outros elementos sejam eliminados evitando que a toxicidade das sementes ocorra. Após esse processo, as pérolas são colocadas sobre papéis filtros para que sejam secas. Em seguida, podem ser armazenadas ou distribuídas.

→ Armazenamento

Para uma maior viabilidade das sementes sintéticas é importante que sejam armazenadas em condições adequadas e por tempo não muito prolongado.

Para a maioria das espécies, uma temperatura de 4°C em geladeiras de laboratório pode ser adequada, apesar de não ser possível determinar com exatidão devido às diferentes características de cada espécie.

A criopreservação pode ser utilizada para armazenamentos a mais longo prazo. Esse processo utiliza temperaturas baixíssimas (-196°C) para cessar qualquer tipo de atividade celular e metabólica nas sementes.

→ Comercialização das sementes sintéticas

Sementes comerciais necessitam de certas condições ambientais favoráveis para germinar, como temperatura do solo, umidade do solo, oxigênio, água, luz e oxidação. Além disso propriedades internas das sementes também auxiliam no processo da germinação como reguladores de crescimento e reservas nutricionais.

As sementes sintéticas, porém, carecem de endosperma e necessitam de meios de conversão adequados para a sua ~~deixar~~ germinação ~~deixar~~ ocorrer com sucesso. Acredita-se que os meios de cultura que apresentaram mais nutrientes, carboidratos e reguladores de crescimento, contribuíram mais para o momento de conversão do que os meios enriquecidos. Além disso, os agentes encapsulantes nas condições mais adequadas (comentadas anteriormente) também tem grande contribuição nesse momento.

→ Propagação

A propagação consiste na reprodução e distribuição das sementes obtidas das plantas mais promissoras. Para isso, sucessivos cultivos devem ser realizados de forma contínua para obter esses resultados. As formas de propagação podem ser as mais variadas como enxertia, divisão de touceiras, a depender da espécie em questão.

→ Testes de viabilidade e germinação

Antes da distribuição e comercialização das sementes sintéticas, estas devem ser analisadas quanto à sua capacidade de germinação, viabilidade, tolerância e resistência a estresses como ataque de pragas e doenças, tolerância à seca e temperaturas extremas, salinidade, entre outros.

Testes tradicionais como testes de germinação, teste do tetrazólio, e contagem de plântulas podem ser utilizados para avaliar as sementes sintéticas. Além destes métodos tradicionais, também podem ser empregados marcadores moleculares para análises mais rápidas e precisas à nível molecular para determinar a viabilidade das sementes.

→ Regulamentações

As sementes sintéticas não são consideradas sementes artificiais assim como as sementes híbridas. A produção, comercialização, fiscalização e regulamentação são exigidas por normas e regulamentações do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). As sementes devem estar inscritas no Registro Nacional de

Cultivares (RNC). Além disso, muitas informações à respeito da produção, comercialização, distribuição, armazenamento e transporte, podem ser encontradas na Lei 10.711/2003 (Lei de sementes e mudas).

→ Considerações finais

Com o crescimento populacional ocorre um aumento na demanda por alimentos. No entanto, o tamanho das áreas disponíveis para a agricultura, não acompanha essa crescente necessidade global por alimentação. Dessa forma, o surgimento de tecnologias que possam contribuir para uma maior produção de sementes e alimentos, de forma rápida, eficiente e segura é importante mundialmente.

A produção de sementes sintéticas visa a obtenção de sementes tecnológicas que sejam geneticamente melhoradas para: resistência à pragas e doenças, diminuindo a necessidade e o uso de agrotóxicos que degradam o ambiente e à saúde humana; tolerância ao déficit hídrico, possibilitando seu cultivo em áreas mais secas e diminuindo o uso de irrigação; tolerância à salinidade e condições ambientais adversas.

Por serem geneticamente melhoradas, essas sementes já apresentam as características desejadas para uma produção mais sustentável, possibilitando um uso mais adequado dos recursos naturais, contribuindo para a conservação e preservação do ambiente. Além disso, seu tempo de obtenção é mais curto quando comparado com o tempo de obtenção das sementes comerciais. Os meios para obtenção das sementes sintéticas também facilitam sua obtenção em comparação com as sementes comerciais, por consistirem em etapas mais passíveis de serem controladas.

No entanto, alguns problemas também surgem com sua produção. Por serem a junção de um explante com uma capsula artificial, a origem do explante é muito importante, sendo que o processo de seleção desse explante, pode até mesmo prejudicar o sucesso da técnica caso seja obtido de uma parte da planta inadequada (emvelhecida, injuriada), por exemplo.

Um outro desafio é a aceitação da tecnologia por agricultores mais tradicionais que podem se recusar a usar tais sementes devido à falta de compreensão em seu

processo de obtenção.

Dessa forma, estudos adicionais devem ser realizados para aprimorar a tecnologia e os protocolos já existentes ~~no~~ em trabalho de extensão, com cursos, oficinas e dias de campo ~~deve~~ ser realizados para aumentar a aceitação da tecnologia e disseminá-la ~~com o objetivo de~~ ~~compartilhá-la~~