



IMPORTÂNCIA DAS HIBRIDAÇÕES NO PROGRAMA DE MELHORAMENTO DE CEREAIS DO INIAV-ELVAS



O Homem é dependente das plantas para a sua alimentação. Devido a essa grande importância, é natural que, desde longa data, se tenha preocupado em domesticar e desenvolver plantas mais adaptadas às suas necessidades de sobrevivência. Com os avanços da genética, o Melhoramento foi-se sistematizando e, hoje em dia, é considerado uma ciência.

Nuno Pinheiro^{1,2}, Rita Costa^{1,2}, Ana Sofia Bagulho^{1,2}, Ana Sofia Almeida^{1,2,3}, Conceição Gomes¹, José Coutinho^{1,2}, Armindo Costa¹, José Moreira^{1,2} e Benvindo Maças^{1,2,3}

¹ Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária



² GeoBioTec-Universidade Nova de Lisboa



³ GREEN-IT Bioresources for Sustainability, ITQB NOVA



A Preocupação com o aumento da produção de alimentos

A grande importância do melhoramento de plantas está diretamente relacionada com o aumento da produtividade agrícola. Sabe-se, através de registos históricos, que os grandes progressos foram obtidos em culturas importantes a nível mundial, de tal forma que as atuais plantas domesticadas representam um enorme avanço, ao nível do melhoramento genético, comparativamente aos seus ancestrais silvestres.

A obtenção de rendimentos elevados apenas se consegue através de variedades melhoradas, selecionadas e adaptadas aos sistemas agrícolas e onde se estabeleça uma racional e integrada utilização dos fatores de produção. Nessas circunstâncias, o êxito depende do bom funcionamento da fileira (Investigador – Técnico – Agricultor) e da natureza e valia de um substrato físico (solo – clima – estrutura agrícola).

O Melhoramento genético de cereais em Portugal

A Estação de Melhoramento de Plantas (EMP), integrada no Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV, I.P.), desde a sua origem tem tido um papel fundamental no melhoramento genético vegetal e no desenvolvimento de novas variedades, em várias espécies: cereais, proteaginosas, leguminosas e pratenses forrageiras. O processo de melhoramento genético de plantas é longo e dinâmico, sendo necessário cerca de 12 anos para a obtenção de uma nova variedade. O seu sucesso depende diretamente da variabilidade da população original e da capacidade do melhorador para aumentar, combinar e selecionar essa variabilidade.

O conhecimento e a compreensão das múltiplas interações genótipo × ambiente têm orientado os trabalhos que se desenvolvem visando a definição de estratégias de melhoramento que mais rapidamente possibilitem a seleção dos genótipos mais promissores. No que se refere à entidade “Planta”, os melhoradores deverão ter disponíveis os melhores genótipos: bom potencial produtivo e/ou boa qualidade do produto final, adaptado, de preferência, às condições de fotoperíodo e temperatura em que vai ser cultivado, bem como às exigências do mercado e bom comportamen-

to sanitário. Deverá ainda existir conhecimento sobre o comportamento biológico, ou seja, a fisiologia ligada à produtividade, a fertilidade da planta e as tolerâncias/suscetibilidades a doenças e pragas. Assim, ter um conjunto amplo e diverso de germoplasma identificado, caracterizado a utilizar nas hibridações artificiais, é fundamental. Este trabalho tem-se desenvolvido de forma contínua desde a formação da EMP em 1942. A proximidade, o intercâmbio e o trabalho de seleção de variedades com e para o agricultor sempre foram assumidos como o objetivo final principal. Mais recentemente, a introdução de metodologias analíticas, através da realização de variados estudos (ecofisiologia) vem permitindo melhorar o conhecimento e a compreensão da interação dos processos vitais da planta com o ambiente.

Hibridações em cereais autogâmicos

A técnica das hibridações ou cruzamentos artificiais permite a obtenção de germoplasma com elevada variabilidade genética, o que é fundamental nos programas de melhoramento de plantas (Fig. 1). Esta metodologia permite reunir os genes mais desejáveis identificados e transmitidos pelos progenitores à descendência. Nos últimos anos, muitas centenas de cruzamentos artificiais foram realizados na EMP (INIAV-Elvas) entre germoplasma nacional e oriundo de diferentes zonas do Mundo, seguido de seleção nas populações segregantes e avaliação dos melhores descendentes homocigóticos, em situações de altos *inputs* de modo a que o germoplasma expresse todo o seu potencial genético de produção. Já há muito que se sabe que o progresso no melhoramento de plantas depende da magnitude da variabilidade genética, expressa nos caracteres agronomicamente importantes. Porém, o

progresso na seleção é influenciado pelo genótipo, pelo ambiente e pelas suas interações.

O cruzamento permite a recombinação genética entre dois progenitores selecionados para o efeito. Existem diversos tipos de cruzamentos que se podem realizar, entre os quais podemos destacar:

- **Cruzamento simples**, entre dois genótipos homocigóticos selecionados de acordo com determinados objetivos ou entre duas variedades *elite*;
- **Cruzamento triplo**, entre progenitores obtidos por cruzamento simples ou duplo, o qual se cruza com outro indivíduo homocigótico;
- **Retrocruzamento**, este método é utilizado quando se pretende transferir para uma nova variedade genes para características muito específicas.

No caso das espécies autogâmicas, o cruzamento artificial é composto por duas etapas: a emasculação da espiga (retirar as anteras da flor) e que corresponde às imagens 1 e 2 da Figura 1, seguida de polinização (imagem 3) e de proteção da espiga (imagem 4) até à obtenção de grão (imagem 5). A semente obtida é considerada a primeira geração segregante, designada por F1. Esta geração irá expressar os caracteres dominantes de um dos progenitores. A F2 (segunda geração) expressará a máxima segregação (variabilidade de características). Nas gerações F3 e F4, a maioria dos *loci* homocigóticos e características das famílias tornam-se evidentes, selecionando-se as melhores plantas dentro das melhores famílias. Nas gerações F4 e F5, a seleção é quase que inteiramente feita entre as melhores famílias. A partir da F6, os genótipos já possuem um elevado grau de homocigocidade. Ao longo deste processo é mantido um registo das relações entre o cruzamento e sua descendência, ou seja, a genealogia



Figura 1 – Sequência da metodologia utilizada numa hibridação artificial em trigo-mole.

e o *pedigree*. No âmbito do programa de cereais autogâmicos do INIAV-Elvas, anualmente, semeia-se um grupo de germoplasma denominado Bloco de Cruzamentos (Fig. 2), que inclui um vasto conjunto de variabilidade genética composta por linhas homocigóticas e variedades *elite* das diferentes espécies, as quais são utilizadas para a realização das hibridações. Este bloco tem um carácter dinâmico, sendo incluído ou retirado germoplasma periodicamente, tendo em conta os objetivos das linhas de trabalho em curso, nomeadamente relacionados com a componente fenológica (ciclo), fitopatológica e a qualidade tecnológica. Muitas das variedades de cereais de outono/inverno utilizadas na agricultura foram obtidas através de melhoramento genético convencional. Nas espécies autogâmicas, o processo começa com o cruzamento



Figura 2 – Vista panorâmica do Bloco de Cruzamentos do INIAV-Elvas (2020).

artificial, seguido de seleção, com o objetivo de culminar na obtenção de uma nova variedade. As metodologias mais frequentes nos programas de melhoramento convencional (seleção individual ou *pedigree selection* e seleção em massa ou *bulk selection*) baseiam-se em vários ciclos de seleção até à obtenção de genótipos mais promissores (Fig. 3).

A necessidade em dar respostas concretas às preocupações e solicitações por parte dos agricultores tem

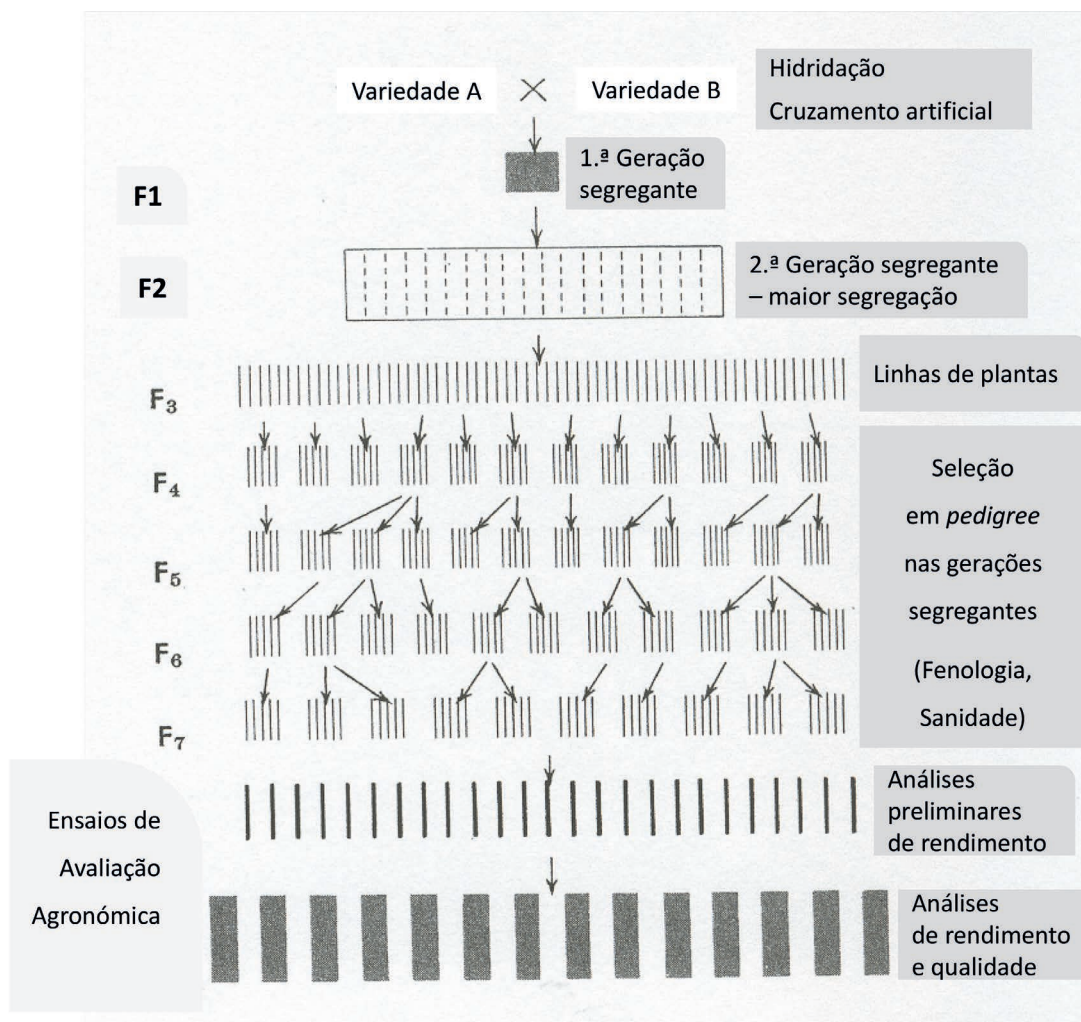


Figura 3 – Esquema de seleção do Programa de Melhoramento Genético de Cereais adotado pelo INIAV-Pólo de Elvas.

Tabela 1 – Variedades e respetivas espécies inscritas pela EMP no CNV desde 1982 até ao presente

	Espécie			
	Trigo-mole	Trigo-duro	Triticale	Aveia
1982	Caia			Boa-Fé
1983	Mira			
1984	Degebe Tejo			
1986	Almansor Lima	Celta		Sto. Aleixo
1987	Mondego			
1988	Tâmega	Hélvio		
1989	Tua			
1990	Sorraia			
1993	Alva		Alter	
1994	Amazonas			
1995	Roxo			Sta. Eulália
1996	Côa Jordão Eufrates			
1999		Marialva	Fronteira	
2002	Nabão Ardila			Sta. Rita
2011	Pirana*	Preto Amarelo*		
2016	Paiva			
2018		Fado Vadio		
2019			Gavião Monsaraz	
2021	Reno	Bridão		

* Variedades de Conservação

levado o INIAV-Elvas a desenvolver programas de cruzamentos artificiais e seleção de linhas com ciclo vegetativo ajustado a sementeiras antecipadas (fins de outubro/meados de novembro). Neste contexto, têm vindo a ser selecionadas variedades com datas de espigamento em épocas adequadas (entre 1 e 15 de abril) e com enchimento do grão mais rápido.

Desde 1982, ano da criação do Catálogo Nacional de Variedades (CNV) que sucedeu o Decreto-Lei n.º 29999 de 1939, que o INIAV-Elvas inscreveu, no que respeita aos cereais autogâmicos, as variedades descritas na Tabela 1. Foram criadas novas variedades com adaptabilidade a ambientes específicos e época de sementeira flexível, nomeadamente: os trigos-moles, Ama-

zonas, Jordão e Eufrates, inscritos no CNV entre 1994 e 1996; a aveia Sta. Eulália, com um elevado potencial para grão e uma excelente aptidão forrageira. Mais tarde, em 1999, inscreveu-se o triticale Fronteira, variedade de dupla aptidão com grande potencial forrageiro, e mais recentemente as variedades Paiva (trigo-mole), Fado e Vadio (trigo-duro) (Tabela 1).

Progressos obtidos pelo Programa de Melhoramento no potencial genético de produção e adaptação em trigo

O melhoramento genético de trigo em Portugal tem tido diferentes prioridades ao longo do tempo. Nas primeiras fases, o potencial genético de produção e a

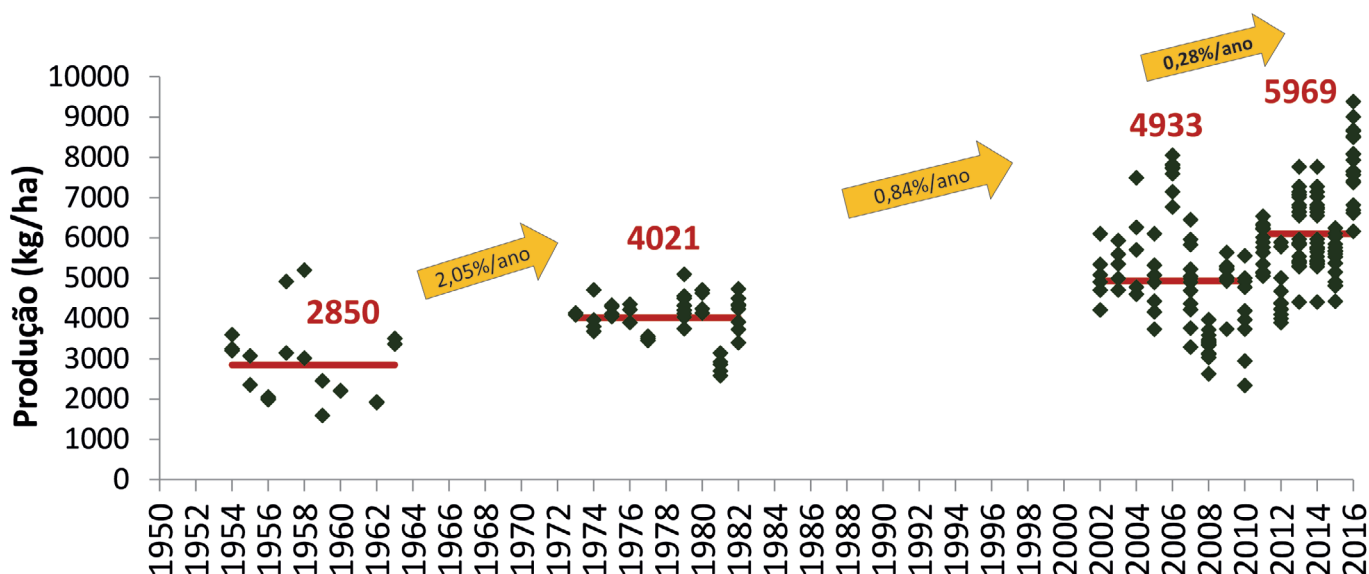


Figura 4 – Progresso no potencial genético de produção desde 1950 até 2016. Produção média dos Top 5 de cada ensaio do Programa de melhoramento do trigo-mole do INIAV-Elvas.

resistência a *stresses* bióticos eram objetivos prioritários. Nos últimos anos, a adaptação às características irregulares do ambiente mediterrânico tem merecido a atenção dos melhoradores. Foi assim possível selecionar génotipos com grande potencial produtivo e, ao mesmo tempo, com tolerância/resistência às altas temperaturas durante o enchimento do grão, facto que se traduz num período mais rápido dessa fase do desenvolvimento das plantas, capazes de tirar partido de situações de regadio ou anos com distribuição favorável das precipitações.

Para este tipo de ambiente foram selecionados centenas de génotipos, muitos deles resultantes de cruzamentos realizados no INIAV-Elvas, com pesos do hectolitro elevados, visto este parâmetro ser um indicador do avanço que foi possível obter, quando comparados com as variedades com origem no melhoramento europeu que são introduzidas em Portugal. A Figura 4 reflete o progresso do potencial genético de produção desde o início do melhoramento genético de trigo-mole em Portugal.

Nota final

A atividade do melhoramento de plantas deve responder às necessidades da fileira englobando os agricultores, as indústrias e os consumidores, concorrendo,

assim, para o desenvolvimento integrado e sustentado do país. É, por isso, importante que o trabalho dos melhoradores seja conduzido de forma a desenvolver germoplasma com potencial produtivo, com a adaptabilidade ao ambiente e com qualidade tecnológica de utilização, de forma a garantir a viabilidade económica de todo o setor.

O melhoramento genético de cereais autogâmicos em Portugal tem orientado de forma contínua a sua filosofia de trabalho no enquadramento socioeconómico destas espécies, nos diferentes sistemas de agricultura, nomeadamente: sistemas de agricultura com um tipo de produção à base de cereais em solos com elevada capacidade produtiva e/ou regadio (variedades trigo-mole Paiva e Reno, trigo-duro Fado e Vadio); sistemas de sequeiro onde a regularidade de produção e qualidade tecnológica das farinhas ou sêmolos são o objetivo fundamental e que têm nas variedades, de trigo mole Paiva, Roxo, e de trigos duros Fado, Vadio e Bridão a expressão das características enunciadas; sistemas de produção animal extensiva com utilização de cereais com dupla aptidão – triticales e aveia, nomeadamente as variedades de triticales Fronteira e Gavião e de aveia Boa-Fé, Sta. Eulália, Sta. Rita e Sto. Aleixo. Os triticales Alter e Monsaraz destinam-se, sobretudo, para a produção de grão. ☺