



**Escola Superior
Agrária**

Politécnico de Coimbra

Emanuel Filipe do Amaral Ferreira

Fenotipagem de Germoplasma, de milho (*Zea mays*
L.), Português e Húngaro e Respetivos Cruzamentos em
Sistemas de Produção Biológica e Convencional

Orientador: Professor Doutor Pedro Manuel Reis Mendes Moreira

Coimbra, 2020



Emanuel Filipe do Amaral Ferreira

Fenotipagem de Germoplasma, de milho (*Zea mays*
L.), Português e Húngaro e Respetivos Cruzamentos em
Sistemas de Produção Biológica e Convencional

Relatório de estágio apresentado à Escola Superior Agrária
de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à
obtenção de grau de mestre em Agricultura Biológica

Orientador: Professor Doutor Pedro Manuel Reis Mendes Moreira

Coimbra, 2020

DEDICATÓRIA

Dedico com muito orgulho todo este trabalho e esforço a toda a minha família, Vítor Ferreira (Pai); José Ferreira e Teresa Carvalho (avós); restante família; amigos e entes queridos que já partiram, merecendo especial dedicação à minha saudosa mãe Mabília Andrade do Amaral Ferreira, à sua irmã, e aos meus avós maternos.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho representa um incessante esforço de crescimento e desenvolvimento pessoal, que só foi possível graças à pluralidade de esforços que se conjugaram e apoiaram este projeto. A todas as pessoas envolvidas, em geral, e a cada uma destas, em particular, quero dirigir os meus agradecimentos pela conclusão deste relatório de estágio.

Ao Professor Doutor Pedro Mendes Moreira, orientador deste relatório de estágio, agradeço todo o apoio prestado nas diferentes fases deste trabalho.

A todos os colaboradores do Projeto DIVERSIFOOD com especial destaque às Professoras Doutoradas Daniela Santos e Isabel Dinis, o meu sincero agradecimento pela disponibilidade com que responderam às minhas solicitações.

À minha família e amigos Paulo Pereira, Tiago Martins, Carla Saraiva, Joana Almeida e António Almeida, Alice Almeida e sua família e a todos os meus amigos, que tornaram possível a conclusão deste trabalho, agradeço o incentivo que sempre me transmitiram, bem como a disponibilidade incondicional, dedicação e empenho que fizeram para me ajudar a vencer as dificuldades que surgiram.

Este projeto foi financiado pela união europeia através do Sétimo Programa Quadro - SOLIBAM e Horizonte 2020 - DIVERSIFOOD. A informação contida nesta comunicação apenas reflete a visão do autor. As entidades financiadoras não são responsáveis do modo como a informação possa ser utilizada.

RESUMO

A seleção de novas variedades, a escolha de combinações para a realização de cruzamentos, a comparação de desempenho, o desenvolvimento de híbridos, sob diferentes condições agroecológicas, e a adaptabilidade ao longo de uma vasta gama de condições ambientais são uma necessidade no mercado das sementes.

No âmbito do Projeto SOLIBAM, entre 2012 e 2013, foram efetuados em três ambientes diferentes, em Portugal e na Hungria, ensaios com várias populações portuguesas e húngaras de milho (*Zea mays*, L.), e respetivos cruzamentos, em melhoramento participativo e sob diferentes modos de produção agrícola: Biológico e Convencional.

A caracterização fenotípica e sua avaliação foi efetuada com recurso ao método HUNTERS, a um conjunto de medições entre datas de florações e às características associadas à produção e à espiga. Os resultados foram analisados estatisticamente tendo, por base, correlações, ANOVA e comparações múltiplas de médias, interação Genótipo x Ambiente.

A fenotipagem dos genótipos portugueses destaca-se da dos húngaros por apresentarem, em média, florações, femininas e masculinas, mais precoces, maior altura da primeira espiga, uma maior ramificação da bandeira, uniformidade do talhão ligeiramente superior, maior índice de prolificidade e menor relação carolo/espiga. A fenotipagem, dos genótipos húngaros apresentou, em média, maior valor de produtividade, maior altura da planta, um ângulo da folha superior e menor percentagem de plantas partidas e acamadas. Na interação genótipo x ambiente foram observadas diferenças significativas nas características Fi, Mi, N, R, StandPlotha, NEha, Prol, CW/EW e Yield.

O sucesso da seleção e pré-avaliação dos genótipos foi comprovado pelos resultados da heterozigocidade. Todos os cruzamentos obtiveram ganhos na produtividade e na prolificidade, demonstraram também uma diminuição do número de dias das florações e de plantas partidas. Destacaram-se os cruzamentos 10 x 6 (hun x pt), 10 x 11 (hun x pt) e 10 x 8 (hun x pt) que, em média, registaram as melhores produtividades por local, assim como, os melhores valores de heterozigocidade nas restantes características avaliadas.

Palavras-chave: *Zea mays*, L.; Melhoramento Participativo; Agricultura Biológica e Convencional; ANOVA; Genótipos x Ambiente; Fenotipagem; Heterozigocidade.

ABSTRACT

The selection of new varieties, the choice of combinations for cross breeding, the evaluation of performance, the development of hybrids under different agroecological farm systems and the adaptability over a wide range of environmental conditions are a need for the seed market.

Inside the SOLIBAM Project, between 2012 and 2013, trials with several Portuguese and Hungarian populations and their crosses of maize (*Zea mays*, L.) were carried out in three different environments in Portugal and Hungary, inside participatory plant breeding and under Organic and Conventional systems.

The evaluation of the phenotype was made not only by using the HUNTERS method, but also by using both a set of measurements between flowering dates and the characteristics associated with the yield and ears. The results were statistically analysed based on correlations, ANOVA multiple comparisons of averages and interactions Genotypes x Environments.

The phenotypic characterization of Portuguese genotypes showed to be different in average, from Hungarian higher height of the first ear, tassel branching, slightly higher uniformity of the plot, lower ratio cob/ear, and earliest flowering (female and male). The Hungarian germplasm was characterized, on average, by higher yield, plant height and leaf angle, and lower percentage of root and stalk lodging. Interaction genotype x environment was significantly different within the characteristics Fi, Mi, N, R, StandPlotha, NEha, Prol, CW/EW and Yield.

The success of the pre-evaluation and the choice of germoplasm were confirmed by the results of heterosis. All crosses obtained gains in Yield and prolificacy and also showed less days to flowering and percentage of stalk lodging. The crosses 10 x 6 (hun x pt), 10 x 11 (hun x pt) e 10 x 8 (hun x pt), in average, had the best Yield per environments and the best values for heterosis in the others characteristics.

Keywords: *Zea mays* L.; Participatory Plant Breeding; Organic and Conventional systems; ANOVA; Genotype x Environment; Phenotypic characterization; Heterosis.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	I
AGRADECIMENTOS.....	II
RESUMO	III
ABSTRACT	IV
LISTA DE QUADROS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABELAS - ANEXOS.....	VIII
LISTA DE ABREVIATURAS	XI
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. O MERCADO E CONTEXTO DA AGRICULTURA BIOLÓGICA E SEMENTES	4
2.1.1. O MERCADO NO SETOR DO MILHO.....	4
2.1.2. CARACTERIZAÇÃO DO MERCADO EM AGRICULTURA BIOLÓGICA EM PORTUGAL.....	5
2.1.3. SEMENTES EM PRODUÇÃO BIOLÓGICA/ CATÁLOGO NACIONAL DE VARIEDADES	6
2.1.4. CATÁLOGO NACIONAL DE VARIEDADES	7
2.2. A CULTURA DO MILHO	9
2.2.1. PLANTA	9
2.2.2. FATORES BIÓTICOS.....	12
2.2.3. FATORES ABIÓTICOS	13
2.3. MELHORAMENTO DE PLANTAS EM AGRICULTURA BIOLÓGICA MELHORAMENTO PARTICIPATIVO E SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....	16
2.3.1. INTRODUÇÃO, EXPANSÃO E ADAPTAÇÃO GENÉTICA DE MILHO EM PORTUGAL.....	19
2.3.2. RECURSOS GENÉTICOS E PRÉ-MELHORAMENTO.....	20
2.3.3. GENÉTICA QUANTITATIVA.....	21
2.3.4. HÍBRIDOS E HETEROZIGOCIDADE	22
2.3.5. GENÓTIPO (G) X AMBIENTE (E).....	24
2.3.6. TÉCNICAS DE MELHORAMENTO DE PLANTAS.....	25
3. MATERIAIS E MÉTODOS	28

3.1. GERMOPLASMA	28
3.2. CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS DE ENSAIO	29
3.2.1. DELINEAMENTO E PRÁTICAS CULTURAIS	31
3.3. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO FENOTÍPICA E AGRONÓMICA	31
3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1. PRODUTIVIDADE (YIELD).....	37
4.2. FLORAÇÃO INICIAL FEMININA (FI) E FLORAÇÃO INICIAL MASCULINA (MI)	42
4.3. ALTURA TOTAL E ALTURA À PRIMEIRA ESPIGA (H E H1E).....	44
4.4. UNIFORMIDADE (U)	45
4.5. ÂNGULO DA FOLHA (N)	46
4.6. RAMIFICAÇÃO DA BANDEIRA (T)	47
4.7. INSERÇÃO DA PRIMEIRA ESPIGA (E).....	48
4.8. ACAMA (R) E PLANTAS PARTIDAS (S).....	49
4.9. STD PLOT/HA E NE/HA.....	50
4.10. PROLIFICIDADE (PROL).....	51
4.11. RELAÇÃO CAROLO/ ESPIGA (CW/EW)	52
4.12. COMPRIMENTO DA ESPIGA (L)	53
4.13. DIÂMETRO DA ESPIGA (DE1)	53
4.14. NÚMERO DE CARREIRAS (R1)	54
4.15. PESO DA ESPIGA (EW)	54
4.16. PESO DO CAROLO (CW).....	55
4.17. PESO DO GRÃO (KW).....	55
4.18. PROFUNDIDADE DO GRÃO (KD)	56
4.19. PESO DE 1000 GRÃOS (SW).....	56
4.20. DIÂMETRO DO CAROLO (DC1)	57
4.21. ANÁLISE GLOBAL DA HETEROZIGOCIDADE	57
5. CONCLUSÃO	61
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXOS.....	72
ANEXO 1 - SEMENTES NÃO PROVENIENTES DE PRODUÇÃO BIOLÓGICA	72

ANEXO 2 - ELEMENTOS METEOROLÓGICOS E AGROMETEOROLÓGICOS.....	74
ANEXO 3 – RESULTADOS ESTATÍSTICOS	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Sementes de milho descritas na BDSB	6
Quadro 2 - Variedades de conservação de milho inscritas no CNV 2018	7
Quadro 3 - Número de autorizações para uso de semente de milho não biológica.....	8
Quadro 4 - Estádios Vegetativos e Reprodutivos da planta do Milho	11
Quadro 5 - Necessidades em macronutrientes da cultura do milho	16
Quadro 6 - Etapas do melhoramento de plantas e sua influência na diversidade genética	26
Quadro 7 - Técnicas / métodos e seleções do melhoramento de plantas	27
Quadro 8 - Características do germoplasma de milho e seus cruzamentos por MPA, local e ano	28
Quadro 9 – Descrição das características / medidas por local, códigos e unidades	33
Quadro 10 - Análise descritiva e diferenças significativas entre os genótipos, locais de ensaio/ano e interação genótipo x ambiente, para as características avaliadas	38
Quadro 11 - Produtividade (Yield) dos 5 melhores genótipos por local.....	41
Quadro 13 – Heterozigocidade média, para as características avaliadas	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Superfície, produção e produtividade do milho grão em Portugal.....	5
Figura 2- Área em Agricultura Biológica por área total.	6
Figura 3 - Estádios Vegetativos ao longo do desenvolvimento da cultura do milho	11
Figura 4 - Estádios Reprodutivos ao longo do desenvolvimento da cultura do milho.....	12
Figura 5 - Extração de água do solo/padrões de desenvolvimento da raiz da planta de milho	15
Figura 6 – Dados termopluviométricos Coimbra e Martonvásár	30
Figura 7 - Vistas ortogonais da mesma espiga de milho para a medição de diâmetros	35
Figura 8 – Média das produtividades dos melhores genótipos por local	41

LISTA DE TABELAS - ANEXOS

Tabela A 1 - Elementos meteorológicos e agrometeorológicos, em Coimbra, no ano 2012 ...	74
Tabela A 2 - Elementos meteorológicos e agrometeorológicos, em Coimbra, no ano 2013 ...	75

Tabela A 3 – Análise estatística das florações (Fi) por genótipos	76
Tabela A 4 - Análise estatística das florações (Fi) por locais	76
Tabela A 5 - Análise estatística das florações (Mi) por genótipos.....	77
Tabela A 6 - Análise estatística das florações (Mi) por locais.....	77
Tabela A 7 - Análise estatística da altura à primeira espiga (H1E) por genótipos	78
Tabela A 8 - Análise estatística da altura à primeira espiga (H1E) por locais.....	78
Tabela A 9 - Análise estatística da altura da planta (H) por genótipos	79
Tabela A 10 - Análise estatística da altura da planta (H) por locais	79
Tabela A 11 - Análise estatística da Uniformidade (U) por genótipos	80
Tabela A 12 - Análise estatística do ângulo da folha (N) por genótipos.....	81
Tabela A 13 - Análise estatística do ângulo da folha (N) por locais.....	81
Tabela A 14 - Análise estatística da ramificação da bandeira (T) por genótipos.....	82
Tabela A 15 - Análise estatística da escala altura à primeira espiga (E) por genótipos.....	83
Tabela A 16 - Análise estatística da % de plantas acamadas (R) por genótipos.....	84
Tabela A 17 - Análise estatística da % de plantas acamadas (R) por locais	84
Tabela A 18 - Análise estatística da % de plantas partidas (S) por genótipos	85
Tabela A 19 - Análise estatística do número de plantas/ha (StandPlotha) por genótipos.....	86
Tabela A 20 - Análise estatística do número de plantas/ha (StandPlotha) por locais	86
Tabela A 21 - Análise estatística do número de espigas/ha (NEha) por genótipos.....	87
Tabela A 22 - Análise estatística do número de espigas/ha (NEha) locais	87
Tabela A 23 - Análise estatística da prolificidade (Prol) por genótipos	88
Tabela A 24 - Análise estatística da prolificidade (Prol) por locais.....	88
Tabela A 25 -Análise estatística da relação carolo/espiga (4CW/EW) por genótipos.....	89
Tabela A 26 - Análise estatística da relação carolo/espiga (4CW/EW) por locais	89
Tabela A 27 - Análise estatística da produtividade/ha (Yield15) por genótipos.....	90
Tabela A 28 - Análise estatística da produtividade/ha (Yield15) por locais.....	90
Tabela A 29 - Análise estatística do comprimento da espiga (L) por genótipos.....	91
Tabela A 30 - Análise estatística diâmetro da espiga (DE1) por genótipos.....	91
Tabela A 31 - Análise estatística do número de carreiras da espiga (R1) por genótipos.....	92
Tabela A 32 - Análise estatística do peso da espiga (EW15) por genótipos.....	92
Tabela A 33 - Análise estatística do peso do grão (KW15) por genótipos	93
Tabela A 34 - Análise estatística do peso do carolo (CW15) por genótipos.....	93

Tabela A 35 - Análise estatística do comprimento do grão (KD) por genótipos	94
Tabela A 36 - Análise estatística do peso de 1000 grãos (SW15) por genótipos	94
Tabela A 37 - Análise estatística do comprimento do carolo (DC1) por genótipos	95
Tabela A 38 – Diferenças significativas para as características avaliadas por genótipo, local/ano e interação genótipo x ambiente	96

LISTA DE ABREVIATURAS

ANSEME – Associação Nacional de Produtores e Comerciantes de Semente

BDSB - Base de Dados de Semente Biológica

BPGV - Banco Português de Germoplasma

CCP - População Compósita de Milho

CCPs - Populações Compósitas de Milho

CNV – Catálogo Nacional de Variedades

CONV – Agricultura convencional

CV – Coeficiente de variação

CW/EW - Relação carolo/espiga;

CW15 - Peso do carolo (g);

DC1 - Diâmetro do carolo DC1 (cm)

DE1 - Diâmetro da espiga DE1 (cm);

DGADR - Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural

DGAV - Direção-Geral de Alimentação e Veterinária

DOP - Denominação de Origem Protegida

dS/m - Concentração de sais na água

E - Ambiente

E - Inserção da espiga (1 a 9);

ESAC - Escola Superior Agrária de Coimbra

EW15 - Peso da espiga (g);

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations

Fi - 50% Florações feminina (dias);

G – Genótipo

GPP/ENPPC - Gabinete de planeamento de políticas e administração geral e da equipa da estratégia nacional para a promoção da produção de cereais.

H - Altura da planta (cm);

H1E - Altura à primeira espiga (cm);

HAS – Academia de Ciências da Hungria

HUNTERS - Height, Uniformity, Angle, Tassel, Ear, Root lodging e Stalk lodging

IBPGR - International Board for Plant Genetic Resources

IFOAM - International Federation of Organic Agriculture Movement

INIAV - Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária

IPGR - Institute of Plant Genetic Resources

IPGRI - Institute of Plant Genetic Resources International

KD - Profundidade do grão (cm);

KW15 - Peso do grão (g);

L - Comprimento da espiga (cm);

LI – Agricultura de baixo consumo de fatores externos

Mi - 50% Florações masculina (dias);

MPA – Modo de Produção Agrícola

MPB - Modo de Produção Biológico

MPC – Modo de produção agrícola convencional

Mt – Mega Toneladas

N - Ângulo da folha (1 a 9);

N.d. – Não definido

NC - Número de grãos;

NEha - Espigas/ha;

ORG – Agricultura Biológica

P – Fenótipo

Prol - Prolificidade;

QTL - Quantitative Trait Loci;

R - Acama (%);

R1_B - Carreiras de grão;

S - Plantas partidas (%);

StandPlatha - Plantas/ha;

SW15 - Peso de 1000 grãos (g);

T – Ramificação da bandeira (1 a 9);

U - Uniformidade (1 a 9);

VGM – Variedades Geneticamente Modificadas

Yield15 - Produtividade t/ha.

1. INTRODUÇÃO

O presente estudo enquadra-se no projeto Europeu SOLIBAM FP7 com o objetivo de se investigarem as características e a heterozigocidade de germoplasma, de milho, húngaro e português.

O germoplasma português foi seleccionado a partir dos estudos do projeto VASO que se desenvolveu, em Portugal, na região do Vale do Sousa a partir de 1984, e que assentou no melhoramento participativo de milho que foi realizado em colaboração com os agricultores, com base na seleção para adaptação específica de características e com o objectivo de aumentar a sua eficiência.

No seguimento do projeto Vaso surgiu o projeto Solibam que teve por base programas de melhoramento de plantas em agricultura biológica, baseando-se, principalmente, na diversidade e na natureza das características do material vegetal disponível. Assim, a identificação, caracterização, pré-melhoramento e uso de recursos genéticos em larga escala foram essenciais para o melhoramento de plantas em Agricultura Biológica. Para um melhorador é importante ter acesso a material vegetal disponível em bancos de germoplasma de variedades tradicionais. A caracterização e regeneração desse germoplasma que tenha como objetivo obter diferentes linhas de melhoramento devem ser realizadas em ambientes alvo (biológico ou de baixo-consumo de fatores) para se poderem seleccionar características apropriadas (SOLIBAM , 2014).

O germoplasma usado no projeto Solibam foi cedido pela Academia de Ciências da Hungria (HAS) e pela Escola Superior Agrária de Coimbra.

Na Hungria, foi desenvolvido um compósito de milho (CCP), baseado em várias linhagens elite com elevado teor de óleo e elevado teor proteico (alto valor agregado) desenvolvidas em agricultura biológica pela Academia de Ciências Húngara (HAS). Esta população de milho está bem-adaptada às condições de cultivo biológico e tem vindo a ser submetida a seleção recorrente.

Em Portugal, foram seleccionadas as melhores populações regionais portuguesas. Esta escolha teve por base os resultados dos ensaios realizados em anos anteriores a 2013.

A partir de germoplasma português e húngaro foram produzidos híbridos pela Escola Superior Agrária de Coimbra (ESAC) cruzando uma das populações CCP húngaras com populações portuguesas de elite. Paralelamente o germoplasma português foi usado com uma linhagem húngara adaptada à agricultura biológica.

As populações húngaras e portuguesas melhor adaptadas foram testadas, como progenitores, em cruzamentos para aumentar a variabilidade genética, a produtividade e a qualidade.

Em 2013, todos os híbridos obtidos foram comparados, em campos de ensaio portugueses e húngaros, seguindo o delineamento de blocos completamente casualizados. Salienta-se que na Hungria foi utilizado o Modo de produção agrícola biológico (MPB) e em Portugal os Modos de produção agrícola biológico de baixo consumo de fatores externos (MPB), de produção agrícola convencional (MPC).

As principais características do germoplasma, usado nos diferentes ensaios, foram registadas e determinadas em campo e em laboratório, nos diferentes Modos de Produção Agrícola (MPA) e em diferentes locais tendo sido, posteriormente, analisadas estatisticamente.

As características alvo de análise do presente estudo foram:

Produtividade (Yield); 50% de plantas com floração inicial feminina (Fi); 50% de plantas com floração inicial masculina (Mi); altura à primeira espiga (H1E); altura da planta (H); uniformidade (U); ângulo da folha; ramificação da bandeira (T); inserção da espiga (E); acama (R); plantas partidas (S); número de plantas/ha (Stdplot/ha); número de espigas/ha (NEha); prolificidade (Prol); relação carolo/espiga (CW/EW); comprimento da espiga (L); diâmetro da espiga (DE1); número de carreiras de grão (R1_B); peso da espiga (EW15); peso do grão (KW15); peso do carolo (CW15); profundidade do grão (KD); peso de 1000 grãos (SW15) e diâmetro do carolo (DC1).

Todos os trabalhos desenvolvidos, e em desenvolvimento, pelo Projeto Solibam, têm como objetivos principais o aumento da diversidade genética das culturas, possibilitando a reintrodução das populações tradicionais no seu local de cultivo original, fornecendo aos melhoradores a possibilidade de introduzir novas características importantes para a cultura em questão, e a promoção da produção e da disponibilidade de semente biológica aos agricultores (SOLIBAM 2014).

Em contexto nacional da agricultura biológica, o registo de sementes é praticamente inexistente e, na sua maioria, as sementes atualmente utilizadas ou são provenientes de locais com características edafoclimáticas distintas das nossas condições ou são obtidas através de derrogações. (Dinis *et al.* 2016).

Embora regulado por legislação europeia (EC 889/2008) a utilização de sementes biológicas, e a sua disponibilidade, é muitas vezes, limitada devido ao parco investimento na cadeia de sementes biológicas e na sua produção (Doring *et al.* 2012).

Foram pedidas 65 autorizações, entre os anos de 1992 e 2017, para uso de semente de milho não biológica, para o MPB). A maioria das autorizações teve como sustentação a alínea a) do regulamento CE nº 834 que permite a sua utilização no caso de não estar registada na Base de Dados de Semente Biológica nenhuma variedade da espécie que o utilizador deseja obter. .

Em programas de melhoramento, os genótipos que contenham características específicas importantes serão cruzados com populações elite de modo a aumentar a diversidade genética e selecionar combinações de características adequadas, através da seleção de linhagem ou por métodos de obtenção de heterozigocidade. Se as características-alvo não estiverem presentes numa determinada espécie, serão efetuados cruzamentos interespecíficos de modo a introduzir essas características em populações-alvo. A falta de informação sobre depressão endogâmica e aptidão combinatória geral ou específica, duas características importantes relacionadas com heterozigocidade e produtividade, apresenta-se como uma limitação generalizada presente nos catálogos de germoplasma. Este facto revela a existência de lacunas entre melhoradores de plantas, técnicos e agricultores ou entre os aspetos de caracterização e utilização (Moreira *et al.* 2008).

O relatório está organizado nos seguintes capítulos: Revisão Bibliográfica, Material e Métodos, Resultados e Discussão e Conclusões.

Com o presente trabalho pretendeu-se determinar e comparar as características fenotípicas e produtivas de populações portuguesas e húngaras de milho *per se* e respetivos cruzamentos, assim como a determinação da respetiva heterozigocidade.

O presente estudo visa realçar a importância do melhoramento genético em agricultura biológica através do desenvolvimento de novas populações e do aumento de variabilidade genética e de exploração da heterozigocidade face à grande expansão dos híbridos comerciais impedindo, assim, a erosão genética das variedades tradicionais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O MERCADO E CONTEXTO DA AGRICULTURA BIOLÓGICA E SEMENTES

2.1.1. O mercado no setor do milho

A mais recente previsão da Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) para a produção mundial de cereais em 2019 é de 2.685 milhões de toneladas, o que a concretizar-se determinará um aumento de 1,2% em relação a 2018. Com base nas mais recentes previsões de produção e utilização, o aprovisionamento mundial de cereais poderá diminuir em 26 milhões de toneladas, ou 3%, nesta campanha em relação a 2018.

Está previsto que o comércio mundial de cereais em 2019/20 ronde os 414 milhões de toneladas, um aumento de 1,2 milhão de toneladas, ou 0,3 por cento, da previsão anterior e quase 6 milhões de toneladas, ou 1,4 por cento, superior ao total estimado de cereais em 2018/19. O comércio de grãos, mais especificamente de milho, deverá ser inferior a 2018/19, devido à previsão de redução das importações pela união europeia e por uma forte redução nas exportações dos Estados Unidos (FAOSTAT 2019).

Tem-se verificado uma tendência de diminuição no que diz respeito à superfície cultivada de milho grão, existindo uma diminuição significativa da área cultivada entre 1986 e 2017 (212.686 ha e 86.520 ha), respectivamente. Relativamente à produção e à produtividade verificou-se um aumento passando a produção de 627.994 t (1986) para 745.123 t (2017) e a produtividade de 2.953 kg/ha (1986) para 8.612 kg/ha (2017).

No ano de 2010/2011 foi atingido um pico de produção com um aumento, relativamente ao ano anterior, de 184.045 t e um aumento de produtividade de 1.175 kg/ha em relação ao ano anterior (Figura 1).

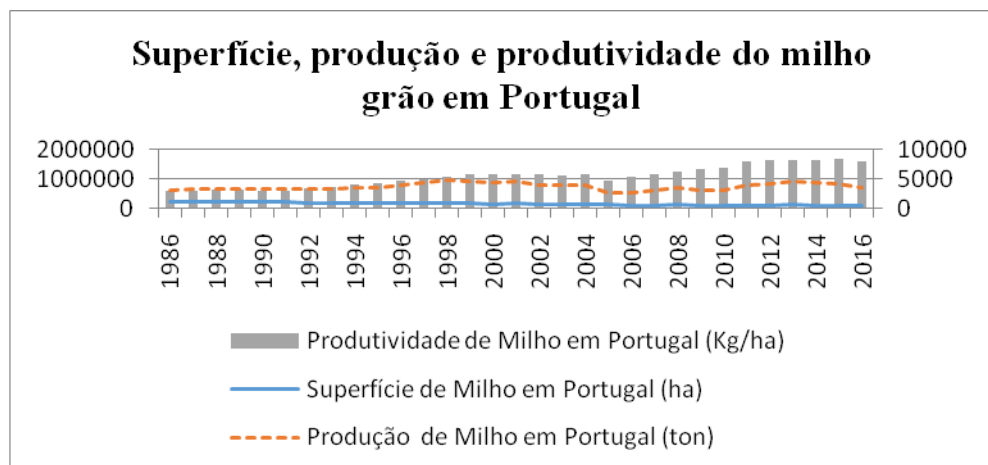


Figura 1 - Superfície, produção e produtividade do milho grão em Portugal (Fonte: Adaptado INE, 2018).

O Gabinete de Planeamento e Políticas e Administração Geral e a equipa da Estratégia Nacional para a Promoção da Produção de Cereais (GPP/ENPPC) referem que Portugal esteve sempre dependente da importação de cereais. Em 1989 os níveis de autoaprovisionamento eram de 60% verificando-se ao longo dos anos uma diminuição da produção e aumento das necessidades dando origem em 2017 a um baixo valor de autoaprovisionamento (20%), o que confere ao setor uma singularidade a nível europeu e mundial (INE 2018/GPP 2018).

2.1.2. Caracterização do mercado em Agricultura Biológica em Portugal

De acordo com os últimos dados do Eurostat de 2017 a União Europeia registou uma área de Agricultura Biológica de 12.560.189 ha correspondendo a 7% da superfície agrícola total utilizada. Austria e Malta foram os países que apresentaram a maior e a menor percentagem tendo registado 23,4% e 0,4%, respectivamente.

Relativamente à área utilizada pela agricultura biológica, em relação à área agrícola total (Figura 2), verifica-se que Portugal está situado na média da União Europeia com 7% a par da Alemanha que regista 6,8%. A área de agricultura biológica nacional em 2017 foi de 253.786 ha registando um aumento de 52.953 ha face a 2012, verificando-se, assim, um aumento de 26,4% na área dedicada à agricultura biológica.

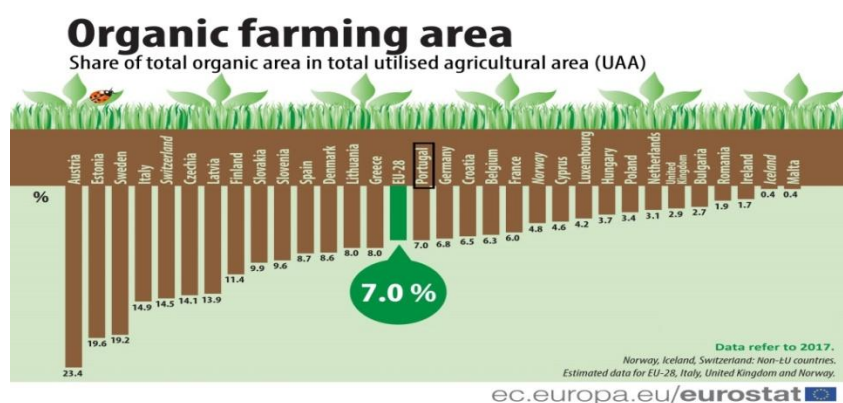


Figura 2- Área em Agricultura Biológica por área total (Fonte: Adaptado Eurostat, 2017).

Uma das oportunidades da agricultura portuguesa em geral, e da agricultura biológica em particular, relaciona-se com a produção e abastecimento de sementes. Em 2013 o comércio de sementes e de plantas representou 129,4 milhões de euros, correspondendo a 1,9% do PIB agrícola português, tendo-se verificado um desequilíbrio na balança comercial de sementes com 8,43 milhões de euros de exportações e 84,91 milhões de euros de importações. Este desequilíbrio é ainda maior no caso das hortícolas, com exportações no valor de 932.462 euros e importações cerca de 30 vezes superiores.

2.1.3. Sementes em produção biológica/ Catálogo Nacional de Variedades

Tendo por base a BDSB (Base de Dados de Sementes Biológicas) <http://data.dgadr.pt/sementes/index.htm> existem apenas duas variedades de milho, (milho doce), inscritas em 2018, com a indicação de Holanda e Europa como regiões recomendadas (Quadro 1).

Quadro 1 - Sementes de milho descritas na BDSB

Características	Variedade 1	Variedade 2
Data de Inscrição	2018	2018
Espécie (nome vulgar)	Milho doce	Milho doce
Produtor - acondicionador	De Bolster	Semillas fitó (semifi)
Código organismo certificação	NL-BIO-01	ES-ECO-019-CT
Região recomendada	Holanda	Europa
País ou região de inscrição	N.d.	Europa (central e sul)
Fornecedor	Advice.Agribusiness	Semillas fitó (semifi)

Fonte: Adaptado DGADR, 2018

2.1.4. Catálogo Nacional de Variedades

Algumas variedades regionais portuguesas são praticamente imprescindíveis à produção agrícola dessas regiões, seja em modo de produção biológico ou não. É o caso das variedades que dão origem a produtos de Denominação de Origem Protegida (DOP) ou outras denominações que se baseiam nas variedades da região (Dinis *et al.* 2016).

De acordo com a legislação comunitária e nacional, salvaguardando as exceções previstas na lei, só é admitida a produção, certificação e comercialização de semente de variedades inscritas nos Catálogos Comuns ou no Catálogo Nacional de Variedades.

Para serem inscritas no CNV, as variedades são submetidas a ensaios oficiais, realizados pela Direção-Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV), com a colaboração do INIAV (Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária), para avaliação da distinção, homogeneidade e estabilidade. Para as espécies agrícolas são também realizados ensaios de valor agronómico e de utilização.

Os dados relativos à inscrição por ano contam com um aumento significativo desde 1992, contabilizando 163 variedades de milho inscritas no CNV até 2018.

Analisando as características de todas as variedades de milho presentes no CNV podemos concluir que existe pouca diversidade dado que, maioritariamente (31%), apresentam um ciclo FAO 200, 88% são do tipo híbrido simples, 52% apresentam um grão dentado e 91% têm grão amarelo.

Relativamente a variedades de conservação, que são variedades tradicionais e outras variedades naturalmente adaptadas às condições locais e regionais e que estão ameaçadas pela erosão genética, estão registadas apenas duas variedades de milho (Quadro 2).

Quadro 2 - Variedades de conservação de milho inscritas no CNV 2018

Características	Variedades	
Denominação	Da Terra	Santana
Ciclo FAO	200	300
Cor do grão	Amarelo	Branco
Tipo de grão	Flint	Flint
Proponente e Responsável	Germobanco A.	Germobanco A.
Seleção e Manutenção	Madeira (81) / (24)	Madeira (81) / (24)
Ano Inscrição	2011	2011

Fonte: Adaptado DGAV, 2018

Uso de semente de milho não biológica em Portugal

Entre 1992 e 2017 foram pedidas 65 autorizações para uso de semente de milho não biológica, correspondentes a 34 variedades. A maioria das autorizações teve como sustentação a alínea a) do regulamento (CE) nº 834/2007 que permite a sua utilização no caso de não estar registada na Base de Dados de Semente Biológica nenhuma variedade da espécie que o utilizador deseja obter.

Para atividades de investigação, para ensaios de campo em pequena escala ou para fins de conservação varietal aprovados pela autoridade competente do Estado-Membro apenas foi concedida uma autorização em 2013.

No Quadro 3 podemos verificar o número de autorizações para o uso de semente de milho não biológica.

Quadro 3 - Número de autorizações para uso de semente de milho não biológica

Ano	Alíneas do Regulamento (CE) nº 834/2007							
	a)	b)	c)	d)	a) c)	b) c)	N.d	Total
2009	1	3					1	5
2010	5	5				3		13
2011	1							1
2012	8							8
2013	7			1				8
2014	1							1
2015	3		3					6
2016	12							12
2017			1		10			11
Total	38	8	4	1	10	3	1	65

Fonte: Adaptado DGADR, 2018

A quantidade de sementes de milho usadas em agricultura biológica, mas não provenientes deste modo de produção, está em crescimento desde 2014 (DGADR 2018).

Segundo Dinis, *et al.* 2016 a inexistência de sementes biológicas da espécie pretendida assim como a inadequação das variedades existentes na BDSB faz com que os agricultores recorram aos pedidos de autorização para o uso de sementes não provenientes de agricultura biológica. Esta lacuna no mercado de sementes em agricultura biológica cria uma oportunidade para as empresas de semente e projetos de investigação em melhoramento de

semente revertam a tendência da utilização de sementes não provenientes de agricultura biológica e satisfaçam assim a necessidade de utilização de semente biológica por parte dos agricultores.

2.2. A CULTURA DO MILHO

2.2.1. Planta

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea pertencente ao reino *Plantae*, à divisão *Magnoliophyta*, à classe *Liliopsida*, à ordem *Poales*, à família *Poaceae*, ao género *Zea* e à espécie *Zea mays* L.

A partir de 163 amostras de populações de milho em polinização livre, Costa-Rodrigues, em 1971, concluiu, depois de estudar pormenorizadamente as características de cada uma delas, que em Portugal se podiam agrupar em 10 subespécies de *Zea mays* L. convar. *Vulgaris* Korn. (*Z. indurata* Sturtev): Microsperma (M); Microsperma Cruzada (xM); Oito Carreiras (8r); Cónico pequeno (Cp); Cónico Cruzado (xC); Cónico Grande (Cg); Cónico (C); Cruzamento da Cónico e Oito Carreiras (Cx8); Espiga Grande (CN) e Gigantil (A).

A Espiga Grande e a Gigantil poderão estar relacionadas com a subespécie Flint Tropical Costeiro ou com Flint Tropical Cubano e as restantes com a subespécie Caraíba Precoce.

O milho possui um tipo de raiz fasciculada. O normal desenvolvimento da raiz é descrito por Barros e Calado (2014) em que a parte do embrião que corresponde à radícula vai dar origem à raiz primária que se aprofunda no solo em sentido vertical. Posteriormente surgem as raízes secundárias, que possuem uma grande capacidade de ramificação, e a desintegração da raiz primária. Por último aparecem as raízes adventícias, que têm origem nos primeiros nós do colmo, que, ao atingirem o solo, se ramificam com grande intensidade, sendo este aspeto muito importante na sustentação física da planta.

O caule é formado por uma série de entrenós separados por nós cuja grossura depende da variedade, apresentando 3 a 4 cm de diâmetro médio, medular e, em geral, único.

As folhas são de inserção alternada com um limbo muito desenvolvido (35 a 40 cm de comprimento e 15 a 18 cm de largura) e bainha invaginante. Estão inseridas no caule e possuem uma conformação lanceolada e nervação paralelinérvea (Ripado 1994).

Ao nível do aparelho reprodutor a planta é alógâmica, diploide ($2n=20$), monoica, auto compatível, anemófila (Sanchez-Monge e Parellada 1974) apresentando flor masculina (bandeira) e feminina (espiga) (Hallauer 1994).

Os grãos de pólen são dispersos pelas correntes de vento e estima-se que, em condições normais, a polinização cruzada seja superior a 99% (Hallauer 1987).

As flores femininas estão localizadas na axila das folhas do terço médio da planta e são envolvidas por brácteas foliares, em número de 7 a 20, inseridas nos nós localizados na base da espiga, agrupadas numa ou várias inflorescências pedunculadas. A espiga é formada por um eixo central, denominado ráquis, e espiguetas dispostas em fiadas com glumas e glumelas muito curtas, encerrando cada uma das flores, das quais só uma permanece fértil. O ovário de cada flor termina num estigma muito alongado. As sedas emergem da base para o topo da espiga, surgindo, normalmente, depois da libertação do pólen. Este intervalo entre a libertação do pólen e a emergência das sedas é variável consoante as condições ambientais (Hallauer 1987).

As flores masculinas estão agrupadas numa panícula terminal, no topo da planta, constituída por glumas e estames formando espiguetas. (Ripado 1994). Estima-se que cada bandeira produza 10^5 a 10^7 gâmetas masculinos para polinizar entre 400 a 700 gâmetas femininos localizados na espiga, o que perfaz cerca de 25 000 gâmetas masculinos para cada gâmeta feminino (Hallauer 1994). A viabilidade do pólen é afetada, muito rapidamente, quando a temperatura excede os 30 °C, particularmente se a humidade relativa for baixa (Russel e Hallauer 1980).

O sistema utilizado para a caracterização dos estádios divide o desenvolvimento da planta em estádios vegetativos (V) e reprodutivos (R) como pode ser verificado no Quadro 4. As subdivisões dos estágios V são designadas numericamente como V1, V2, V3, etc. através de V (n), onde (n) indica o último estágio da folha antes de VT (Bandeira). Os primeiros e últimos estágios V são designados como VE (Emergência) e VT (Bandeira). O fator (n), i.e. o estado de desenvolvimento é dependente das diferenças entre híbridos e ambientes. As seis subdivisões dos estádios reprodutivos são designadas numericamente com seus nomes comuns no Quadro 4.

Quadro 4 - Estádios Vegetativos e Reprodutivos da planta do Milho

Estádios Vegetativos e Reprodutivos da planta do Milho		
Estádios Vegetativos (figura 3)	VE	Emergência
	V1	Primeira folha
	V2	Segunda Folha
	V3	Terceira folha
	V4	Quarta folha
	V6	Sexta folha
	V10	Décima folha
	V14	Décima quarta folha
	V (n)	(n) folhas
VT	Bandeira	
Estádios Reprodutivos (figura 4)	R1	Formação de espiga e Polinização
	R2	Grão Bolha D'água
	R3	Grão Leitoso
	R4	Grão Pastoso
	R5	Formação de Dente
	R6	Maturidade Fisiológica

Fonte: Adaptado de Ciampitti, I.; Elmore, R. e Lauer, J., 2016



Figura 3 - Estádios Vegetativos ao longo do desenvolvimento da cultura do milho
(Fonte: Adaptado de Ciampitti, I.; Elmore, R. e Lauer, J., 2016)

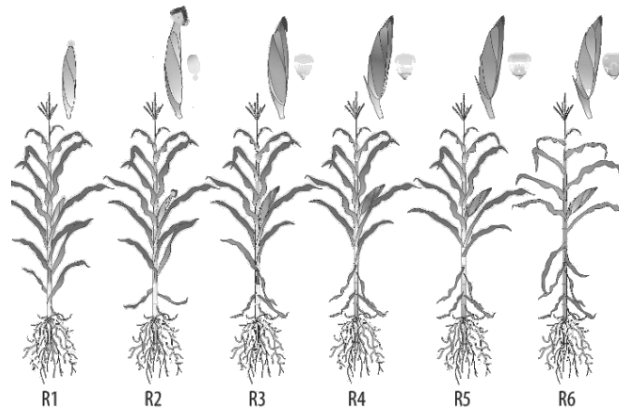


Figura 4 - Estádios Reprodutivos ao longo do desenvolvimento da cultura do milho
 (Fonte: Adaptado de Ciampitti,I.; Elmore, R. e Lauer, J., 2016)

2.2.2. Fatores Bióticos

A proteção de culturas em agricultura biológica, não é dirigida ao controlo direto de possíveis ataques patogénicos, mas à gestão do ambiente, de modo que as plantas sejam capazes de resistir a potenciais ataques.

Os produtores biológicos confiam, geralmente, na luta cultural na proteção de plantas como, por exemplo, a substituição de adubos sintéticos por fertilizantes de outra natureza, obtendo, assim, um sistema controlado por microrganismos e por mudanças no fornecimento de micronutrientes. Estas práticas podem afetar, positivamente, a resistência das plantas e o equilíbrio microbiano patogénico-benéfico no solo.

O Modo de produção agrícola convencional é, normalmente, caracterizado por um elevado consumo de fatores externos para fornecer nutrientes e manter as pragas e doenças sob controlo.

Os agricultores biológicos lutam por um ecossistema saudável com alta diversidade biológica, com perdas mínimas de nutrientes e com capacidade natural de proteção contra doenças e pragas. Após a conversão de MPC para MPB são necessários muitos anos para que novos equilíbrios microbianos e químicos se possam estabelecer com relativa estabilidade, nunca descurando o facto de poderem ocorrer, durante o período de transição, vários ataques de pragas e doenças (Van Bruggen *et al* 2015).

As medidas culturais de carácter preventivo, como por exemplo o enterramento do restolho, as fertilizações e regas equilibradas, a promoção do arejamento e da penetração da

luz no solo, a escolha de variedades mais resilientes, a utilização de sementes sãs, a adequada época de sementeira, a densidade adaptada à variedade, a adequada drenagem, as rotações culturais e a criação de condições para o desenvolvimento e instalação de auxiliares, devem ser bem planeadas de modo a que sejam promovidas condições desfavoráveis ao desenvolvimento dos inimigos da cultura (Ferreira 2012), dos quais se destacam as pragas - Alfinete (*Agriotes lineatus*), Pirale do milho (*Ostrinia nubilalis*), Broca do milho (*Sesamia nonagrioides*), Nóctuas ou Roscas (*Agrotis segetum* e *Agrotis ípsilon*), Ralo (*Grylotalpa grylotalpa*), Afídeos (*Toxoptera gramineum*; *Macrosyphum granaria*) e Scutigerela (*Scutigerella immaculata*) -, as doenças - o Morrão (*Ustilago maydis*), a Ferrugem (*Puccinia maydis*), a Helminthosporiose (*Exserohilum turcicum*); a Fusariose da espiga (*Fusarium graminearum* (*Gibberella zae*), a Fusariose do colmo (*Fusarium graminearum*, (*Gibberella zae*) e *F. Moniliforme*, (*G. moniliformis*) - e as infestantes.

A cultura do milho, nos estádios iniciais, é muito sensível à ocorrência de infestantes, que competem por espaço, luz, água e nutrientes, tornando-se, assim, necessário implementar um sistema que as controle com eficácia de modo a impedir o conseqüente baixo índice de produtividade (Vargas *et al.* 2006) e a multiplicação de pragas e de doenças determinadas pelos agentes patogénicos foliares que sobrevivem nos resíduos das culturas (Van Bruggen *et al.* 2015).

Não podemos esquecer, no entanto, que, para além dos aspetos negativos acima identificados, as infestantes podem apresentar, sob o ponto de vista botânico e ecológico, algumas vantagens que se prendem diretamente com a alimentação de animais, com a prevenção e combate da erosão do solo, com a reciclagem de nutrientes, com a extração de metais pesados e de outros poluentes da água e com o valor medicinal, apícola e alelopático que podem apresentar (Vargas *et al.* 2006).

2.2.3. Fatores abióticos

Condições edafoclimáticas

A planta do milho tem a capacidade de se adaptar a diversos tipos de solo, desde que tenham uma boa capacidade de drenagem.

A precocidade é favorecida por solos arenosos e os solos com textura franco-argilosa têm a vantagem de possuírem uma capacidade superior de armazenamento de água (tendo o milho preferência por solos de textura mediana e pH entre 5,5 e 7,5 (Ferreira 2012).

Uma temperatura média diária superior a 19 °C e uma temperatura do solo superior a 10 °C favorecem a germinação das sementes desde que acompanhadas por uma boa distribuição das chuvas ao longo do seu ciclo. Estas condições favoráveis de temperatura e de humidade possibilitam a germinação da semente do milho em 5 ou 6 dias. (Dias 2017).

Entre os 25 e os 35 °C ocorre uma maior taxa de crescimento dos caules e das folhas, sendo a maior produção potencial atingida com temperaturas médias entre 21 e 27 °C (Barros e Calado 2014).

Necessidades Hídricas

No contexto português o milho ocupa o primeiro lugar entre as culturas arvenses regadas sendo apenas sensível ao stress hídrico, a partir das 10 folhas até à fase caracterizada pelo estado pastoso do grão.

Se ocorrer stress hídrico durante o período de floração, a sua fecundação é afetada, originando um menor número de grãos por metro quadrado. Se houver stress hídrico na fase de enchimento do grão, o peso médio dos grãos vai diminuir.

A necessidade de água vai depender das condições climáticas devendo ser planeada de forma a otimizar os recursos de água disponíveis. Torna-se, assim, necessário implementar um sistema de planeamento rigoroso no que diz respeito à dotação da rega, às necessidades de água e às datas de início e fim da rega tendo em atenção as condições edafoclimáticas, a produtividade esperada, a fase do desenvolvimento da cultura e a variedade de milho cultivada. Uma rega bem conduzida melhora a eficiência da fertilização azotada, promovendo a absorção do azoto disponível (proveniente da mineralização da matéria orgânica e dos fertilizantes) e a sua utilização eficaz na síntese de matéria seca, levando a uma disponibilização regular do azoto existente no solo durante a primavera e o verão. Uma ineficiente gestão da rega pode implicar riscos em relação à utilização do azoto, por lixiviação e perdas por escorrimento, e à diminuição da produtividade esperada (ANPROMIS 2018).

Ao longo da profundidade de enraizamento o milho não extrai a água uniformemente. A maior percentagem é extraída a profundidades menores. Se a água for aplicada à superfície do

solo, o padrão típico de extração segue a regra 4-3-2-1: 40% da água vem do topo, ¼ da zona radicular, 30% vem do segundo ¼ da zona radicular e assim por diante (Figura 5) (Kranz *et al.* 2008).

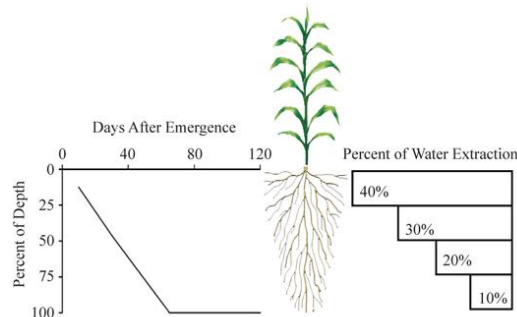


Figura 5 - Extração de água do solo/padrões de desenvolvimento da raiz da planta de milho (Fonte: Kranz *et al.* 2008)

A água aplicada através do uso de sistemas de rega que atinjam a zona sub-superficial do solo resultará numa maior extração de água pela planta. Em geral, a água de rega destina-se a suplementar a água armazenada no perfil do solo e/ou qualquer chuva efetiva registada durante o crescimento da planta (Kranz *et al.* 2008).

Necessidades nutritivas

A fertilização deve ser realizada tendo em consideração as disponibilidades do solo e a produtividade esperada da cultura. Em agricultura biológica é habitual fertilizar através da adubação verde ou da incorporação de resíduos vegetais e animais com origem na agricultura biológica (Ferreira 2012).

O milho apresenta um bom desenvolvimento em solos bem estruturados, que tenham um bom arejamento, uma boa drenagem, uma boa capacidade de retenção da água e sejam fundos, francos e bem providos de matéria orgânica.

A atividade microbiana máxima para a disponibilidade de nutrientes essenciais vindos de materiais orgânicos, ocorre no intervalo de pH 6,0 a 7,0 (Halliday e Trenkel 1992).

A planta do milho absorve cerca de metade de azoto (N) e de fósforo (P) e cerca de 80% de potássio (K) antes de atingir a fase reprodutiva.

A aplicação de azoto deve ser bem calculada devido a estar condicionada a perdas por lixiviação e/ou desnitrificação e volatilização. Nos solos de textura mais fina deve ser aplicado na pré-sementeira ou em cobertura, enquanto em solos de textura pesada, com maiores riscos de lixiviação, deve ser aplicado em fertilizações de cobertura de forma fragmentada. O P e K são nutrientes relativamente imóveis no solo podendo ser incorporados no outono ou na primavera, exceto em solos arenosos, onde o K fica mais suscetível à lixiviação porque adquire maior mobilidade para fora da zona radicular.

No Quadro 5 são indicadas as necessidades em macronutrientes da cultura de milho.

Quadro 5 - Necessidades em macronutrientes da cultura do milho

Nutrientes extraídos kg/ ha					Produtividade grão
N	P	K	Ca	Mg	T/ ha
77	9	83	10	10	3,65
100	19	95	7	17	5,8
167	33	113	27	25	7,87
187	34	143	30	28	9,17
217	42	157	32	33	10,15

Fonte: Adaptado Barros e Calado 2014

Os valores ideais para a cultura do milho relativamente ao pH, matéria orgânica e condutividade elétrica são: 5,5 a 7 (pH) (Ferreira 2012); 3% (MO) (Cabezas 2011) e 1,7 dS/m (Ferreira 2012) respetivamente.

2.3. MELHORAMENTO DE PLANTAS EM AGRICULTURA BIOLÓGICA MELHORAMENTO PARTICIPATIVO E SISTEMAS DE PRODUÇÃO

O melhoramento genético, segundo a FAO, descreve o desenvolvimento de novas populações geneticamente diversas e adaptadas à variação de ambientes e com um nível de desempenho aceitável.

O objetivo do melhoramento das plantas não é, geralmente, a inclusão de características específicas, mas a ampliação da diversidade genética com base na teoria de que uma base genética mais ampla pode reduzir a vulnerabilidade de uma cultura a variações no ambiente (por exemplo, de pragas e doenças, variações do solo, da escassez ou excesso de água) com objetivo do aumento de produtividade, adaptação a novas áreas agrícolas, maior resistência a

pragas e doenças, produção fora dos períodos normais, maior eficiência no uso da água disponível e de um maior conteúdo nutritivo, entre outros (Vizcayno *et al.* 2014).

A importância do melhoramento participativo atua ao nível da conservação e do uso do material genético, que interagem dinamicamente, e os genes que são incorporados em variedades são efetivamente conservados e preservados. Muitos investigadores manifestam, no entanto, alguma preocupação com a inadequação do uso de germoplasma, especialmente para o melhoramento de plantas. Além do baixo nível de uso, a perda de variedades nos campos dos agricultores leva ao estreitamento da base genética em algumas culturas e em algumas regiões. A baixa utilização de acessos conservados em bancos de genes é comum em todo o mundo e não se limita a poucos países (FAO 2011).

Ao longo de milhares de anos, o melhoramento de plantas tem estado intrinsecamente ligado à nossa cultura (IFOAM 2017).

O melhoramento de plantas convencional (MPC) foi particularmente usado para o desenvolvimento de novas variedades com produtividades elevadas e bem adaptadas geograficamente, sendo testadas, normalmente, em ambientes uniformes. Este modelo do MPC contrasta com o melhoramento, que tem sido historicamente, desenvolvido pelos agricultores maioritariamente em campos de cultivo sob condições extremas de solo e de clima. Este contexto influenciou o desenvolvimento de investigações e de pesquisas sobre modelos de melhoramento participativo para que seja mantida a conservação da biodiversidade dos recursos genéticos quer nos países desenvolvidos quer a nível mais global (Vaz Patto *et al.* 2013).

O modelo produtivista e o modelo participativo do melhoramento baseiam-se, segundo Pêgo e Antunes (1997), em dois modelos filosóficos distintos: a filosofia integrante e a filosofia produtivista. A filosofia integrante, está em consonância com o melhoramento participativo, apresentando como ideia central a criação de sistemas que integrem o conjunto de elementos isolados de um organismo de modo a que possam funcionar harmoniosamente como um todo. Por outro lado, os princípios da filosofia produtivista assentam no melhoramento clássico, que apresenta como principal objetivo a produtividade. O investigador, gere o potencial genético da semente e está no centro de decisões, sendo a semente o produto final da cadeia, competindo em mercado aberto. Deste modelo resulta uma uniformidade de plantas e uma adaptação à monocultura, apresentando altos níveis de mecanização e de inputs químicos nas práticas agrícolas.

Os agricultores envolvidos nos programas de melhoramento participativo são convidados a interagir e a partilhar informações com os melhoradores de plantas, na sua própria exploração. O MPP/MPB explora a otimização do potencial de melhoramento para uma adaptação específica, através da interpretação da interação genótipo x ambiente. Os agricultores participam ativamente nas diferentes etapas dos programas de melhoramento e na seleção e multiplicação de sementes, tendo como principal objetivo o aumento ou a manutenção da biodiversidade através do uso de populações heterogéneas com um grande nível de diversidade, em que diferentes variedades são selecionadas em diversos ambientes. O melhoramento participativo dá voz aos agricultores e eleva o conhecimento local para o nível científico (Ceccarelli e Grando 2007).

Segundo os autores Vaz Patto *et al.* (2013) no caso específico do melhoramento de milho, muitos projetos de sucesso foram e estão a ser implementados em todo o mundo apresentando-se como principais exemplos os casos do Equador, Peru, Bolívia, Brasil, China, Etiópia, Gana, Índia, Quênia, México, Honduras, Nepal, Nigéria e Portugal.

Os ensaios do presente estudo foram realizados sob o Modo de produção agrícola biológico e convencional.

Em 2005, a Assembleia Geral da IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements) aprovou os novos princípios base da agricultura biológica para todo o Mundo. Assim, a agricultura biológica deverá respeitar os seguintes princípios:

Princípios da Saúde, da Ecologia, da Integridade/Justiça e da Prevenção. Estes princípios têm por base uma promoção da sustentabilidade do ecossistema Homem,/ planta/ animal/ solo como um todo indivisível, promovendo, assim, uma gestão socioeconómica ambientalmente sustentável e íntegra, e assegurando a protecção da saúde e do bem-estar das atuais e futuras gerações (IFOAM 2018).

Em 2007 a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) anunciou que a agricultura biológica podia alimentar todo o planeta sem impactos negativos no ambiente e limitar consideravelmente o problema do aquecimento global e das alterações climáticas. Esta conclusão foi um dos resultados de um estudo, baseado em 293 casos observados em todo o mundo, que comparou a agricultura biológica com outros modos de produção agroalimentar (Badgley *et al.* 2007)

Em comparação com o MPC, o MPB, geralmente possui:

1. Maior diversidade de plantas no tempo e no espaço;

2. rotações e cobertura de culturas, que levam a um maior teor de matéria orgânica no solo;
3. maior biomassa, diversidade e atividade de microrganismos e fauna no solo;
4. aumento da capacidade de retenção de água no solo e da profundidade das raízes, levando a um incremento da economia de uso de água;
5. maior capacidade de troca e perda reduzida de nutrientes (Van Bruggen *et al.* 2015).

Clarck e Tilman (2017), avaliou 742 sistemas de produção agrícola na Europa e na América do Norte. Os resultados obtidos demonstram uma tendência das explorações para o uso de sistemas agrícolas altamente industrializados. Da análise a 90 alimentos produzidos, concluiu que a agricultura biológica requer mais terra, usa menos energia, mas proporciona emissões similares de gases de efeito estufa (GEE) comparativamente com os sistemas convencionais. O estudo salienta a importância de implementação de iniciativas de políticas e educação com objetivo de aumentar o consumo de alimentos provenientes de sistemas agrícolas com menor impacto ambiental, mais eficientes e que apresentem menor consumo de fatores agrícolas, antes que a agricultura cause danos ambientais substanciais e potencialmente irreversíveis no mundo.(Clarck e Tilman, 2017).

2.3.1. Introdução, expansão e adaptação genética de milho em Portugal

Ao longo do tempo a cultura do milho moldou a arquitetura terrestre (moinhos de água, moinhos de vento e construções de apoio à cultura), a arquitetura humana (tradições, religião e linguagem), a economia (milho como moeda de troca) e a alimentação (diretamente para produção de broa e indiretamente para consumo de carne).

Hallauer (1994) distinguiu quatro diferentes etapas no melhoramento do milho:

1. Evolução até se converter numa espécie domesticada, sendo a base para adaptações à latitude, altitude e níveis de precipitação;
2. Desenvolvimento de sensivelmente 250 variedades de milho, mais ou menos distintas, para satisfação das necessidades alimentares, animais e humanas, pelas populações nativas americanas;
3. Desenvolvimento e seleção de características nas variedades com objetivo de se obterem diferentes tipos de grão, cores, texturas, ciclos e usos. A esta terceira fase, que coincide com a introdução do milho em Portugal (1493), sucede-se o

desenvolvimento de variedades distintas obtidas a partir do germoplasma procedente da fase anterior, pelas populações nativas americanas e pelos colonizadores europeus (1500 a 1925).

4. Desenvolvimento dos conceitos de linha pura e de híbrido (desde 1909 até ao presente).

Segundo Pio Correia (1926-1978) citado por Ferrão *et al.* (2008), o milho foi descoberto por dois exploradores de Colombo em Novembro de 1492. Os primeiros registos da introdução de milho em Portugal foram observados na era pós-Colombo nos campos do Mondego. Posteriormente, em Casal da Gateira, em meados do sec XVI foram registadas as primeiras rendas pagas em milho, o que denota a importância da cultura.

O estabelecimento e a expansão do milho durante os séculos XVII e XVIII estiveram na origem de uma revolução agrícola, que provocou um aumento do padrão de vida das comunidades rurais (Pêgo e Antunes 1997). O impacto da expansão do milho desde a região sul de Portugal até ao noroeste do país determinou a sua adaptação genética devido a um número diversificado de microclimas.

Na década de 60 do século passado a difusão dos híbridos comerciais originou uma progressiva erosão genética do germoplasma português do milho o que determinou o início, na década de 70, da realização de missões de colheita em colaboração com a FAO / International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR) / Institute of Plant Genetic Resources (IPGR) que conduziram à formação da base do Banco Português de Germoplasma (BPGV), com mais de 3000 acessos de milho (Vaz Patto *et al.*, 2007b). Uma das mais recentes missões de colheita, em Portugal, teve lugar em 2005 (Vaz Patto *et al.*, 2007b), mas outras colheitas têm continuado a ser efetuadas.

2.3.2. Recursos genéticos e pré-melhoramento

A FAO estima que existam cerca de 7,2 milhões de acessos de várias culturas conservados em mais de 1.300 bancos de germoplasma em todo o mundo (FAO 2011).

Na década de 60, os cientistas argumentavam que as coleções de germoplasma eram pouco usadas e praticamente inacessíveis aos agricultores. Essas preocupações têm sido repetidas e discutidas regularmente nos últimos 50 anos (FAO 2011).

Segundo Moreira *et al.* (2008) uma limitação generalizada em todos os catálogos de germoplasma é a falta de informação sobre depressão endogâmica e capacidade de

combinação. Este facto revela a existência de uma lacuna entre melhoradores de plantas, técnicos e agricultores e entre caracterização e utilização do material vegetal.

O mesmo já tinha sido referido por Cooper *et al.* (2001) quando evocaram a atenção para a importância do desenvolvimento de pré-melhoramento. O índice de sobreposição (Moreira *et al.*, 2008), ou o método HUNTERS (High, Uniformity, aNgle, Tassel, Ear, Root lodging e Stalk lodging), e outros métodos que foram desenvolvidos por Taba *et al.* (2003), são bons exemplos de abordagens de avaliação de pré-melhoramento (Moreira *et al.* 2008).

Melhoradores de plantas e gestores de bancos de germoplasma devem encontrar maneiras de tornar mais fácil o uso efetivo dessas coleções para produzir novas variedades com as características que o mundo precisa. Um projeto de pré-melhoramento e de melhoramento ajuda na construção de pontes entre coleções de germoplasma e melhoradores de plantas (FAO 2011).

2.3.3. Genética Quantitativa

A genética quantitativa diz respeito ao estudo da herança de características sob o controlo de genes (FAO 2011).

Em meados de 1900 a genética quantitativa foi impulsionada com a redescoberta das leis da hereditariedade de Mendel, que serviram de base para determinar as características quantitativas e para desenvolver métodos de reprodução e de seleção de plantas (Hallauer 2007).

Os investigadores Fisher *et al.* (1918) foram os principais contribuintes iniciais para o desenvolvimento da teoria e dos métodos para estudar a herança de características quantitativas. Após 1946 foi atribuída uma maior importância à herança de características quantitativas em plantas, principalmente por causa da heterozigocidade expressa em híbridos de milho (*Zea mays* L.) (Hallauer 2007).

A planta do milho foi a mais usada nos estudos genéticos quantitativos devido às suas características e variabilidade de germoplasma existente. Variados métodos distintos de técnicas de melhoramento de milho evoluíram com a transição do uso de variedades de polinização aberta para híbridos (Hallauer 1994).

A expressão das características quantitativas é determinada por um grande número (desconhecido) de genes em que cada gene exerce um efeito na expressão da característica quantitativa sendo influenciada pelo ambiente em que se encontra (Hallauer 1994).

Os melhoradores têm interesse em fenótipos com grande variabilidade determinada pelos efeitos ambientais, genéticos e à interação genótipo x ambiente (Hallauer 1994).

Os melhoradores trabalham com fenótipos com grande variabilidade determinada pelos efeitos ambientais, genéticos e pela sua interação. Têm como objetivo aumentar o número de alelos favoráveis à frequência de características controladas por um grande, (mas desconhecido) número de genes na decisão de qual a combinação de características e ambientes (Carena 2008).

As características quantitativas (QTs) são caracterizadas por diferenças entre fenótipos, por terem herança complexa (incluindo dominância, epistasia, interações genéticas, GxE) e por serem controladas pela ação conjunta de muitos genes, número supostamente grande (Carena 2008).

A investigação na identificação de QTL (Quantitative Trait Loci) em mapeamento de populações realiza-se em menor número comparativamente aos métodos quantitativos clássicos, sendo escassos os estudos para integrar resultados de ambas as metodologias (Hallauer 1994).

Os princípios da genética quantitativa são aspetos de contínua relevância em diversas áreas. As informações e os resultados obtidos na pesquisa em genética molecular serão integrados no conhecimento atual, ao nível fenotípico, aumentando, assim, a eficácia e a eficiência do melhoramento de plantas (Hallauer 2007).

2.3.4. Híbridos e Heterozigocidade

No século XIX Darwin estudou os efeitos da autofecundação e dos cruzamentos relacionados com o vigor. Bruce em 1878 observou o vigor dos híbridos de milho obtidos através do desbandeamento das plantas e da recolha das respetivas sementes. A explicação da heterozigocidade vegetal começou, entre 1908 e 1936, com os trabalhos de Shull e Jones que conduziram à obtenção de diferentes tipos de milho híbrido com produções muito elevadas (Sanchez-Monge e Parellada 1974).

Ao longo da primeira década do século XX foram conduzidos estudos sobre o efeito da depressão endogâmica e polinização cruzada no milho, tendo-se verificado uma redução significativa do vigor e da produtividade com autopolinizações sucessivas, que após polinização cruzada eram restauradas. Estas descobertas sugeriam que novos métodos de

melhoramento poderiam ser usados de forma a aumentar a produtividade do milho, conduzindo ao conceito de milho híbrido.

Shull, no ano de 1909, propôs o uso de híbridos simples (Hallauer 2004), consistindo este método nos seguintes passos:

- Isolamento de linhas puras a partir de uma variedade de milho durante 5 a 7 anos consecutivos de autofecundação;
- Cruzamento de duas linhas puras de forma a produzir híbridos;
- Avaliação dos híbridos para determinar aqueles que apresentavam melhores produções e características desejáveis;
- Usar os melhores híbridos para produzir semente híbrida para os agricultores.

A heterozigocidade vegetal é mais facilmente observada, e mais eficaz, nos híbridos de linhas puras ou homozigóticas de plantas alógâmicas do que nos híbridos entre genótipos diferentes entre plantas autogâmicas. A exploração prática da heterozigocidade no milho é relativamente fácil e económica de se obter devido à fisionomia dos órgãos sexuais da planta de milho (Sanchez-Monge e Parellada 1974).

Segundo Carena (2008) a heterozigocidade é o vigor manifestado em híbridos. A superioridade no desempenho de indivíduos híbridos em relação aos parentais, não é bem compreendida, mas é explorada comercialmente e tem mais de 100 anos de esforços para a compreender.

Segundo Falconer e Mackay (1960) a heterozigocidade depende de genes que apresentem dominância parcial, completa ou sobredominância. Hallauer *et al.* (2001) referem que as investigações de cruzamentos entre genótipos divergentes apresentam vigor superior comparativamente a cruzamentos entre genótipos semelhantes. Segundo Falconer e Mackay (1960) tal facto acontece porque a heterozigocidade e a capacidade específica de combinação entre dois parentais dependem da existência de dominância no controlo da característica e da divergência entre os genótipos.

No caso da produtividade Hallauer *et al.* (2001) consideram que a heterozigocidade é o resultado da existência de genes com grau parcial a completo de dominância que controlam a característica sendo necessário que existam diferenças nas frequências alélicas dos parentais para que ocorra a expressão da heterozigocidade. A heterozigocidade ocorre devido a interações alélicas, sendo que diferentes interações ocorrem em diferentes híbridos.

A heterozigocidade média é o desempenho de um híbrido em relação ao desempenho médio de seus pais = $(F1 - ((\text{Parental Feminino} + \text{Parental Masculino})/2))$ que pode ser, expresso em porcentagem representada pela fórmula $H\% = ((F1 - MP)/MP) * 100$, onde F1 representa o cruzamento e MP a média dos parentais (Carena 2008).

2.3.5. Genótipo (G) X Ambiente (E)

De acordo com Hallauer *et al.* (2001) a interação genótipo x ambiente é a variação do comportamento do germoplasma à mudança de ambiente, sendo necessário não ter só em conta a avaliação das principais características do genótipo e do ambiente, dado que o desempenho do germoplasma é determinada pela interação entre genótipos e ambientes. Ceccareli (1989) reforça esta importância indicando que a informação proveniente da interação genótipo x ambiente é igualmente útil na determinação de métodos eficientes de uso de recursos em programas de melhoramento.

Segundo Hallauer *et al.* (2001) o melhoramento de híbridos de milho com boa produtividade e relativamente estáveis, quando cultivados em diferentes ambientes, apresenta uma importância primordial para o setor comercial de sementes.

No processo de seleção é fundamental a realização de ensaios em que se realizem estudos e interações genótipo x ambiente. Para identificar o comportamento de cada genótipo em estudo, em diferentes ambientes, devem ser utilizadas técnicas de adaptabilidade e estabilidade (Resende 2004).

Segundo Malosetti *et al.* (2013) existem genótipos amplamente adaptados e genótipos especificamente adaptados (melhor comportamento sob um restrito conjunto de condições). A adaptação específica de genótipos está estritamente relacionada com a interação genótipo x ambiente, existindo sempre que o desempenho fenotípico relativo dos genótipos depende do ambiente.

O fenótipo (P) descreve as características de um organismo que surge como resultado do genótipo (G), que compreende os genes que compõem a constituição genética básica do organismo, combinada com os efeitos do ambiente (E).

O melhorador, estrutura e gere o genótipo (G), o ambiente (E) e a sua interação, estando muito dependente da sua cultura e do local onde ela será cultivada. As informações de caracterização e de avaliação resultantes do pré-melhoramento economizarão tempo e esforço ao trabalho do melhorador.

As diferenças genótípicas podem resultar em fenótipos semelhantes e as diferenças fenotípicas podem ser aparentes entre plantas do mesmo genótipo (FAO 2011).

A planta de milho pode apresentar diferenças, no seu desempenho, entre diferentes sistemas de produção. A necessidade de desenvolver híbridos de alto desempenho para sistemas biológicos, com ampla adaptação a vários macro ambientes, está a tornar-se cada vez mais importante (Huffman *et al.*, 2018).

Os autores Przystalski *et al.* (2007) apresentaram nos seus ensaios com cereais, em diferentes locais e modos de produção, menores médias em agricultura biológica comparativamente ao modo de produção convencional. Concluíram que os ambientes tiveram uma grande influência nas características tendo sido significativas, na maioria dos casos, as interações genótipo x ambiente.

A necessidade de desenvolver híbridos de milho com boa produtividade, em diferentes ambientes, apresenta um desafio, e uma oportunidade, para programas de melhoramento tanto no setor público quanto no privado. O sucesso de um programa de melhoramento de milho híbrido, direcionado para a produção biológica, requer o teste de todos os genótipos em condições ideais para determinar o potencial de produtividade, juntamente com testes de vários ambientes em diversos locais para testar a tolerância ao stress biótico e abiótico (Braun e Van Ginkel 1996).

2.3.6. Técnicas de melhoramento de plantas

O melhoramento de plantas descreve todas as atividades que visam melhorar as características genéticas de uma cultura com o objetivo de desenvolver novas cultivares com características desejáveis (Messmer *et al.* 2015).

O Quadro 6 permite-nos analisar as etapas do melhoramento de plantas e a sua influência na diversidade genética.

Quadro 6 - Etapas do melhoramento de plantas e sua influência na diversidade genética

Produção de variabilidade genética	Coleção de recursos genéticos, variedades tradicionais, acessos em bancos de germoplasma. Mutações e recombinação de genes a fim de combinar características desejáveis.
Seleção	Adaptação a diferentes locais e seleção em diferentes estádios de plantas com características desejáveis aos objetivos do programa. Teste de certificação varietal (registro e avaliação). Aprovação da nova variedade.
Conservação	Preservar as características da variedade.
Propagação	Produzir sementes e material de propagação vegetativa para o mercado.

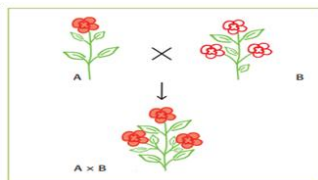
Fonte: Messmer *et al.* 2015

As técnicas a utilizar são escolhidas a partir das técnicas disponíveis e estão dependentes do ambiente, podendo ser desenvolvidos ensaios de campo ou ensaios laboratoriais. Nos ensaios de campo poderá ser observado o impacto do solo e do clima do local escolhido sobre as culturas, por exemplo sob condições de modo de produção biológico, ou controlando as condições do ensaio usando, por exemplo, um substrato artificial sob condições padronizadas. No que diz respeito aos ensaios laboratoriais poderão desenvolver-se culturas *in vitro*, por exemplo, de meristema e de células utilizando nutrientes artificiais em condições estéreis ou protoplastos (Messmer *et al.* 2015).

Seguidamente, serão abordadas as técnicas / métodos e seleções do melhoramento de plantas, exemplos da sua aplicação e questões críticas do ponto de vista da agricultura biológica (Quadro 7).

Quadro 7 - Técnicas / métodos e seleções do melhoramento de plantas

Cruzamentos Específicos



O controlo da polinização das plantas, e a conseqüente realização de cruzamentos específicos, é efetuado através da emasculação, do isolamento e da polinização manual dos botões florais da planta-mãe. A polinização é realizada no momento da floração feminina utilizando o pólen da planta paterna desejada. Este procedimento pressupõe a distribuição do pólen, previamente colhido, sobre as flores femininas emasculadas de modo a que seja atingido o estigma.

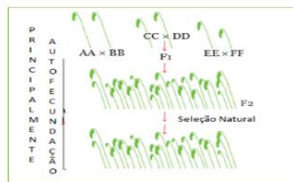
Tendo em consideração que os estigmas estão recetivos durante um período de tempo relativamente curto e que a viabilidade do pólen se esgota com rapidez é necessário atribuir especial atenção à definição rigorosa das datas da sementeira com o objetivo de atingir a necessária sincronização.

Deve ser considerada essencial a realização de tantos cruzamentos quantos os necessários a fim de que o germoplasma vegetal se adapte até que incorpore as características desejáveis

Uma prática comum no melhoramento de plantas assenta em cruzamentos específicos direcionados que têm como objetivo aumentar a diversidade genética através de um número ilimitado de combinações de genes que poderão originar novas plantas que estarão melhor adaptadas ao ambiente e às necessidades dos consumidores

Não existem questões críticas do ponto de vista da agricultura biológica na utilização deste método.

Variedades Compósitas



O objetivo de alcançar uma maior diversidade genética é conseguido, geralmente, através do desenvolvimento de populações compósitas (CCPs). O processo incide na realização de variados cruzamentos e na propagação combinada de todos os progenitores no ambiente alvo.

A fim de que os melhores genótipos adaptados sejam selecionados a propagação ocorre ao longo de várias gerações no ambiente em que a variedade será cultivada. Em comparação com linhas puras ou misturas varietais é alcançada uma maior heterozigocidade devido à alta diversidade de alelos na população.

As CCPs são importantes na medida em que permitem a seleção e a adaptação de variedades ao ambiente escolhido. São mais heterozigóticas e heterogêneas do que as variedades endogâmicas e devem, portanto, ser capazes de responder, de forma mais flexível, às flutuações das condições ambientais.

Não existem questões críticas do ponto de vista da agricultura biológica na utilização deste método.

Variedades de Polinização Livre



As variedades de polinização livre são tradicionalmente desenvolvidas a partir de espécies de plantas de polinização cruzada devendo ser isoladas de outras populações para que não sejam alteradas as suas características varietais. A seleção massal é, no entanto, o método mais simples para melhorar a população inicial.

Os cruzamentos em pares das melhores plantas individuais, ou a seleção recorrente, são métodos utilizados para aumentar o rendimento das populações.

As variedades de polinização aberta são geneticamente heterogêneas e heterozigotas (por exemplo, centeio, milho) podendo ser explorado cerca de metade do efeito máximo de heterozigocidade

Se estabelecermos uma comparação entre linhas puras, híbridas e variedades resultantes da seleção massal verificamos que, devido à sua variabilidade genética, as últimas devem ser capazes de se adaptar melhor às novas condições ambientais.

Não existem questões críticas do ponto de vista da agricultura biológica na utilização deste método.

Fonte: Adaptado Messmer *et al.* 2015

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. GERMOPLASMA

No presente relatório estudaram-se as características do germoplasma de milho de 9 populações (6 populações Portuguesas e 3 Húngaras) e uma linha pura (Húngara), em três locais de ensaio, dois em Portugal e um na Hungria. Foram obtidos 6 híbridos, dos cruzamentos das populações (Quadro 8).

Quadro 8 - Características do germoplasma de milho e seus cruzamentos por MPA, local e ano

Parentais	Germoplasma	Origem	País	Endosperma	Cor do grão	Maturação	Cruzamentos	MPA / Local / Ano		
								Biológico (Hungria) 2013	Biológico (Coimbra) 2012/2013	Convencional (Montemor-o-Velho) 2012/2013
1	MvTC-T0341 ¹	HAS	Hungria	Flint	Amarelo	Tardio	7x1	*	* ²	* ³
7	Broa209	Agricultor	Portugal	Flint	Branco	Precoce		*		
10	Kpz1	HAS	Hungria	Flint	Amarelo	Tardio	10x5 10x6 10x8 10x9 10x11	*	*	*
5	BastosC096	VASO	Portugal	Flint	Branco	Precoce		*	*	*
6	Broa136	Agricultor	Portugal	Flint	Branco	Precoce		*	*	*
8	Broa213	Agricultor	Portugal	Intermédio	Amarelo	Precoce		*	*	*
9	Broa48	Agricultor	Portugal	Flint	Amarelo	Precoce		*	*	*
11	PgC0(C3)08	VASO	Portugal	Flint	Branco	Precoce		*	*	*
2	PC Composite	HAS	Hungria	Flint	Amarelo	Tardio		*	*	*
3	Complete Composite	HAS	Hungria	Flint	Amarelo	Tardio		*	*	*

¹ Linha Pura

² Apenas em 2012

³ Apenas em 2012

O germoplasma húngaro foi cedido pela Academia de Ciências da Hungria através de um Acordo de Transferência de Material (MTA). As populações 10-KPZ1, 2-PCCComposite e 3-Complete Composite e a linha pura 1-MvTC-T0341, foram selecionados pela equipa de melhoradores húngara e apresentam como principal característica terem sido desenvolvidos no modo de produção biológico e estarem bem adaptados a este modo de produção.

O germoplasma português cedido para o estudo foram as populações 11-PgC0(C3)08; 9-Broa 48; 8-Broa 213; 6-Broa 136; 5-BastosC096 e 7-Broa 209. A escolha do germoplasma teve como critério o melhor material selecionado ao nível de precocidade e de produtividade da coleção de melhorador da ESAC.

3.2. CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS DE ENSAIO

Os ensaios foram realizados em Coimbra (40°13'0.22''N, 8°26'47.69''W), Montemor-o-Velho (40°10'4.82''N, 8°41'14.84''W) e, na Hungria, em Martonvásár (47°15'00''N 18°53'00''E).

Localizado no centro litoral de Portugal, o distrito de Coimbra encontra-se na área de transição entre as sub-regiões do Baixo Mondego e do Pinhal Interior (NUT III), pertencentes à Região Centro (NUT II). Apresenta uma área de 2 062,8 km² e uma população de 339 384 habitantes (INE 2011). Coimbra apresenta uma superfície uso agrícola de 33 590 hectares compreendendo 10 689 explorações agrícolas (INE 2009).

Martonvásár pertence ao condado de Fejer, localizado no centro da Hungria, e apresenta uma superfície agrícola utilizada de 76% e 12% de superfícies artificiais. O seu perímetro envolvente (80 km) é constituído por superfície uso agrícola (57%) e por zona florestal (22%) (Censos, 2011).

Montemor-o-Velho encontra-se a 21 km do mar e Coimbra a 50 km estando, ambas as localidades, a 25 m de altitude. Martonvásár está distante do mar e situa-se a uma altitude média de 123 m.

Coimbra e Montemor-o-Velho estão integrados no perímetro de rega do Mondego, uma área de produção muito elevada com uma produtividade média, para híbridos de milho de 14,5 t/ha. Martonvásár, apresentou, em 2018, segundo o Ministério da Agricultura Húngaro, uma produtividade média de 8,17 t/ha (19% acima da média do período 2013-2017, mas ainda inferior do máximo atingido em 2016 de 8,558 t / ha).

Os ensaios foram realizados em 2012 e 2013 entre os meses de abril/maio (sementeiras) e outubro (colheita). A comparação dos dados termoplúviométricos em Coimbra e Martonvásár pode ser observada na Figura 6.

Durante a sementeira a temperatura mínima média registada na Hungria em 2013 (6,03 °C) foi mais baixa que em Portugal onde foram observados valores de 12,27 °C (2012) e 9,47 °C (2013) sendo estas temperaturas mais favoráveis à germinação de sementes.

Ao longo dos meses da cultura de maio a outubro, em Martonvásár, observaram-se temperaturas máximas, médias, mais elevadas que em Portugal e temperaturas mínimas médias mais baixas. Em Martonvásár, nos meses de julho e agosto registou-se uma precipitação favorável ao desenvolvimento da cultura do milho explicando, assim, a não utilização de sistemas de rega nos ensaios húngaros.

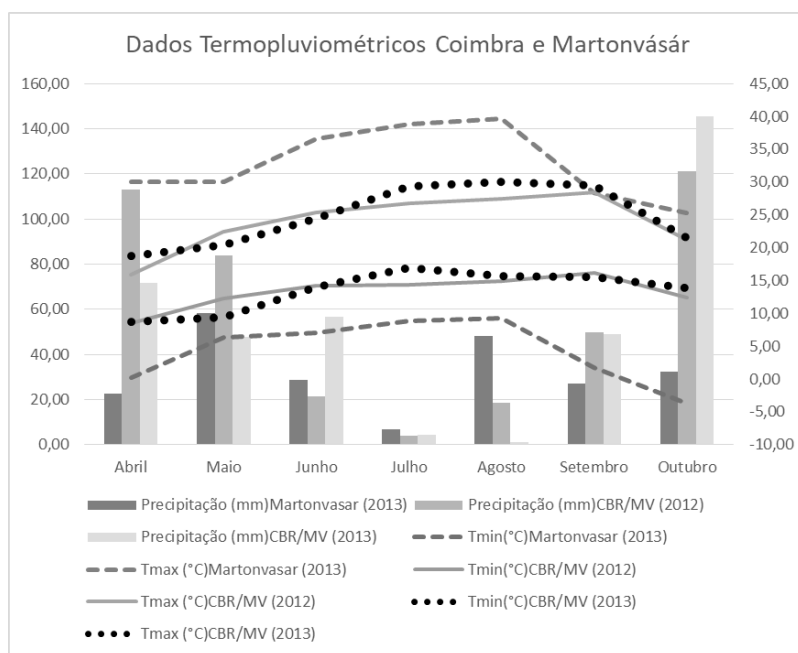


Figura 6 – Dados termoplúviométricos Coimbra e Martonvásár (Fonte: Adaptado de IPMA e METNET 2019)

Martonvásár apresenta um tipo de solo da classe chernozem, caracterizado por uma cor castanha escura a preta, por uma camada superficial rica em húmus e em cálcio, por uma estrutura bem agregada, muito rica em húmus até uma profundidade superior a 40 cm, por valores médios de matéria orgânica que variam entre 2,73%; +- 0,07% e por um pH do solo que varia entre 5.3 a 6.4.

Os solos em Coimbra e Montemor-o-Velho são aluviais e apresentaram um pH do solo de 5,2 e 6,3, respetivamente. O teor de matéria orgânica foi considerado baixo em Montemor-o-Velho (1,7%) e médio em Coimbra (2,3%). A percentagem de solo com tamanho de partículas inferior a 0,2 mm foi considerada alta nos dois locais: 86,9% em Coimbra e 92,5% em Montemor-o-Velho, apresentando uma textura franco-arenosa.

3.2.1. Delineamento e práticas culturais

Para cada local, Portugal e Hungria, foi utilizado um delineamento em blocos completamente casualizados, com duas a três repetições. Em Portugal cada talhão consistiu em duas linhas com 6,4 m de comprimento e 0,75 m entre linhas. Na Hungria cada talhão consistiu em linhas de 4 metros de comprimento e 0,8 m entre linhas.

Em Portugal, em cada local, as parcelas foram semeadas manualmente, entre abril e maio, e a colheita ocorreu durante o mês de outubro e foi feita manualmente. Na Hungria a sementeira foi realizada, manualmente, a 3 de maio de 2013. A colheita também foi feita manualmente, no dia 9 de outubro e houve 5 dias de secagem para atingir o teor de humidade de 15% nos grãos.

Em Portugal, na modalidade em agricultura convencional, foi feita fertilização química e aplicação de herbicidas, enquanto que a modalidade de agricultura biológica foi feita com baixo consumo de fatores externos e o controlo de infestantes foi feito de forma manual na Hungria a modalidade foi também de agricultura biológica com baixo consumo de fatores externos, mas sobretudo com controlo de infestantes mecanizado. Em Portugal foi feita rega enquanto que na Hungria não.

3.3. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO FENOTÍPICA E AGRONÓMICA

Na caracterização das plantas de milho foi utilizada a escala HUNTERS, assim como, parâmetros de produção, caracterização fisiológica e caracterização da espiga.

A escala HUNTERS foi criada por Pêgo (1984) com o intuito de proceder a uma caracterização sumária e expedita dos materiais em estudo. Estas medições tornam possível uma análise rápida de uma vasta gama de materiais o que se adequa particularmente a estudos de pré-melhoramento e seleção de materiais a incluir num programa de melhoramento (Moreira *et al.* 2005).

A escala HUNTERS para a maioria dos seus componentes utiliza uma escala de 1 a 9 (1-Muito baixo, 2-Muito baixo a baixo, 3-Baixo, 4-Baixo a intermédio, 5-Intermédio, 6-Intermédio a alto, 7-Alto, 8-Alto a muito alto, 9-Muito alto (Quadro 9).

A caracterização das espigas foi baseada num conjunto de parâmetros biométricos, utilizando para as medições uma balança digital, um medidor de espigas, um medidor de humidade do grão e um nónio. No Quadro 9 são descritos os parâmetros biométricos associados à planta, às florações / produtividade e à espiga.

Quadro 9 – Descrição das características / medidas por local, códigos e unidades

Características	Locais de medição			Códigos	Unidades	Descrição das características
	Coimbra	Hungria	Montemor			
Dias-50%Fi	X	x		Fi		Número de dias desde a sementeira até início da floração feminina (aparecimento das sedas em 50% das plantas)
Dias-50%Ff	X			Ff		Número de dias desde a sementeira até final da floração feminina (emurchimento das sedas em 50% das plantas)
Dias-50%Mi	X	x		Mi		Número de dias desde a sementeira até ao início da floração masculina (pólen disponível em 50% das plantas)
Dias-50%Mf	X			Mf		Número de dias desde a sementeira até ao final da floração masculina (pólen não disponível em 50% das plantas)
Altura à primeira espiga	X	x	x	H1E	cm	Altura da espiga (Ear Height), desde a base da planta até à inserção da primeira espiga
Altura da planta	X	x	x	H	cm	Altura (Height), desde a base da planta até à inserção da última folha que precede a bandeira
Uniformidade	X	x	x	U	1 a 9	Uniformidade (Uniformity) utiliza-se uma escala de 1 a 9 onde 1 representa o mínimo de uniformidade e 9 o máximo (1-5 Populações; 6 a 9 linhas puras)
Ângulo da folha	X	x	x	N	1 a 9	Ângulo (aNgle) que a página superior da folha imediatamente acima da espiga com o caule ($5 = 45^\circ$, $<5 = <45^\circ$ e $>5 = >45^\circ$ C)
Ramificação da bandeira	X	x	x	T	1 a 9	Bandeira (Tassel), ramificação da bandeira numa escala de 1 a 9, (1-pouco ramificada; 9-muito ramificada)
Inserção da espiga	X		x	E	1 a 9	Espiga (Ear), localização da espiga relativamente à altura total da planta numa escala de 1 a 9, em que 5 indica a zona média da planta
Acama	X	x	x	R	%	Acama (Root lodging), percentagem de plantas que sofreram acama. Este parâmetro está em geral relacionado com a qualidade do sistema radicular
Plantas partidas	X	x	x	S	%	Plantas Partidas (Stalk lodging), percentagem de plantas partidas. Este parâmetro está muitas vezes relacionado com o ataque de pragas responsáveis pela destruição do caule e pela própria resistência do caule
Plantas por hectare	X	x	x	Stand		Número de plantas por ha
Espigas por hectare	X	x	x	NEha		Número de espigas por ha
Prolificidade	X	x	x	Prol		Número de espigas colhidas por planta

Características	Locais de medição			Códigos	Unidades	Descrição das características
	Coimbra	Hungria	Montemor			
Humidade Relativa	X		x	HR	%	A humidade relativa à colheita foi calculada a partir do grão resultante do desgrane de 4 espigas representativas de cada talhão
Relação carolo/espiga	X	x	x	@4CWEW		Relação carolo/espiga. Obteve-se a partir do desgrane de 4 espigas representativas de cada talhão, registando-se o peso da espiga e do carolo após desgrane
Produtividade	X	x	x	Yield15	t/ha	Produção aferida a 15% de humidade relativa (HR), colheita manual
Comprimento da espiga	X	x		L	cm	Comprimento da espiga, distância entre as extremidades da espiga
Diâmetro da espiga DE1	X	x		DE1	cm	Diâmetro maior da espiga no seu terço inferior (Figura 7)
Carreiras de grão	X	x		R1_B		Número de carreiras de grão da espiga, contadas no terço inferior da espiga
Peso da espiga	X	x		EW15	g	Peso da espiga
Peso do carolo	X	x		CW15	g	Peso do carolo
Peso do grão	X	x		KW15	g	Peso do grão de uma espiga obtido indiretamente pela diferença entre o EW e o CW
Humidade do grão	X			EMoist	%	Duas medições da humidade do grão, medidos num medidor de humidade de grão
Profundidade do grão	X	x		KD	cm	Profundidade do grão desde o local de inserção na ráquis até à extremidade oposta
Peso de 1000 grãos	X	x		SW15	g	Peso de 1000 grãos (foram pesados 100 grãos e o valor obtido foi multiplicado por 10 aferido para um valor de 15% de humidade)
Número de grãos	X			NC		Número de grãos contados numa carreira média da espiga
Diâmetro do carolo DC1	X	x		DC1	cm	Diâmetro maior do carolo medido no terço inferior e equivalente à posição da medição DE1 (figura 7)

Fonte: Adaptado de Moreira *et al.* (2008)

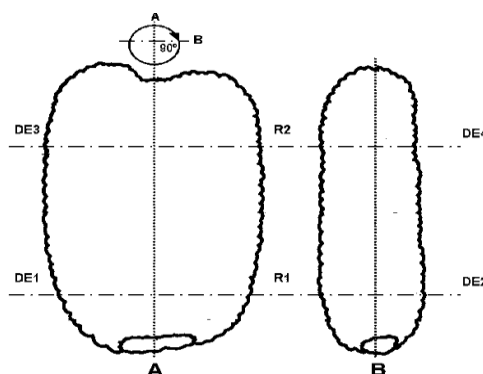


Figura 7 - Vistas ortogonais da mesma espiga de milho para a medição de diâmetros (Fonte: Adaptado de Moreira *et al.* 2008)

3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Na análise estatística foram utilizados os programas IBM SPSS 24 e EXCEL, tendo sido elaboradas estatísticas descritivas, correlações de Pearson, e análises de variância (ANOVA).

A correlação linear de Pearson é um indicador adimensional, representado por um fator, que varia entre -1 e 1. Quanto maior for o valor absoluto de r , mais forte será a regressão linear entre as variáveis. Se estiver próximo de zero então as variáveis não são correlacionadas. O valor -1 indica uma relação linear perfeita, mas inversa negativa, ou seja, quando uma das variáveis aumenta a outra diminui (Barroso 2018). Moore (2013), observa que este indicador mede o grau de relação linear entre duas variáveis, bem como sua direção (positiva ou negativa) e considera, ainda, que:

- Se $r = 0$, não existe relação linear entre as duas variáveis;
- Se $|r| < 0,29$, a correlação é negligenciável ou muito fraca;
- Se $0,30 < |r| < 0,49$, a correlação é fraca;
- Se $0,50 < |r| < 0,69$ a correlação é moderada;
- Se $|r| > 0,70$, a correlação é forte a muito forte.

A ANOVA, sendo um teste paramétrico, exige que as variáveis em estudo tenham sido obtidas a partir de grandes amostras ou que apresentem uma distribuição normal. No teste de

ANOVA quando se rejeita a hipótese nula da igualdade dos tratamentos e não se tem informação sobre qual ou quais os tratamentos responsáveis pela diferença, é útil fazer diversas comparações entre os tratamentos de forma a analisar essas diferenças. Vários testes de comparação múltipla foram utilizados, realçando o teste de Scheffé e de Tukey que consistem na construção de intervalos de confiança para todos os pares de tratamentos de tal forma que o conjunto de todos os intervalos tenham um determinado grau de confiança.

Os dados foram analisados recorrendo ao General Linear Model, Univariate, seguido do teste post-hoc de Tukey b para um grau de confiança de 95% (nível de significância de $p < 0,05$). Foram registadas, para o nível de significância $p < 0,05$, as diferenças estatisticamente significativas entre genótipos, locais de ensaio/ano e interação genótipo x ambiente.

No cálculo da heterozigocidade média foi utilizada a seguinte fórmula, expressa em percentagem: $H\% = ((F1-MP)/MP)*100$, onde H% corresponde à heterozigocidade, F1 ao resultado do cruzamento e MP – à média dos parentais (Carena 2008).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. PRODUTIVIDADE (YIELD)

Na análise à produtividade identificaram-se diferenças significativas entre os genótipos e locais e na interação genótipo x ambiente (Quadro 10).

O local onde se observou a média da produtividade mais elevada foi MontemorCONV2013 com 5,47 t/ha e o local com a produtividade média mais baixa foi CoimbraBIO2012 com 1,50 t/ha (Quadro 10). O MPC registou valores médios de produtividade, tanto em 2012 como em 2013, superiores ao MPB. Verificou-se nos locais de ensaio, em Portugal, nos dois Modos de Produção, uma maior média de produtividade em 2013 comparativamente a 2012. Esta diferença pode indicar uma influência das condições edafoclimáticas/condições de campo de ensaio, devido ao facto de se ter verificado igualmente nos dois Modos de Produção Agrícola estando os campos de ensaio afetos à mesma região.

As práticas culturais do MPC, onde se registou um maior uso de consumo de fatores externos à produção, originaram uma maior produtividade relativamente ao MPB.

O genótipo 2 apresentou a média de produtividade mais elevada, com 5 t/ha e o cruzamento 7 x 1 apresentou a produtividade média mais baixa com 1,76 t/ha (Quadro 10).

Foram identificados em MontemorCONV2013 7 genótipos, top 7, que atingiram valores superiores a 6 t/ha --- genótipo 2 (9,66 t/ha), genótipo 10 x 11 (9,24 t/ha), genótipo 3 (7,46 t/ha), genótipo 10 x 8 (7,02 t/ha), genótipo 8 (6,83 t/ha), genótipo 10 x 6 (6,47 t/ha) e genótipo 1 com 6,27 t/ha.

Ao se efetuar a análise das médias de produtividade desses genótipos por local (Figura 8) conclui-se que os genótipos do top 7 estão presentes em todos os 5 melhores genótipos por local (Quadro 11). Salientamos que na Hungria apenas estão presentes, no top 5, genótipos húngaros. Em Portugal, quer seja em modo biológico ou convencional, os genótipos húngaros, em média, apresentam valores mais elevados de produtividade que os genótipos portugueses.

Regista-se o bom comportamento produtivo dos cruzamentos efetuados (em relação aos parentais) nos diferentes locais de ensaio, o que demonstra a boa adaptabilidade a diferentes ambientes.

Quadro 10 - Análise descritiva e diferenças significativas entre os genótipos, locais de ensaio/ano e interação genótipo x ambiente, para as características avaliadas

	Yield			Fi			Mi			H1E			H			U			N			T										
	Mean	±	Std. Dev.	sd.	Mean	±	Std. Dev.	sd.	Mean	±	Std. Dev.	sd.	Mean	±	Std. Dev.	sd.	Mean	±	Std. Dev.	sd.	Mean	±	Std. Dev.	sd.								
G																																
1	4,66	±	2,11	fg	66,80	±	1,64	cd	62,40	±	1,52	bcd	93,80	±	10,99	abc	193,73	±	30,20	cdef	3,71	±	0,76	ab	6,43	±	0,53	bcd	6,71	±	0,76	ab
2	5,04	±	3,41	g	69,40	±	1,67	c	65,80	±	1,64	d	108,16	±	17,53	bcde	222,31	±	25,41	g	3,43	±	0,53	ab	6,29	±	1,25	bcd	7,00	±	0,58	abc
3	4,20	±	2,59	ef	69,20	±	4,44	c	65,20	±	2,17	d	90,04	±	11,45	ab	177,89	±	13,07	bc	3,43	±	0,53	ab	6,29	±	1,11	bcd	7,43	±	0,53	abc
5	3,01	±	1,97	cd	66,80	±	1,92	cd	63,40	±	1,34	cd	125,66	±	14,24	f	218,00	±	16,69	g	3,80	±	0,45	b	5,00	±	1,00	ab	8,20	±	0,45	c
6	2,20	±	0,80	a	58,50	±	0,71	ab	58,00	±	1,41	ab	94,00	±	14,19	abc	178,84	±	24,49	bc												
8	3,32	±	2,36	cd	62,83	±	2,14	abcd	62,00	±	1,55	bcd	90,27	±	9,17	ab	191,91	±	16,07	cde	3,83	±	0,75	b	4,33	±	1,21	a	6,17	±	0,41	a
9	3,16	±	1,62	cd	57,33	±	1,51	a	55,50	±	1,22	a	89,99	±	16,86	ab	167,52	±	25,99	ab	3,25	±	0,50	ab	5,00	±	0,82	ab	7,25	±	0,50	abc
10	2,31	±	0,97	ab	69,11	±	7,41	c	63,22	±	5,47	cd	83,81	±	13,33	a	170,00	±	20,52	ab	3,42	±	0,35	ab	7,19	±	0,36	d	6,75	±	0,50	ab
11	2,90	±	2,05	bc	66,67	±	2,80	cd	62,00	±	3,10	bcd	118,27	±	16,85	ef	212,17	±	24,42	fg	3,50	±	0,84	ab	5,67	±	1,03	bc	8,00	±	0,63	bc
10 x 11	3,77	±	3,29	cde	65,33	±	4,66	bcd	65,00	±	1,73	bcd	111,28	±	13,82	def	207,57	±	24,72	efg	3,72	±	0,43	ab	5,71	±	1,28	bc	7,69	±	0,75	bc
10 x 5	3,41	±	1,96	cd	66,43	±	6,85	cd	62,00	±	4,28	bcd	118,08	±	15,46	ef	207,83	±	30,36	efg	3,25	±	0,38	ab	5,84	±	1,11	bcd	7,86	±	0,81	bc
10 x 6	3,54	±	2,12	cde	63,71	±	4,42	abcd	59,00	±	3,16	abc	103,01	±	15,16	bcde	196,51	±	25,82	cdef	3,52	±	0,52	ab	6,41	±	0,95	bcd	7,75	±	0,46	bc
10 x 8	3,67	±	1,93	cde	64,00	±	6,21	abcd	60,88	±	5,00	bcd	101,51	±	16,24	bcd	203,83	±	23,98	defg	3,60	±	0,62	ab	6,00	±	1,22	bcd	7,28	±	0,45	abc
10 x 9	3,33	±	1,78	cd	61,33	±	5,92	abc	58,67	±	4,03	abc	101,10	±	5,46	bcd	185,63	±	23,33	bcd	3,48	±	0,45	ab	6,71	±	1,01	bcd	7,00	±	0,63	abc
7 x 1	1,76	±	1,14	a	67,19	±	3,95	cd	63,44	±	3,36	cd	93,15	±	12,86	abc	158,22	±	18,02	a	2,68	±	0,70	a	6,39	±	1,23	bcd	7,51	±	1,00	bc
E																																
CoimbraBIO2012	1,50	±	0,80	a	60,74	±	3,94	a	58,68	±	3,69	a	98,60	±	19,54	a	181,37	±	29,39	b												
CoimbraBIO2013	2,02	±	1,53	b	63,58	±	4,09	b	60,20	±	3,03	b	91,88	±	16,26	a	184,35	±	22,02	b	3,42	±	0,76		5,29	±	0,74	a	7,13	±	0,81	
Hungria BIO2013	1,88	±	0,92	b	69,80	±	2,67	c	64,85	±	2,43	c	95,36	±	11,01	a	163,31	±	20,56	a	2,92	±	0,78		7,17	±	0,61	b	7,30	±	0,97	
MontemorCONV2012	3,59	±	0,99	c									106,93	±	20,50	b	213,30	±	25,94	d												
MontemorCONV2013	5,47	±	2,27	d									109,74	±	16,27	b	202,08	±	26,97	c	3,48	±	0,51		5,46	±	1,13	a	7,67	±	0,69	
GXE																																
*																																

Legenda:

Yield15 – Produtividade (t/ha); Fi -50% F.feminina (dias); Mi -50% F.masculina (dias); H1E -Altura à primeira espiga (cm); H -Altura da planta (cm); U – Uniformidade ; N -Ângulo da folha; T -Ramificação da bandeira; E -Inserção da espiga; R – Acama (%); S - Plantas partidas (%); StandPlotha -Plantas/ha; NEha -Espigas/ha; Prol -Prolifricidade; 4CW/EW -Relação carolo/espiga; L -Comprimento da espiga (cm); DE1 -Diâmetro da espiga DE1 (cm); R1_B -Carreiras de grão; EW15 -Peso da espiga (g); KW15 -Peso do grão (g); CW15 -Peso do carolo (g); KD -Profundidade do grão (cm); SW15 -Peso de 1000 grãos (g); DC1 -Diâmetro do carolo (cm). G - genótipo; E-local; G x E-interação sd- p<0,05; nsd- p> 0,05.

Quadro 10 - Análise descritiva e diferenças significativas entre os genótipos, locais de ensaio/ano e interação genótipo x ambiente, para as características avaliadas – cont.

	E				R				S				Stdplot/ha				NEha				Prol				4CWEW			
	Mean	±	Std. Dev.	sd.	Mean	±	Std. Dev.	sd.	Mean	±	Std. Dev.	sd.	Mean	±	Std. Dev.	sd.	Mean	±	Std. Dev.	sd.	Mean	±	Std. Dev.	sd.	Mean	±	Std. Dev.	sd.
G																												
1	4,00	±	0,82	ab	0,00	±	0,00	a	0,02	±	0,02	a	42809,52	±	7029,53	cd	40401,79	±	11370,63	abc	0,97	±	0,31	ab	0,19	±	0,02	ab
2	4,50	±	1,00	abc	0,00	±	0,01	a	0,03	±	0,02	a	46684,52	±	7561,62	d	46726,19	±	12876,68	bc	1,00	±	0,21	ab	0,19	±	0,02	ab
3	4,00	±	0,00	ab	0,01	±	0,02	a	0,04	±	0,04	a	44285,71	±	11420,38	cd	42931,55	±	11056,14	abc	1,00	±	0,20	ab	0,18	±	0,01	ab
5	5,80	±	0,45	c	0,01	±	0,03	a	0,13	±	0,08	a	38257,58	±	14222,40	abcd	35037,88	±	15168,85	ab	0,94	±	0,27	a	0,14	±	0,05	ab
6		±			0,01	±	0,03	a	0,12	±	0,10	a	42291,67	±	9925,94	bcd	51666,67	±	14141,37	c	1,25	±	0,33	bc	0,13	±	0,01	a
8	4,33	±	0,52	ab	0,00	±	0,00	a	0,10	±	0,10	a	34114,58	±	17311,88	abcd	36805,56	±	20190,53	ab	1,08	±	0,25	abc	0,19	±	0,01	ab
9	4,25	±	0,50	ab	0,10	±	0,21	a	0,34	±	0,28	bc	40178,57	±	6584,16	bcd	40773,81	±	6461,37	abc	1,02	±	0,13	abc	0,17	±	0,03	ab
10		±			0,00	±	0,01	a	0,11	±	0,20	a	39781,25	±	21790,39	bcd	34027,78	±	17076,42	ab	0,91	±	0,17	a	0,18	±	0,02	ab
11	5,17	±	0,75	bc	0,02	±	0,04	a	0,10	±	0,04	a	36805,56	±	12118,01	abcd	33940,97	±	13350,62	ab	0,91	±	0,14	a	0,26	±	0,12	b
10 x 11	4,00	±	0,82	abc	0,01	±	0,01	a	0,05	±	0,05	a	29027,78	±	12738,00	ab	32291,67	±	15338,39	a	1,04	±	0,29	abc	0,25	±	0,14	ab
10 x 5	4,50	±	0,58	abc	0,02	±	0,03	a	0,08	±	0,15	a	31108,97	±	13942,37	abc	32051,28	±	14055,45	a	1,06	±	0,23	abc	0,17	±	0,03	ab
10 x 6	4,40	±	0,55	abc	0,02	±	0,04	a	0,08	±	0,06	a	31201,92	±	12039,35	abc	39383,01	±	13864,24	abc	1,30	±	0,41	c	0,18	±	0,08	ab
10 x 8	3,40	±	0,55	a	0,01	±	0,02	a	0,04	±	0,08	a	25611,61	±	13654,37	a	31250,00	±	12350,54	a	1,09	±	0,23	abc	0,19	±	0,02	ab
10 x 9	3,67	±	0,58	a	0,01	±	0,02	a	0,13	±	0,09	a	29447,92	±	13844,58	ab	32508,68	±	12175,11	a	1,16	±	0,26	abc	0,19	±	0,03	ab
7 x 1	4,83	±	0,72	abc	0,11	±	0,13	a	0,15	±	0,10	ab	34846,45	±	10329,91	abcd	30729,17	±	12240,67	a	0,88	±	0,28	a	0,20	±	0,08	ab
E																												
CoimbraBIO2012		±			0,00	±	0,01	a	0,15	±	0,17		20079,02	±	9245,54	a	22665,23	±	11820,10	a	1,12	±	0,26	c	0,20	±	0,06	ab
CoimbraBIO2013	4,32	±	0,87		0,08	±	0,16	b	0,19	±	0,19		25000,00	±	11361,70	a	18888,89	±	8531,82	a	0,72	±	0,21	a	0,21	±	0,08	b
HungriaBIO2013		±			0,08	±	0,11	b	0,06	±	0,06		37458,56	±	14069,65	b	36140,05	±	11433,93	b	0,99	±	0,35	b	0,21	±	0,10	b
MontemorCONV2012		±			0,01	±	0,03	a	0,08	±	0,06		48390,15	±	3774,61	c	49494,95	±	6469,25	d	1,02	±	0,10	bc	0,16	±	0,03	a
MontemorCONV2013	4,69	±	0,75		0,01	±	0,04	a	0,11	±	0,12		35500,00	±	10324,51	b	41102,43	±	8749,47	c	1,14	±	0,21	c	0,18	±	0,03	ab
GXE																												
*																												

Legenda:

Yield15 – Produtividade (t/ha); Fi -50% F.feminina (dias); Mi -50% F.masculina (dias); H1E -Altura à primeira espiga (cm); H -Altura da planta (cm); U – Uniformidade ; N -Ângulo da folha; T -Ramificação da bandeira; E -Inserção da espiga; R – Acama (%); S -Plantas partidas (%); StandPlotha -Plantas/ha; NEha -Espigas/ha; Prol -Prolifidade; 4CW/EW -Relação carolo/espiga; L -Comprimento da espiga (cm); DE1 -Diâmetro da espiga DE1 (cm); R1_B -Carreiras de grão; EW15 -Peso da espiga (g); KW15 -Peso do grão (g); CW15 -Peso do carolo (g); KD -Profundidade do grão (cm); SW15 -Peso de 1000 grãos (g); DC1 -Diâmetro do carolo (cm). G - genótipo; E-local; G x E-interação sd- p<0,05; nsd- p> 0,05.

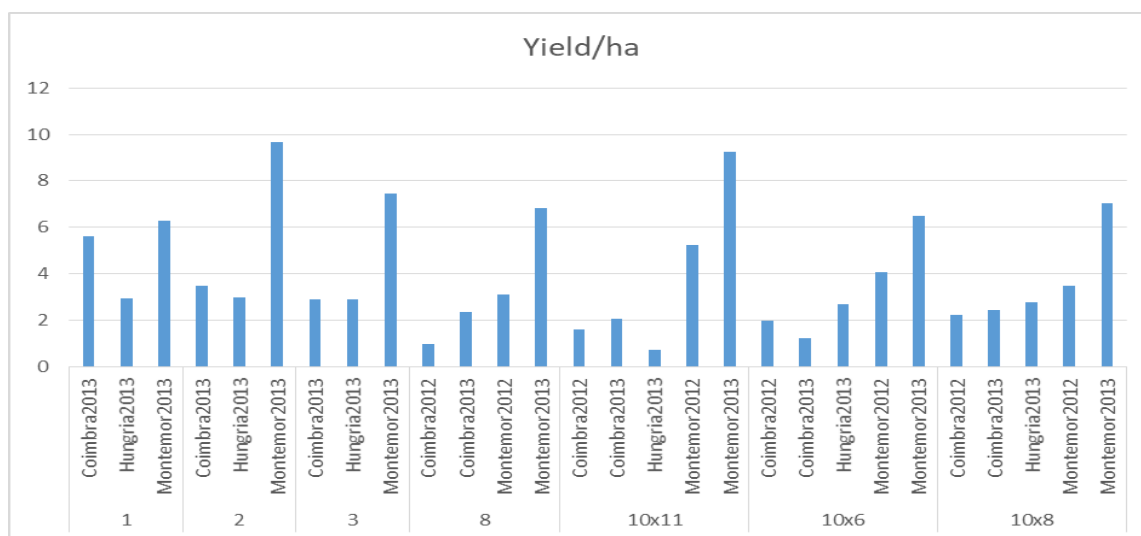
Quadro 10 - Análise descritiva e diferenças significativas entre os genótipos, locais de ensaio/ano e interação genótipo x ambiente, para as características avaliadas – cont.

	L			DE1			R1b			EW15			KW15			CW15			KD			SW15			DC1											
	Mean	±	Std. Dev.	sd.	Mean	±	Std. Dev.	sd.	Mean	±	Std. Dev.	sd.	Mean	±	Std. Dev.	sd.	Mean	±	Std. Dev.	sd.	Mean	±	Std. Dev.	sd.	Mean	±	Std. Dev.	sd.								
G																																				
1	16,26	±	4,43	B	4,31	±	0,28	a	16,00	±	0,00	ab	185,83	±	61,09	ab	151,18	±	50,47	ab	34,65	±	10,65	bcd	0,90	±	0,11	ab	221,67	±	40,22	ab	2,51	±	0,06	ab
2	18,49	±	2,05	Bcd	4,38	±	0,15	ab	14,67	±	1,15	ab	196,68	±	37,67	ab	165,73	±	36,98	ab	30,95	±	1,13	abc	1,02	±	0,08	ab	297,67	±	12,66	c	2,34	±	0,03	a
3	17,91	±	0,43	Bcd	4,52	±	0,08	ab	16,67	±	1,15	ab	198,54	±	10,20	ab	165,47	±	9,31	ab	33,10	±	0,96	bc	0,98	±	0,02	ab	291,67	±	13,01	c	2,56	±	0,08	ab
10	17,37	±	0,70	bc	4,67	±	0,17	ab	16,99	±	1,46	ab	137,96	±	71,19	ab	153,59	±	28,45	ab	32,86	±	2,86	bc	1,03	±	0,10	ab	294,96	±	41,43	c	2,77	±	0,23	abcd
10 x 11	18,77	±	0,75	cd	5,23	±	0,33	b	17,73	±	0,60	ab	212,14	±	53,30	ab	167,67	±	50,77	ab	44,47	±	5,37	d	0,99	±	0,09	ab	285,40	±	38,12	c	3,53	±	0,43	d
10 x 5	17,94	±	1,83	bcd	4,93	±	0,52	ab	17,05	±	0,87	ab	180,83	±	40,47	ab	151,12	±	33,77	ab	29,71	±	7,27	ab	0,97	±	0,12	ab	281,09	±	68,61	bc	3,22	±	0,51	bcd
10 x 6	18,94	±	0,51	cd	4,46	±	0,24	ab	12,78	±	0,92	a	172,41	±	19,33	ab	146,57	±	18,47	ab	25,82	±	2,72	ab	1,07	±	0,11	b	333,49	±	30,69	c	2,59	±	0,42	abc
10 x 8	20,05	±	0,83	d	4,99	±	0,35	ab	17,25	±	1,59	ab	236,93	±	38,76	b	195,35	±	34,56	b	41,57	±	4,50	cd	1,08	±	0,08	b	300,11	±	27,32	c	3,14	±	0,50	abcd
10 x 9	19,82	±	0,84	d	5,05	±	0,25	ab	16,38	±	1,73	ab	203,83	±	36,59	ab	162,85	±	33,56	ab	40,97	±	8,45	cd	0,93	±	0,09	ab	281,99	±	64,84	bc	3,44	±	0,44	cd
7 x 1	13,35	±	0,91	a	4,32	±	0,31	a	20,33	±	2,43	b	108,01	±	9,15	a	86,82	±	7,65	a	21,03	±	3,72	a	0,81	±	0,10	a	193,75	±	23,01	a	2,68	±	0,30	abc
E																																				
CoimbraBIO2012	18,53	±	1,39		5,13	±	0,41		16,47	±	2,18		181,23	±	44,91		146,63	±	41,22		34,60	±	7,23		1,07	±	0,09		277,28	±	47,54		3,52	±	0,38	
HungriaBIO2013	16,18	±	2,98		4,47	±	0,31		18,10	±	2,85		154,83	±	60,83		133,62	±	47,22		29,22	±	9,96		0,90	±	0,12		251,53	±	64,15		2,68	±	0,30	
GXE																																				

Legenda:

Yield15 – Produtividade (t/ha); Fi -50% F.feminina (dias); Mi -50% F.masculina (dias); H1E -Altura à primeira espiga (cm); H -Altura da planta (cm); U – Uniformidade ; N -Ângulo da folha; T -Ramificação da bandeira; E -Inserção da espiga; R – Acama (%); S -Plantas partidas (%); StandPlatha -Plantas/ha; NEha -Espigas/ha; Prol -Prolificidade; 4CW/EW -Relação carolo/espiga; L -Comprimento da espiga (cm); DE1 -Diâmetro da espiga DE1 (cm); R1_B -Carreiras de grão; EW15 -Peso da espiga (g); KW15 -Peso do grão (g); CW15 -Peso do carolo (g); KD -Profundidade do grão (cm); SW15 -Peso de 1000 grãos (g); DC1 -Diâmetro do carolo (cm). G - genótipo; E-local; G x E-interação sd- p<0,05; nsd- p> 0,05.

Figura 8 – Média das produtividades dos melhores genótipos por local



Quadro 11 - Produtividade (Yield) dos 5 melhores genótipos por local

MontemorCONV2013		Montemor CONV2012		CoimbraBIO2013		CoimbraBIO2012		HungriaBIO2013	
Genótipo	Yield	Genótipo	Yield	Genótipo	Yield	Genótipo	Yield	Genótipo	Yield
2	9,66	10x11	5,22	1	5,61	10x8	2,25	2	2,99
10x11	9,24	10x5	4,72	2	3,48	10x6	1,97	1	2,95
3	7,46	10x6	4,07	3	2,91	10x9	1,82	3	2,88
10x8	7,02	10x9	3,91	10x8	2,45	5	1,64	10x8	2,78
8	6,83	5	3,52	8	2,36	10x11	1,61	10	2,69

Os dados de correlação (Quadro 12) mais significativos, com correlação moderada a forte, para a variável produtividade, foram os seguintes: H ($r= 0,615$); SW15 ($r= 0,583$); NEha ($r= 0,554$).

Hallauer (2004) e Moreira *et al.* (2008) obtiveram resultados similares nas correlações que observaram entre as características que influenciam a produtividade realçando a importância significativa do peso do grão e de 1000 grãos (KW, SW15) e do peso da espiga (EW) e da correlação com o número de grãos por carreira (R1), com o comprimento (L) e com o diâmetro da espiga (DE1).

Rafiq *et al.* (2010) verificaram, igualmente, que o peso de 1000 grãos (SW15) e o comprimento da espiga (L) estão correlacionados positivamente com a produtividade.

Szareski *et al.* (2018), concluíram que a altura da planta (H), a altura de inserção de espigas (H1E), o número de espigas (NEha) e o índice de espigas (Prol) apresentaram correlação positiva com a produtividade, corroborando os dados obtidos no presente estudo.

A correlação com a profundidade do grão (KD) encontrada neste estudo é referida pelos autores Khorasani *et al.* (2012) e Hallauer *et al.* (2003) que obtiveram igualmente uma correlação média com a produtividade.

A correlação negativa encontrada entre a produtividade e o número de carreiras (R1), diâmetro do carolo (DC) e espiga (DE) ocorreu igualmente em estudos efetuados por Lopez-Reynoso (1997), Hallauer (2004) e Moreira *et al.* (2008). Estes investigadores relacionam negativamente a produtividade com o número de plantas partidas (S) e com as plantas tombadas (R).

Os valores da heterozigocidade média (Quadro 13) foram fortemente positivos no que diz respeito à produtividade, tendo sido obtido ganhos significativos (22 a 57%) em todos os cruzamentos. Os valores mais elevados foram registados pelos cruzamentos 10 x 6 e 10 x 11 com ganhos, relativamente aos parentais, de 57% e 45%, respetivamente.

De acordo com Geiger *et al.* (2007) a produtividade do milho em modo de produção biológico em comparação com modo convencional, foi reduzida em 25%, dependendo dos locais de ensaio e, em menor percentagem, do material genético.

Os investigadores Tonk *et al.* (2011) referem que quando a interação genótipo x ambiente é significativa para a produtividade, e componentes que estão dependentes dela, a seleção de híbridos baseada apenas na produtividade poderá não ser adequada, devendo, nesse caso, ser efetuada uma análise conjunta com outras características. Ritchie *et al.* (2003) referem que só quando as condições ambientais se apresentarem favoráveis para todos os estádios de crescimento da planta serão atingidos os maiores valores de produtividade.

4.2. FLORAÇÃO INICIAL FEMININA (FI) E FLORAÇÃO INICIAL MASCULINA (MI)

Nas florações iniciais femininas e masculinas verificaram-se diferenças significativas entre genótipos, locais e na interação genótipo x ambiente (Quadro 10).

Nas florações iniciais femininas a média geral de todo o ensaio foi de 65,68 dias. O local CoimbraBIO2012 apresentou, em média, as florações femininas mais precoces (60 dias) e o local HungriaBIO2013 as mais tardias (70 dias). O genótipo 9 apresentou, em média, as florações mais precoces, com 57 dias, e no genótipo 2 observaram-se as florações médias mais tardias (69 dias).

As florações mais precoces foram obtidas pelos cruzamentos 10 x 8, 10 x 9 e 9, em CoimbraBIO2012, com 55 dias. O valor mais elevado foi registado pelos genótipos 3, 10 e 10 x 5 com 74 dias na HungriaBIO2013.

Na descrição dos resultados das florações iniciais masculinas (Mi), a média geral de todos os ensaios foi de 61,97 dias. Os locais onde se observaram, em média, a floração masculina mais precoce e a floração masculina mais tardia foram CoimbraBIO2012 (59 dias) e HungriaBIO2013 (65 dias), respetivamente. Os genótipos 9 e 2 foram, em média, o mais precoce (56 dias) e o mais tardio (66 dias), respetivamente.

A floração inicial masculina mais precoce foi registada em CoimbraBIO2013 com 54 dias pelo genótipo 9 e a floração mais tardia foi observada na HungriaBIO2013 com 68 dias, nos genótipos 10, 10 x 8, 10 x 5 e 7 x 1.

No Quadro 16 verificamos que a forte correlação observada entre as florações femininas e masculinas ($r=0,890$) está em linha com os estudos desenvolvidos por Xie *et al.* (2010) que revelaram que a floração masculina teve uma correlação positiva com a floração feminina ($r=0,890$).

Do estudo da heterozigocidade (Quadro 13) para Fi e Mi, é possível constatar que, apesar de haver um pequeno decréscimo da heterozigocidade na produtividade, na sua maioria os cruzamentos apresentaram uma redução nos valores de Fi e Mi que se situaram entre -1 e -4%, podendo ser uma forma de se aumentar a precocidade. O cruzamento 7 x 1 foi o único em que se registou um aumento do ciclo de produção tendo obtido o valor negativo mais expressivo deste ensaio, no que respeita à produtividade. Somente foi registado pelo cruzamento 10 x 11 um aumento de 4% para a floração inicial masculina.

Os estudos desenvolvidos por Witcombe *et al.* (2003), realçando a importância das variedades de ciclo curto, identificaram, junto da comunidade, a preferência dos agricultores por variedades mais precoces. Utilizando as técnicas de melhoramento participativo conseguiram uma redução do ciclo de produção obtendo, assim, maior eficácia e celeridade do que através da utilização de técnicas de melhoramento convencional.

As diferenças significativas encontradas para os locais e para a interação genótipo x ambiente indicam a presença de uma influência ambiental. Segundo Carena (2013) as florações podem ser controladas geneticamente, com o intuito de serem mais facilmente geridas pelos melhoradores. O mesmo autor refere que a U.S. Science Foundation (NSF) e o U.S. Department of Agriculture (USDA) dos Estados Unidos gastaram milhões de dólares em investigação na identificação de características simples, investigando as florações entre outras características simples das plantas.

4.3. ALTURA TOTAL E ALTURA À PRIMEIRA ESPIGA (H E H1E)

Na análise à altura da planta e à altura à primeira espiga identificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre genótipos e locais. Na interação genótipo x ambiente não se verificaram diferenças estatisticamente significativas (Quadro 10).

A altura à primeira espiga apresentou como média geral do ensaio 100,77 cm. O local CoimbraBIO2013 apresentou as alturas médias mais baixas (92,45 cm) e MontemorCONV2013 as médias mais elevadas (109,74 cm). O genótipo 10 teve, em média, menor altura da espiga (83,81 cm) e o genótipo 5 obteve o maior valor médio (126,67 cm).

O valor máximo foi obtido pelo genótipo 11 em MontemorCONV2013 (151,8 cm) e a altura mais baixa foi registada em CoimbraBIO2012 (60,4 cm) pelo genótipo 9.

A média das alturas das plantas do ensaio foi de 186,16 cm. O local HungriaBIO2013 registou, em média, as plantas com menores alturas (163,31 cm) e MontemorCONV2012, em média, as mais altas (213,30 cm). O genótipo com a menor média foi o cruzamento 7 x 1 (158,22 cm) e o genótipo 2 apresentou a altura média mais alta (222,31 cm).

A maior altura registada em todos os ensaios foi obtida pelo cruzamento 10 x 8 em MontemorCONV2012 (265,8 cm) e os genótipos em que se verificou a menor altura da planta foram o genótipo 9 em CoimbraBIO2012 (118,4 cm) e o cruzamento 7 x 1 (118 cm) no local HungriaBIO2013. A correlação forte (Quadro 16) observada entre H e H1E ($r=0,749$) é reforçada por Ghimire e Timsina (2017) que demonstraram, nos seus estudos, que houve correlação significativa entre a altura de planta e a altura da espiga tendo observado o valor de $r = 0,96$.

Na análise da altura da planta (H) verificou-se, em geral, um aumento de heterozigocidade (7% a 13%). Relativamente à variável H1E, altura à primeira espiga, todos os cruzamentos obtiveram heterozigocidade positiva (10 % a 17%) (Quadro 13).

As características altura de planta e da espiga são muito importantes não só para descrever novas variedades de milho (*Zea mays* L.) mas também para a produtividade sendo que os resultados obtidos por Zsubori *et al.* (2019), suportam s resultados do presente estudo, realçando que a altura da espiga também está correlacionada com a altura da planta dependendo da variedade ou do ambiente. Vários fatores ambientais e agronômicos (por exemplo, densidade de plantas, fertilização, pragas e doenças) influenciam a expressão dessas características que é controlada por muitos genes e pelas interações entre esses genes. A heritabilidade dessas características é alta e mostra significativa variabilidade genotípica e heterozigocidade positiva, conforme relatado.. Os investigadores Sawazaki e Paterniani (2004), Kapes *et al.* (2011), Nardino *et al.* (2016) e Rodrigues *et al.* (2014), referenciados por Szareski *et al.* (2018) referem que a altura da espiga é de extrema importância para a estabilidade e equilíbrio da planta e que pode ser influenciada pela competição intraespecífica do número de plantas por área, por níveis elevados de azoto e de potássio e pelas características do germoplasma usado.

Quanto às características altura da planta e altura da espiga/inserção da espiga não foram identificadas diferenças significativas na interação genótipo x ambiente, demonstrando-se, assim, uma possível influência genética na sua expressão. Hallauer *et al.* (2001) referem que a forma mais rápida de se alterar a altura da planta/inserção da espiga é através do cruzamento entre populações com baixo porte com uma população de alto porte e, posteriormente, efetuar a seleção, o que determinará o aumento da variabilidade para esta característica e a facilitação do melhoramento genético.

4.4. UNIFORMIDADE (U)

No que diz respeito à Uniformidade foram identificadas diferenças estatisticamente significativas apenas entre genótipos (Quadro 10).

Foram observados no presente estudo os valores extremos da escala de Uniformidade tendo-se verificado que o valor mínimo (1), foi registado no local de ensaio HungriaBIO2013, pelo cruzamento 7 x 1, e o valor mais elevado foi registado em CoimbraBIO2013 pelos genótipos 1, 11 e 8 tendo obtido a classificação de 5. O local CoimbraBIO2012 registou a menor média (2,92) e MontemorCONV2013 a maior média (3,48). O cruzamento 7 x 1 apresentou, em média, o valor de uniformidade mais baixo (2,68) e o genótipo 8 apresentou o valor médio mais elevado (3,83).

Na análise da heterozigocidade (Quadro 13) foram registados ganhos nos cruzamentos 10 x 6, 10 x 11 e 10 x 9, tendo os ganhos sido contabilizados em 106%, 8% e 4%, respetivamente. Os cruzamentos 10 x 5 e 10 x 8 apresentaram heterozigocidade negativa, -10% e -1%, respetivamente.

No presente relatório não foram identificadas diferenças significativas na interação genótipo x ambiente. Makumburage e Stapleton (2011) referem que a uniformidade, uma das principais características selecionadas em programas de melhoramento, apresenta, maioritariamente, influência genética e está relacionada com a competição entre plantas, demonstrando capacidade de poder ser aumentada a sua variabilidade genética em ambientes de maior stress abiótico.

4.5. ÂNGULO DA FOLHA (N)

Na análise da escala do ângulo da folha foram registadas diferenças estatisticamente significativas entre genótipos, locais e interação genótipo x ambiente (Quadro 10).

CoimbraBIO2013 apresentou, em média, o valor mais baixo (5,29) e HungriaBIO2013 apresentou o valor médio mais elevado (7,17). O genótipo 8 apresentou, em média, o menor valor (4,33) e o genótipo 10 o valor médio mais elevado (7,19).

O valor máximo de 8 foi observado no local HungriaBIO2013 pelo cruzamento 7 x 1 e pelos genótipos húngaros 2 e 3 e o valor mínimo de 3 foi identificado em MontemorCONV2013 no genótipo 8.

Dos 5 dos cruzamentos efetuados 4 apresentaram heterozigocidade positiva tendo sido o cruzamento 10 x 6 que alcançou o valor mais elevado (78%). O cruzamento 10 x 11 foi o que atingiu o nível de heterozigocidade negativa mais elevado com -11% significando que a heterozigocidade permitiu uma diminuição do ângulo da folha (Quadro 13).

Os valores superiores a 5 (ângulo da folha superior a 45°), são explicados por Moreira (2005) considerando que estes valores indicam uma adaptação das plantas a sistemas policulturais e de baixas densidades. Segundo Duvick *et al.*, (2010) a característica ângulo da folha foi sendo melhorada devido aos agricultores preferirem híbridos que obtivessem maior rendimento em alta densidade. Uma consequência deste processo foi a selecção, pelos melhoradores, de híbridos mais tolerantes à competição por recursos entre plantas, ao fortalecimento do sistema radicular, e ao aumento do ângulo das folhas, permitindo, assim,

uma maior penetração de luz e obtendo um maior índice de área foliar em densidades de plantas mais elevadas.

4.6. RAMIFICAÇÃO DA BANDEIRA (T)

Na análise à ramificação da bandeira observaram-se diferenças estatisticamente significativas apenas entre genótipos (Quadro 10).

O local CoimbraBIO2013 obteve a média mais baixa (7,13) e MontemorCONV2013 a média mais alta (7,67). O genótipo 8 obteve, em média, o menor valor (6,17) e o genótipo 5 o maior valor médio (8,20).

O valor mais elevado (9) foi registado nos cruzamentos 10 x 11 (CoimbraBIO2013) e 10 x 5 (MontemorCONV2013), e pelos genótipos 11 (CoimbraBIO2013) e 5 (MontemorCONV2013). O valor mais baixo (5) foi observado no cruzamento 7 x 1 (HungriaBIO2013).

Todos os cruzamentos apresentaram heterozigocidade positiva na ramificação da bandeira tendo o cruzamento 10 x 6 apresentado um ganho de 106%. Os restantes cruzamentos apresentaram heterozigocidade positiva na ordem dos 0 aos 13 % (Quadro 13).

Os resultados do estudo da heterozigocidade indicam o sucesso da escolha dos parentais.

A correlação entre a ramificação da bandeira e a produtividade foi de $r=0,081$ (Quadro 16). Estes resultados são explicados e comprovados pelos investigadores Upadyayula *et al.*, (2006), quando referem que as plantas com baixa produtividade produzem maiores bandeiras direcionando um maior esforço fotossintético. Os melhoradores selecionaram as bandeiras menos ramificadas, devido a esta característica ter correlação negativa com a produtividade. Em programas de melhoramento de híbridos, o parental masculino ideal deve ter grandes bandeiras para que possam produzir grande quantidade de pólen, enquanto o parental feminino deve direcionar mais esforço na formação de sedas/espiga do que para a bandeira.

Os autores Dari *et al.* (2017), recomendam a seleção de bandeiras mais pequenas e mais leves no sentido de melhorar a produtividade sem se comprometer o tamanho das bandeiras para garantir disponibilidade suficiente de pólen. Hallauer (1994) e Moreira *et al.* (2008) relatam que o aumento da ramificação da bandeira está proximamente relacionado com espigas mais fasciadas.

Os resultados ANOVA não mostram diferenças significativas na interação genótipo x ambiente sendo referido pelos investigadores Xu *et al.* (2017) que a característica ramificação da bandeira sofreu profundas alterações morfológicas desde o início da domesticação e melhoramento do milho. Embora vários genes que afetam o desenvolvimento da inflorescência do milho tenham já sido identificados, a base genética da mudança na característica ramificação ainda não é bem compreendida. Os resultados da investigação dos mesmos autores sugerem, fortemente, que os genes que controlam o período de floração podem desempenhar um papel importante na modulação da variação da inflorescência, controlando o período de conversão entre os meristemas durante o seu desenvolvimento.

4.7. INSERÇÃO DA PRIMEIRA ESPIGA (E)

Na análise à escala de altura de inserção da primeira espiga registaram-se diferenças estatisticamente significativas apenas entre genótipos (Quadro 10).

A média geral do ensaio foi de 4,54. No local CoimbraBIO2013 obteve-se a média mais baixa com 4,32 e MontemorCONV2013 a média mais alta (4,69). No cruzamento 10 x 8 obteve-se o valor médio mais baixo (3,4) e o genótipo 5 obteve o valor médio mais elevado (5,8).

O valor mais elevado de inserção da espiga na planta ocorreu nos genótipos 11 e 5 (CoimbraBIO2013 e MontemorCONV2013) e no cruzamento 7 x 1 em MontemorCONV2013. O valor mais baixo de inserção da espiga foi de 3 e foi observado nos cruzamentos 10 x 8 (CoimbraBIO2013 e MontemorCONV2013), 10 x 9 (MontemorCONV2013), 7 x 1 (CoimbraBIO2013) e nos genótipos 1 e 2 em CoimbraBIO2013.

Foi observada uma heterozigocidade positiva em todos os cruzamentos (Quadro 13). Verificou-se neste estudo que, em geral, a média dos valores da inserção da espiga está próxima do valor médio da escala o que demonstra estar bem adaptada ao modo de colheita manual da espiga pelos agricultores.

Os resultados obtidos são confirmados e explicados pelos investigadores Zsubori *et al.* (2015), que realçam a altura da espiga principal como uma característica muito importante no melhoramento. Se a posição da espiga for muito alta, o peso da espiga pode influenciar a acama e a quebra da planta. Apesar de uma posição inferior da espiga poder ser desfavorável para a produtividade, contudo facilita a colheita manual e mecânica, e protege a planta do

peso excessivo. Os autores referem, a este propósito, que após a realização de vários ensaios, em ambas as direções, a experiência prática demonstrou que a altura ideal está em algum ponto intermédio, nem muito alto nem muito baixo, o que está de acordo com os resultados obtidos no presente relatório. No que se refere à análise ANOVA, foram registadas diferenças significativas apenas ao nível dos genótipos, tendo sido observada influência genética na sua expressão tal como foi verificado relativamente à altura da espiga.

4.8. ACAMA (R) E PLANTAS PARTIDAS (S)

Na análise às plantas tombadas (R) verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre genótipos e locais e na interação genótipo x ambiente. (Quadro 10).

A média geral dos ensaios foi de 4% de plantas tombadas. O local CoimbraBIO2012 apresentou, em média, uma percentagem de plantas tombadas próxima de 0% e CoimbraBIO2013 e HungriaBIO2013 foram os locais com maior percentagem média de plantas tombadas (8 %). Os genótipos 1 e 8 não apresentaram, em média, plantas tombadas e o genótipo com maior média de plantas tombadas foi o cruzamento 7 x 1 (11%).

O valor mais elevado foi registado em CoimbraBIO2013, no genótipo 9, com 60%, no entanto a maioria dos genótipos apresentaram ausência de plantas tombadas em todos os locais, indicando uma resistência significativa na adaptação ao ambiente.

Ao nível da heterozigocidade observou-se a diminuição de plantas tombadas nos cruzamentos 10 x 11 (-25%) e 10 x 9 (-81%), tendo os restantes cruzamentos apresentado heterozigocidade positiva (Quadro 13).

O facto de os genótipos terem apresentado ausência de plantas tombadas em diferentes repetições, modos de produção e locais diferentes e a expressão da heterozigocidade encontrada é explicada por Gomes *et al.* (2010). Estes investigadores, no seu estudo, indicam que as variações apresentadas nos fenótipos e a suscetibilidade à acama apresentam evidência de herança quantitativa, existindo variabilidade genética. A resistência à acama interage significativamente com locais e a seleção deve ser baseada em médias de ensaios com repetições em diversos locais. Moreira *et al.* (2008) indicam que os resultados da acama estão relacionados com a qualidade do sistema radicular o que confere uma importante característica para seleção de germoplasma.

Na análise às plantas partidas (S) foram identificadas diferenças estatisticamente significativas entre genótipos e na interação genótipo x ambiente, não havendo registos de diferenças significativas entre locais (Quadro 10).

A média geral dos ensaios foi de 11% de plantas partidas. O local HungriaBIO2013 apresentou, em média, menor percentagem de plantas partidas com 6% e CoimbraBIO2013 apresentou a maior média de plantas partidas (19%).

Os genótipos 1 e 2 obtiveram a menor e a maior média de plantas partidas tendo sido registados os valores de 2% e 46%, respetivamente.

O valor mais elevado de plantas partidas ocorreu em CoimbraBIO2013 no genótipo 9 com todas as plantas partidas. Estes valores indicam a presença de uma condicionante específica no local, tendo-se observado que nas outras repetições os mesmos genótipos não apresentaram plantas partidas. Como valor mínimo, à exceção do genótipo 2 e do cruzamento 10 x 6, todos os restantes apresentaram ausência de plantas partidas em todos os locais.

Os ganhos, em percentagem, no presente estudo, traduzem-se por uma heterozigocidade negativa com valores que oscilaram entre -30% e -64% (Quadro 13).

Os resultados da heterozigocidade permitiram verificar que todos os cruzamentos apresentaram uma diminuição das plantas partidas, o que confere ao estudo bons resultados no melhoramento direcionado para a resistência das plantas. A percentagem de plantas partidas no nó primário da espiga, ou abaixo dele, está relacionada com a qualidade do colmo e pelo dano causado por ataque de pragas (SOLIBAM, 2014). Os autores Gomes *et al* (2010), explicam que relativamente às variações encontradas nos fenótipos, a suscetibilidade da quebra do colmo/acama apresentam uma evidência de herança quantitativa, existindo variabilidade genética por parte desta característica. A resistência à acama interage significativamente com locais e a seleção desses caracteres deve ser realizada com base em médias de ensaios com repetições em diversos locais.

4.9. STDPLOT/HA E NE/HA

Na análise ao número de plantas e ao número de espigas foram registadas diferenças estatisticamente significativas entre genótipos, locais e interação genótipo x ambiente (Quadro 10).

A média geral relativamente ao de número de plantas por ha foi de 34874. O local CoimbraBIO2012 apresentou o menor número médio com 20079 plantas/ha e MontemorCONV2012 o valor médio mais elevado com 48390 plantas por ha.

Na análise do número de espigas por ha foi obtida uma média geral de 34958 espigas por ha. O local CoimbraBIO2013 obteve, em média, 18889 espigas/ha e MontemorCONV2012 obteve a maior média tendo sido registadas 49495 espigas por ha.

Estes resultados são determinantes para que o agricultor tenha uma melhoria no rendimento económico da sua exploração, resultando numa maior produtividade com um menor número de plantas e, conseqüentemente, com menores custos. Os investigadores Cruz *et al.* (2007) referem uma densidade que otimiza a produtividade que varia entre 30 a 90 mil plantas por ha. Afirmam, ainda, que a densidade de sementeira e o espaçamento entre linhas apresentam uma grande influência sobre a produtividade, consoante as condições edafoclimáticas. O desenvolvimento de novos génotipos e de novas técnicas culturais têm sido realizados com o propósito de encontrar a densidade de sementeira ideal. Os resultados obtidos não foram homogéneos tendo variado consoante o local, o tipo de solo, a disponibilidade hídrica, as condições climáticas, os génotipos e os níveis de adubação adotados.

4.10. PROLIFICIDADE (PROL)

Foram registadas diferenças estatisticamente significativas entre génotipos, locais e interação genótipo x ambiente (Quadro 10).

O valor médio de prolificidade foi de 1 espiga por planta. CoimbraBIO2013 apresentou uma prolificidade média de 0,72 espigas e em MontemorCONV2013 foi observada a média mais elevada com 1,14 espigas por planta. O genótipo com menor prolificidade média foi o cruzamento 7 x 1 com 0,88 espigas e o cruzamento 10 x 6 obteve a maior prolificidade média com 1,3 espigas.

O valor máximo, 2 espigas por planta, foi registado pelos cruzamentos 10 x 6 e 10 x 9 na HungriaBIO2013.

Na análise da heterozigocidade verificou-se que os cruzamentos realizados deram origem, genericamente, a plantas mais prolíficas. O valor mais elevado (21%) foi registado pelos cruzamentos 10 x 6 e 10 x 9 (Quadro 13).

A escolha dos parentais, no presente estudo, foi um sucesso dado que se obtiveram, na maioria dos cruzamentos, ganhos na heterozigocidade ao nível da prolificidade. Este resultado é explicado pelos investigadores Miranda *et al.* (1978) e Doná *et al.* (2012).

Miranda *et al.* (1978) referem, na investigação realizada sobre o melhoramento genético de milho, que foi observado um aumento de 10% no índice de espigas, resultante quase exclusivamente da introdução de linhagens prolíficas.

Doná *et al.* (2012) afirmam que a intensidade de seleção praticada no primeiro ciclo esgotou a variabilidade genética no peso e na prolificidade da espiga, concluindo que as populações de milho avaliadas não apresentaram níveis adequados de variabilidade genética que permitissem o seu uso em programas de melhoramento genético para desenvolvimento de linhagens e híbridos superiores.

4.11. RELAÇÃO CAROLO/ ESPIGA (CW/EW)

Na análise à relação carolo / espiga (CW/EW) foram observadas diferenças significativas entre os locais, genótipos e na interação genótipo x ambiente (Quadro 10).

A relação média carolo / espiga foi de 0,19. CoimbraBIO2013 e HungriaBIO2013, obtiveram a média mais elevada de 0,21. O valor médio mais baixo ocorreu em MontemorCONV, no ano de 2012, com 0,16. O genótipo 11 obteve, em média, a relação mais elevada (0,26) e o genótipo 6 a relação média mais baixa (0,14).

O valor mais elevado (0,67) foi registado pelo cruzamento 7 x 1 em HungriaBIO2013. É de salientar que este cruzamento também obteve o valor mais baixo (0,08) em CoimbraBIO2013. O valor consistentemente mais baixo (0,09 a 0,12) foi registado pelo genótipo 5 em CoimbraBIO2012 e MontemorCONV2013.

Na análise da heterozigocidade para a característica relação carolo espiga, CW/EW, todos os cruzamentos apresentaram heterozigocidade positiva. O cruzamento 10 x 8 apresentou a expressão da heterozigocidade mais baixa (1%) e o cruzamento 10 x 11 a mais elevada (15%). O valor positivo da heterozigocidade representa um fator negativo porque indica que existiu um ganho de peso de carolo em vez de grão. (Quadro 13).

Os resultados do estudo indicam a necessidade de se continuar a fazer seleção para se reduzir a relação carolo/espiga. Este facto é confirmado pelos investigadores Szareski *et al.* (2018), que relatam que valores elevados na relação carolo/espiga podem caracterizar uma menor eficiência do genótipo em direcionar o uso de nutrientes para o crescimento de uma

estrutura morfológica produtiva, onde aumenta suas dimensões, ou seja, são procurados híbridos com menor relação para que os nutrientes absorvidos pela planta sejam mais eficientemente usados para aumento da produtividade.

4.12. COMPRIMENTO DA ESPIGA (L)

No comprimento da Espiga (L), a média geral foi de 16,74 cm. A média da espiga mais pequena foi obtida pelo cruzamento 7 x 1 (13,35 cm) enquanto o cruzamento 10 x 8 obteve a média maior com 20,05 cm. Foram identificadas diferenças significativas entre genótipos (Quadro 10).

O local CoimbraBIO2012 obteve, em média, o maior comprimento de espiga (18,53cm) e HungriaBIO2013 a menor média (16,18cm).

O valor mais elevado foi obtido pelo cruzamento 10 x 8 no local HungriaBIO2013 com 20,91 cm e o valor mais baixo foi obtido pelo cruzamento 7 x 1 também em HungriaBIO2013 com 11,36 cm.

Na análise das correlações observaram-se fortes correlações com o comprimento da espiga e com o peso do carolo (CW) $r=0,763$, com o peso da espiga (EW) $r=0,717$, com o peso de 1000 grãos (SW) $r=0,707$ e com o peso de grão (KW) $r=0,669$ (Quadro 13). Estes dados estão de acordo com os resultados obtidos pela investigação realizada por Malik. *et al.* (2005) que observaram que o comprimento da espiga apresentava, similarmente, uma relação positiva com o peso de grão (KW), com o peso do carolo (CW) e com o peso de 1000 grãos (SW15) e com o peso da espiga (EW), foram ainda identificadas correlações com a ramificação da bandeira (T), com a altura da planta (H) e com a produtividade (Yield).

4.13. DIÂMETRO DA ESPIGA (DE1)

Para o diâmetro da espiga medido no terço inferior (DE1) os ensaios apresentaram uma média de 4,63 cm. O menor valor médio foi obtido pelo genótipo 1 e pelo cruzamento 7 x 1 com 4,31cm e 4,32cm, respetivamente. Foram observadas diferenças significativas entre genótipos (Quadro 10).

O cruzamento 10 x 11 obteve a maior média com 5,23 cm. CoimbraBIO2012 apresentou uma média de 5,13 cm e HungriaBIO2013 uma média de 4,47 cm. O valor máximo foi obtido pelos cruzamentos 10 x 11 e 10 x 5 em CoimbraBIO2012, com 5,68 cm e

o valor mais baixo foi registado na HungriaBIO2013 pelo cruzamento 7 x 1 com o valor de 3,80 cm.

Na análise das correlações foi identificada uma forte correlação com o diâmetro da espiga e com o diâmetro do carolo (DC1) $r = 0,870$ (Quadro 12). Esta correlação foi igualmente observada por Ming, L. *et al.* (2010) que registou a forte correlação de $r = 0,840$.

4.14. NÚMERO DE CARREIRAS (R1)

Na análise ao número de carreiras de grão da espiga, contadas no terço inferior da espiga a média total dos ensaios foi de 18 carreiras. O cruzamento 10 x 6 obteve, em média, o menor número de carreiras (12,78) enquanto o cruzamento 7 x 1 obteve, em média, o maior número de carreiras (20,33). Foram identificadas diferenças significativas entre genótipos (Quadro 10).

O local CoimbraBIO2013 obteve como média 16,47 carreiras e HungriaBIO2013 obteve, em média, 18,10 carreiras.

O valor mais elevado foi registado na HungriaBIO2013, pelo cruzamento 7 x 1, com 26,20 carreiras e o menor número de carreiras foi obtido pelo cruzamento 10 x 6, em CoimbraBIO2012 e na HungriaBIO2013, com 12 carreiras de grão.

A correlação negativa ($r = -0,441$) observada no presente estudo, entre a produtividade e o número de carreiras de grão (Quadro 16), foi comprovada pelos estudos efetuados por Yusuf e Saleem (2001), e por Lopez-Reynoso (1997), que referem a possibilidade de se verificar uma influência negativa do número de carreiras sobre o comprimento e peso da espiga, e ainda sobre o peso e profundidade do grão e peso de carolo.

4.15. PESO DA ESPIGA (EW)

Na observação dos resultados do peso da espiga, a média do peso de todas as espigas do ensaio foi de 161,14 g. O cruzamento 10 x 8 obteve, em média, a espiga com maior peso (236,93 g) e o cruzamento 7 x 1 obteve, em média, a espiga com menor peso 108,01 g. Observaram-se diferenças significativas entre genótipos (Quadro 10).

O local CoimbraBIO2012 obteve a maior média com 181,23 g e a HungriaBIO2013 a menor média com 154,83 g.

O valor mais elevado foi obtido na HungriaBIO2013, pelo cruzamento 10 x 8, com 279,55 g e o valor mais baixo pelo genótipo 10, na HungriaBIO2013, com 48,15 g.

Foram observadas fortes correlações entre o peso da espiga e o peso dos grãos ($r=0,992$) e entre o peso da espiga e o peso do carolo ($r=0,739$) (Quadro 12). Kinaci e Kinaci (2001), encontraram resultados muito semelhantes considerando que a seleção para melhor peso da espiga pode ser usada para se obter um melhor peso de grão e uma melhor produtividade. Referem ainda que a seleção baseada no peso da espiga é bastante fácil e pode ser realizada num curto período de tempo.

4.16. PESO DO CAROLO (CW)

Na observação dos resultados o valor médio de todos os carolos do ensaio foi de 30,51 g. O cruzamento 7 x 1 obteve o carolo com menor peso médio (21,03 g) e o cruzamento 10 x 11 obteve o carolo com maior média de peso (44,47 g). Foram observadas diferenças estatisticamente significativas (Quadro 10). O local CoimbraBIO2013 obteve a maior média com 34,6 g e HungriaBIO2013 a menor média com 29,22 g.

O valor mais elevado foi obtido na HungriaBIO2013, pelo cruzamento 10 x 9, com 57,22 g e o valor mais baixo observado foi no cruzamento 7 x 1, na HungriaBIO2013, com apenas 12,96 g.

Observou-se uma forte correlação com o comprimento da espiga (L) $r=0,763$, com o peso da espiga (EW15) $r = 0,739$ e moderada com o peso do grão (KW15) $r=0,649$ (Quadro 12).

A correlação entre o peso do grão e o peso do carolo é abordada pelos autores Nemati *et al.* (2009), no seu artigo sobre investigação das correlações entre características fenotípicas de milho e características da espiga, tendo obtido o valor de $r= 0,79$. A correlação entre o peso do carolo e o comprimento da espiga (L) foi igualmente observada por Malik *et al.* (2005).

4.17. PESO DO GRÃO (KW)

Relativamente ao peso do grão de uma espiga, obtido indiretamente pela diferença entre o EW e o CW, o cruzamento 10 x 8 obteve o maior valor médio com 195,35 g e a média mais baixa foi obtida pelo cruzamento 7 x 1 com 86,82 g. Registaram-se diferenças estatisticamente significativas entre genótipos (Quadro 10).

CoimbraBIO2012 apresentou o maior valor médio com 146,63 g e HungriaBIO2013 o valor médio mais baixo 125,54 g. A média geral dos ensaios foi de 130,59 g.

O peso mais elevado dos ensaios foi registado no local HungriaBIO2013, pelo cruzamento 10 x 8, com 232,66 g e os valores mais baixos foram observados nos locais HungriaBIO2013, com 15,18 g, e CoimbraBIO2012 com 68,04 g pelo cruzamento 10 x 11.

Observaram-se fortes correlações entre o peso do grão e o peso da espiga ($r=0,992$), e moderada entre o peso do grão e o comprimento da espiga ($r=0,669$) e entre o peso do grão e o peso de 1000 grãos ($r=0,545$) (Quadro 16). Estes resultados são igualmente verificados pelos estudos realizados por Kinaci e Kinaci (2001) e Malik *et al.* (2005).

4.18. PROFUNDIDADE DO GRÃO (KD)

Ao nível da profundidade do grão, medido desde o local de inserção no ráquis até à extremidade oposta (KD), a média geral dos ensaios foi de 0,94 cm. O genótipo com menor média de profundidade do grão foi o cruzamento 7 x 1 com 0,81 cm e o cruzamento 10 x 8 obteve a maior média de profundidade do grão com 1,08 cm. Observaram-se diferenças significativas entre genótipos (Quadro 10).

CoimbraBIO2013 registou a maior média (1,07 cm) e HungriaBIO2013 a menor média (0,9 cm). O valor mais elevado foi observado no cruzamento 10 x 8, com 1,21 cm, em CoimbraBIO2012 e o valor mais baixo foi obtido pelo cruzamento 7 x 1, na HungriaBIO2013 com 0,51 cm.

A correlação entre a profundidade do grão (KD) e a produtividade foi de $r=0,407$ (Quadro 16). Dados semelhantes foram observados por Khorasani; Mostafavi; Heidarian (2012) ($r=0,64$) e por Hallauer (2004) ($r=0,51$).

4.19. PESO DE 1000 GRÃOS (SW)

Para a variável peso de 1000 grãos a média geral dos ensaios foi de 257,70 g. O cruzamento 7 x 1 apresentou, em média, o menor peso (193,75 g) e o cruzamento 10 x 6 apresentou a média mais elevada (333,49 g). Foram identificadas diferenças significativas entre genótipos (Quadro 10).

CoimbraBIO2012 apresentou maior média (277,51 g) comparativamente com HungriaBIO2013 (251,53 g). O valor mais elevado foi observado no cruzamento 10 x 9 com

399 g, no local HungriaBIO2013, e o menor valor (164,9 g) foi registado, no local HungriaBIO2013, pelo cruzamento 7 x 1.

Foi observada uma forte correlação (Quadro 12) entre o peso de 1000 grãos e o comprimento da espiga ($r = 0,707$). Os autores Malik *et al.* (2005) obtiveram resultados similares.

A correlação observada entre o peso de 1000 grãos e a produtividade foi de $r = 0,583$, valor similar ao registado por Hallauer (2004) e Moreira *et al.* (2008).

Rafiq *et al.* (2010) verificaram, igualmente, que o peso de 1000 grãos (SW15), está correlacionado com o comprimento da espiga (L) e com a produtividade (Yield).

4.20. DIÂMETRO DO CAROLO (DC1)

Nas medições do diâmetro maior do carolo, medido no terço inferior e equivalente à posição da medição DE1, a média geral dos ensaios foi de 2,88 cm. O cruzamento 10 x 11 obteve a maior média com 3,53 cm e o genótipo 2 a menor média com 2,36 cm. Foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre genótipos (Quadro 10).

No local CoimbraBIO2013 observou-se o maior valor médio (3,52 cm) e no local HungriaBIO2013 o menor valor médio (2,68). O valor mais elevado foi obtido pelo cruzamento 10 x 11 em CoimbraBIO2012 (4,06 cm) e o valor mais baixo foi registado na HungriaBIO2013 pelo cruzamento 7 x 1 (2,12 cm).

Foi observada uma forte correlação, $r = 0,870$, (Quadro 12) entre o diâmetro do carolo e o diâmetro da espiga. Hallauer *et al.* (2001) e Pêgo (1982) obtiveram resultados similares apontando como causa o facto de existir um carolo mais largo e por consequência originando uma espiga mais larga.

4.21. ANÁLISE GLOBAL DA HETEROZIGOCIDADE

A heterozigocidade apresentou-se mais ou menos pronunciada para a maioria dos cruzamentos observados (Quadro 13).

Na característica S observou-se heterozigocidade negativa, em todos os cruzamentos, resultando, assim, uma maior resistência da planta à quebra do colmo. Em todos os cruzamentos verificou-se um aumento da produtividade, da prolificidade, da ramificação da bandeira, da altura da planta e da espiga e uma diminuição do número de plantas e de espigas

por ha e de florações. Em menor percentagem constatou-se um aumento da uniformidade do talhão e uma diminuição da acama. A relação carolo/espiga foi a única que não apresentou heterozigocidade favorável, tendo-se observado um aumento, em relação aos parentais, em todos os cruzamentos.

Quadro 12 - Correlação de Pearson

	Yield15	Fi	Mi	H1E	H	U	N	T	E	R	S	StdPlotha	NEha	Prol	CWEW	L	DE1	R1_B	EW15	KW15	CW15	KD	SW15	DC1
Yield15		0,178	0,138	,421**	,615**	,407**	-,303**	0,081	-0,040	-,334**	-,269**	,384**	,554**	,281**	-,287**	,478**	0,086	-,441**	,477**	,475**	,340**	,407**	,583**	-0,186
Fi			,890**	0,037	-0,088	-0,040	,552**	0,074	-0,026	-0,050	-,461**	,525**	,455**	-0,078	0,034	-,237*	-,492**	,264*	-0,173	-0,171	-0,126	-,386**	-0,029	-,636**
Mi				-0,013	-0,083	-,215*	,559**	0,059	-0,153	-0,067	-,426**	,468**	,406**	-0,096	0,071	-,303*	-,493**	,300*	-0,193	-0,181	-0,202	-,359**	-0,183	-,651**
H1E					,749**	,190*	-,0156	,329**	,503**	-,214**	-,236**	,171*	,289**	,200**	-0,073	,466**	,399**	-,352**	,422**	,430**	,257*	,478**	,402**	,273*
H						,466**	-,365**	0,102	0,069	-,375**	-,329**	,224**	,365**	,207**	-0,137	,628**	,524**	-,460**	,609**	,600**	,478**	,679**	,596**	,332**
U							-,307**	-0,142	-0,143	-,455**	-,222*	-0,024	0,145	,190*	-0,033	,615**	,365**	-,425**	,539**	,497**	,612**	,319*	,617**	0,133
N								-0,043	-0,046	,201*	-,293**	0,120	0,109	0,041	0,116	-0,227	0,061	,306*	-0,192	-0,190	-0,142	-0,075	-0,143	0,125
T									,412**	0,057	0,137	0,010	0,073	0,117	-0,014	-0,066	-0,093	0,078	-0,071	-0,050	-0,168	-0,145	-0,130	0,012
E										-0,053	0,065	0,067	0,103	0,127	0,008
R											,191**	-0,069	-,228**	-,345**	,202**	-,610**	-,332**	,661**	-,453**	-,425**	-,460**	-,628**	-,533**	-0,111
S												-,264**	-,290**	-0,085	-0,028	-0,180	0,071	0,017	-0,219	-0,205	-0,226	-0,055	-,300*	0,196
StdPlotha													,784**	-,160*	-,252**	-,408**	-,547**	0,121	-,339**	-,305**	-,419**	-,249*	-0,150	-,609**
NEha														,412**	-,251**	0,008	-,381**	-0,207	0,048	0,077	-0,120	0,000	0,187	-,580**
Prol															-0,059	,564**	,291*	-,517**	,530**	,527**	,378**	,400**	,494**	0,112
CWEW																0,039	0,127	0,119	0,137	0,117	0,215	-0,086	-0,091	0,133
L																	,531**	-,635**	,717**	,669**	,763**	,619**	,707**	,323**
DE1																		-0,057	,549**	,496**	,665**	,600**	,404**	,870**
R1_B																			-,426**	-,426**	-,294*	-,523**	-,550**	0,112
EW15																				,992**	,739**	,529**	,569**	,298*
KW15																					,649**	,524**	,545**	,244*
CW15																						,398**	,527**	,503**
KD																							,594**	,269*
SW15																								0,137
DC1																								

Legenda:

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Fi -50% F.feminina (dias); Mi -50% F.masculina (dias); H1E -Altura à primeira espiga (cm); H -Altura da planta (cm); U - Uniformidade ; N - Ângulo da folha; T -Ramificação da bandeira; E -Inserção da espiga; R - Acama (%); S -Plantas partidas (%); StandPlotha -Plantas/ha; NEha -Espigas/ha; Prol -Prolificidade; 4CW/EW -Relação carolo/espiga; Yield15 - Produtividade (t/ha); L -Comprimento da espiga (cm); DE1 -Diâmetro da espiga DE1 (cm); R1_B -Carreiras de grão; EW15 -Peso da espiga (g); CW15 -Peso do carolo (g); KW15 -Peso do grão (g); KD -Profundidade do grão (cm); SW15 -Peso de 1000 grãos (g); DC1 -Diâmetro do carolo (cm).

Quadro 13 – Heterozigidade média, para as características avaliadas

Heterozigocidade	Fi	Mi	H1E	H	U	N	T	E	R	S	Prol	@4CWEW	Yieldha
10 x 11	-4%	4%	10%	9%	8%	-11%	4%	55%	-25%	-48%	14%	15%	45%
10 x 5	-2%	-2%	13%	7%	-10%	-4%	5%	55%	158%	-30%	15%	8%	29%
10 x 6	0%	-3%	16%	13%	106%	78%	130%		142%	-31%	21%	11%	57%
10 x 8	-3%	-3%	17%	13%	-1%	4%	13%	57%	366%	-64%	10%	1%	30%
10 x 9	-3%	-1%	16%	10%	4%	10%	0%	73%	-81%	-41%	21%	10%	22%

Legenda:

Fi - 50% F.feminina; Mi - 50% F.masculina; H1E - Altura à primeira espiga; H - Altura da planta; U - Uniformidade; N - Ângulo da folha; T - Ramificação da bandeira; E - Inserção da espiga; R - Acama; S - Plantas partidas (%); StandPlotha - Plantas/ha; NEha - Espigas/ha; Prol - Prolificidade; 4CW/EW - Relação carolo/espiga; Yield15 – Produtividade (t/ha).

5. CONCLUSÃO

O presente relatório permitiu a caracterização e avaliação fenotípica de genótipos, de milho, portugueses e húngaros e seus cruzamentos, em diferentes locais/anos, sob os modos de produção agrícola biológico e convencional.

Na análise ANOVA foram identificadas as diferenças significativas entre os genótipos, locais e interação genótipo x ambiente. A caracterização fenotípica do germoplasma português destacou-se do germoplasma húngaro por apresentar, em média, valores inferiores relativamente ao início das florações femininas e masculinas, maior índice de prolificidade e menor relação carolo/espiga, tendo sido observadas diferenças significativas entre genótipos, locais e interação genótipo x ambiente. Apresentaram ainda uma maior altura à primeira espiga, observando-se apenas diferenças significativas entre genótipos e entre locais. Foi observada uma maior ramificação da bandeira e uniformidade, o que indica a existência de diferenças significativas apenas ao nível dos genótipos.

Por sua vez, a fenotipagem do germoplasma húngaro apresentou, em média, maior valor de produtividade, um ângulo da folha superior e menor percentagem de plantas acamadas, tendo sido observadas diferenças significativas entre genótipos, locais e na interação genótipo x ambiente. Destacou-se igualmente por ter obtido, em média, maior altura da planta apresentando diferenças significativas entre genótipos e locais.

Da análise das diferenças significativas entre modos de produção agrícola, o modo de produção biológico distinguiu-se principalmente por ter apresentado uma menor percentagem de plantas acamadas, menor altura das plantas ter obtido valores superiores na característica N (ângulo da folha com a planta). O método de produção convencional registou, principalmente, melhores resultados ao nível da produtividade.

O êxito da avaliação e escolha dos parentais, em pré-melhoramento, foi comprovado pelos resultados de heterozigocidade que se mostrou benéfica para a maioria dos cruzamentos.

No que diz respeito à percentagem de plantas partidas (S) observou-se heterozigocidade negativa relativamente aos parentais, em todos os cruzamentos, o que indicia, uma maior resistência da planta à quebra do colmo. Em todos os casos verificou-se um aumento da produtividade, da prolificidade, da ramificação da bandeira, da altura da planta e da espiga e uma diminuição do número de dias até ao início das florações, do número de plantas e de espigas por ha. Em menor percentagem constatou-se um aumento da uniformidade do talhão e

uma diminuição da acama. A relação carolo/espiga apresentou heterozigocidade positiva, tendo-se observado um aumento, em relação aos parentais, em todos os cruzamentos.

Salientam-se os cruzamentos 10 x 6 (hun x pt) , 10 x 11 (hun x pt) e 10 x 8 (hun x pt), registaram os valores mais interessantes de produtividade por local, assim como valores interessantes nas restantes características avaliadas.

O ensaio de germoplasmas em diferentes modos de produção agrícola e em diferentes locais, conferiu a este estudo uma enorme importância, a nível nacional e internacional, na caracterização e seleção de germoplasmas tendo-se verificado que o desempenho de um genótipo pode ser superior num determinado ambiente não se mantendo essa superioridade em todos os locais em que os ensaios ocorram.

A avaliação das características fenotípicas, dos híbridos e dos parentais, analisadas neste estudo, deverão servir de base a linhas futuras de melhoramento de milho, com objetivos que deverão compreender a produção, desempenho, adaptação ao ambiente e ao modo de produção local, satisfazendo as necessidades do agricultor, do melhorador e do mercado de sementes, numa tentativa de impedir, assim, a erosão genética das variedades tradicionais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACQUAAH G. - Principles of Plant Genetics and Breeding. John Wiley & Sons, 2012. ISBN - 978-0-470-66476-6.
- ANPROMIS – **O milho**. [Consult. em 17/9/2018]. Disponível em [www: <URL:http://www.anpromis.pt/o-milho.html](http://www.anpromis.pt/o-milho.html).
- BADGLEY, C.; MOGHTADER, J.; QUINTERO, E.; ZAKEM, E.; M; CHAPPELL, J.; AVILÉS-VÁZQUEZ, K.; SAMULON A. e PERFECTO, I. - Organic agriculture and the global food supply. **Renewable Agriculture and Food Systems**. Cambridge University Press 22 (2007), p. 86–108.
- BARREIROS, L. – **Estratégia Nacional para a Promoção da Produção de Cereais**. 9º Colóquio Nacional do Milho. Póvoa do Varzim, 2018.
- BARROS, J.; CALADO, J.- **A Cultura do Milho**. 2014 [Texto de apoio para as Unidades Curriculares de Sistemas e Tecnologias Agropecuários, Tecnologia do Solo e das Culturas, Noções Básicas de Agricultura e Fundamentos de Agricultura Geral. Escola de Ciências e Tecnologia]. Acessível no Departamento de Fitotecnia. Universidade de Évora.
- BARROSO, Z. – **Curso de Análise estatística de dados com SPSS**. Coimbra. 2018.
- BRAUN, H.; RAJARAM, S. & VAN GINKEL, M.- CIMMYT's approach to breeding for wide adaptation. **Euphytica**. México. Vol. 92 (1996), p. 175-183.
- CABEZAS, L. – **Matéria orgânica de solo: agente determinante da eficiência de fertilizantes nitrogenados**. Pesquisa & Tecnologia no 2 (2011), p.2 [Consult. 17 Mar. 2017].Disponível em: http://www2.aptaaregional.sp.gov.br/images_editor/artigos/materia_organica.pdf.
- CARENA, M. – **Plant Breeding and Quantitative Genetics**. 2008 [textos de apoio a aula de Plant Breeding and Quantitative Genetics]. Acessível na Escola Superior Agrária de Coimbra.
- CARENA, M. - Plant Breeding Program - Development of cold and drought tolerant short-season maize germplasm for fuel and feed utilization. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. Vol. 13 (2013), p. 1-8.
- CECCARELLI, S. – Wide adaptation: How wide?. **Euphytica**. Vol. 40 (1989), p. 197-205.

- CECCARELLI, S.; Grando, S. – Decentralized participatory plant breeding an example of demand driven research. **Euphytica**. (2007), p. 349-360.
- CENSOS – **Censos hungria 2011** [Em linha]. [Consult.11/04/2019]. Disponível em: http://www.ksh.hu/nepszamlalas/tablak_teruleti_07.
- CIAMPITTI, I.; ELMORE, R.; LAUER, J. - **Corn Growth and Development. Based on information from How a Corn Plant Develops**. Special Report. nº 48 (1986) and Corn Growth and Development, PMR 1009, 2011. Iowa State University Extension, 2016.
- CLARK, M.; TILMAN, T. Comparative analysis of environmental impacts of agricultural production systems, agricultural input efficiency, and food choice. **Environmental Research Letters**. Vol. 12 (2017), p. 2-11.
- COOPER, D.; HODGKIN, T.; SPILLANE, C. - **Broadening the genetic base of crops**. Oxford: CABI Publishing. 2001.
- COSTA-RODRIGUES, L. - **Races of maize in Portugal**. Separata de agronomia Lusitana volume XXXI – Tomo IV, 1971.
- CRUZ, J.; PEREIRA, F; FILHO, I; OLIVEIRA, A; MAGALHÃES, P. - Resposta de cultivares de milho à variação em espaçamento e densidade. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. Vol.6, nº1 (2007) p. 60-73, [Consult. 10 Abr. 2019]. Disponível em: http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/212/pdf_230.
- DARI, S.; MACROBERT, J.; MINNAAR-ONTONG, A.; LABUSCHAGNE, M. – Effect of the few-branched-1 (Fbr1) tassel mutation on performance of maize inbred lines and hybrids evaluated under stress and optimum environments. **Maydica**. Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura. Vol. 62 (2017), p. 1-10.
- DGADR – **Modo de Produção Biológico** [Em linha]. [Consult.16/01/2018]. Disponível em <http://www.dgadr.gov.pt/sustentavel/modo-de-producao.biologico>.
- DGAV – **Cátalogo Nacional de Variedades**. Lisboa, 2018. ISSN 0871-0295.
- DIAS, N. – **A cultura do milho**. [Consult. em 26/04/2017]. Disponível em <http://www.aasm-cua.com.pt/aDefInfTec.asp?ID=14>.
- DINIS, I.; FERREIRA, E.; MOREIRA, P. – **Estudo de Mercado das sementes e produtos biológicos em Portugal**. Coimbra: Escola Superior Agrária de Coimbra. 2016.

- DIVERSIFOOD – **DIVERSIFOOD** [Em linha]. [Consult.25/05/2017]. Disponível em: www.diversifood.eu.
- DONÁ, A.; MIRANDA, G.; LIMA, R.; CHAVES, L.; GAMA, E. - Genetic Parameters and Predictive Genetic Gain in Maize with Modified Recurrent Selection Method. Chilean. **Journal of Agricultural Research**. Vol. 72, nº. 1 (2012), p. 33-39.
- DORING, T.; BOCCI, R.; HITCHINGS, R.; HOWLETT, S.; VAN BUEREN, E.; PAUTASSO, M.; RAAIJMAKERS, M.; REY, F.; STUBSGAARD, A.; WEINHAPPEL, M. - The organic seed regulations framework in Europe: current status and recommendations for future development. **Organic agriculture**. Vol. 2 (2012), p. 173-183.
- DUVICK, N.; SMITH, J.; COOPER, M. - Long-Term Selection in a Commercial Hybrid Maize Breeding. **Plant Breeding Reviews**. Vol. 24, (2010), p. 109-151.
- EUROSTAT – **EUROSTAT** [Em linha]. [Consult.15/06/2019]. Disponível em: www.ec.europa.eu/eurostat.
- FALCONER, D.; MACKAY, T. - **Introduction to quantitative genetics**. 4. Ed. London: Longman, 1960.
- FAO – **International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. 2009** [Em linha]. [Consult.1/04/2019]. Disponível em www.fao.org/plant-treaty/overview/.
- FAO – **Pre-breeding for effective use of plant genetic resources. Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2011. Course E-learning.
- FAOSTAT – **FAOSTAT** [Em linha]. [Consult.15/06/2019]. Disponível em: www.fao.org/faostat/en/#home.
- FERRÃO, J.; CAIXINHAS, M.; LIBERATO, M. – A ecologia, as plantas e a interculturalidade. In LAGES, M. e MATOS, M. **Portugal: percursos de interculturalidade**. Lisboa: Alto comissariado para a imigração e diálogo intercultural, 2008.
- FERREIRA, J. (Coord.) - **As Bases da Agricultura Biológica**. Tomo I – Produção Vegetal. 2.ª ed. Lisboa: Edições Edibio, 2012. ISBN 978-972-99697-3-7. P. 504.
- GABINETE DE PLANEAMENTO DE POLÍTICAS E ADMINISTRAÇÃO GERAL – **Estatísticas e análises** [Em linha]. [Consult.25/05/2018]. Disponível em <http://www.gpp.pt>.

- GEIGER, H.; SCHMIDT, W.; BURGER, H. - Quantitative-genetic basis of breeding maize for adaptation to organic and low-input farming. **Eucarpia Symposium** (2007).
- GHIMIRE, B.; TIMSINA, D. - Analysis of yield and yield attributing traits of maize genotypes in Chitwan, Nepal. **Journal of Food Processing & Technology**. Vol. 2 (2015), p. 7-28.
- GOMES, L.; BRANDÃO, A; BTITO, C; MORAES, D.; LOPES, M. - Resistência ao acamamento de plantas e ao quebraamento do colmo em milho tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Vol. 45. n. ° 2 (2010), p. 140-145.
- HALLAUER A.; ARNEL R.; CARENA, MARCELO J.; MIRANDA F. - Quantitative Genetics in Maize Breeding. Springer, 2001. ISBN: 1441907653.
- HALLAUER, A. - Corn Genetics and Breeding. **Enciclopedia of agricultural Science**, 1994.
- HALLAUER, A. – History, Contribution, and Future of Quantitative Genetics in Plant Breeding: Lessons from Maize. **Crop Science**, Vol.47, nº3 (2007), p.4-19. ISSN: 0011-183X.
- HALLAUER, A. – **Maize**. In FEHR W. - Principles of Cultivar Development. Macmillan: New York, 1987. ISBN 0-02-949181-9.
- HALLAUER, A. - **Specialty corns**. In SMITH, C.; BETRAN, J.; RUNGE, E. - Corn: Origin, History, Technology, and Production. John Wiley, 2004. ISBN 0-471-41184-1.
- HALLAUER, A.; ROSS, A.; LEE, M. - Long-Term Divergent Selection for Ear Length in Maize. In JANICK, J. **Plant Breeding Reviews: Part 2: Long-term Selection: Crops, Animals, and Bacteria, Volume 24**. Book Editor. 2003. ISBN: 9780471468929. p. 153-168.
- HALLIDAY, D.; TRENKEL, M. – **I fa world fertilizer use nanual**. Paris: Internation Fertilizer Industry Association, 1992. ISBN 2-9506299-0-3, p.55-59.
- Huffman, R.; Abel, C.; Pollak, L.; Goldstein, W.; Pratt, R.; Smith, M.; Montgomery, K.; Grant, L.; Edwards, J.; Scott, M. - Maize Cultivar Performance under Diverse Organic Production Systems. *Crop science*. Vol. 58, 2018.
- IFOAM – **Organics Internacional** [Em linha]. [Consult.26/01/2018]. Disponível em: <http://www.ifoam.bio>.

- INE – **Estatísticas Agrícolas** [Em linha]. [Consult.25/01/2018]. Disponível em: <http://www.ine.pt>.
- IPMA – **Boletim agrometereológico** [Consult.1/03/2019]. Disponível em: <http://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=agr&idDep=agr&idTema=&curAno=-1>.
- KHORASANI, S.; MOSTAFAVI, K.; HEIDARIAN, A. - Response of Maize (*Zea mays* L.) hybrids and inbred lines to salinity stress under field condition. **Journal of Engineering and Applied Science**. (2012), p. 28-34.
- KINACI, G. e KINACI, E. - Study on relationship between ear weight and some other ear characters in cold tolerant maize populations by path analysis method. *Anadolu university journal of science and technology*. Vol.2 (2001), p. 339-344.
- KRANZ, W.; IRMAK, S.; VAN DONK, S.; YONTS, S.; MARTIN, D. - *Irrigation Management for Corn*. **Nebraska Extension [em linha] (2008)**. [Consult. 6 Out. 2018]
Disponível em:<http://extensionpublications.unl.edu/assets/html/g1850/build/g1850.htm#target>
- LOPEZ-REYNOSO, J. - Divergent mass selection for ear length in the Iowa Long Ear Synthetic maize cultivar after twentyseven cycles of selection. **Retrospective Theses and Dissertations**. (1997). [Consult. 5 Mar. 2019].
Disponível em: <https://lib.dr.iastate.edu/rtd/12003>
- MALIK, H. *et al.* - Genetic Correlation among Various Quantitative Characters in Maize (*Zea mays* L.) Hybrids. **Journal of Agriculture & Social Sciences**. ISSN. 1813– 35/2005/01–3–262–265. (2005).
- MALOSETTI, M.; RIBAUT, J.; VAN EEUWIJK, F. - The statistical analysis of multi-environment data: modeling genotype-by-environment interaction and its genetic basis. **Front Physiol**. VOL. 4 (2013).
- MESSMER, M.; WILBOIS, KP.; BAIER, C.; SCHÄFER, F.; ARNCKEN, C.; DREXLER, D.; HILDERMANN, I. - **Plant Breeding Techniques – An assessment for organic farming**. 2ª ed. Vienna: Recherche Institute of Organic Agriculture, 2015.
- METNET – **Boletim metereológico** [Consult.1/03/2019]. Disponível em: <https://www.metnet.hu/>.

- MING, L. *et al.* - Mapping of quantitative trait loci for kernel row number in maize across seven environments. **Springer Science+Business Media**. (2010).
- MIRANDA, L.T; MIRANDA, L.E; POMMER, C; SAWAZAKI, E. - Melhoramento genético do cultivar de milho IAC-1. **Bragantia**. São Paulo. Vol. 37, nº. 1 (1978), p. 63-70.
- MOORE, D.; NOTZ, W., FLIGNER, M. - **The Basic Practice of Statistics**. 6ª ed, Freeman, 2013.
- MOREIRA, P. - **Effectiveness of Selection Methods for Improvement of Portuguese Maize (Zea mays L.) The study of fasciation**. Oeiras: Universidade Nova de Lisboa, 2015. Dissertação de Doutoramento.
- MOREIRA, P.; DINIS, I.; SANTOS, D.; VAZ PATTO, C. - **VASO Program 2.0, three decades of participatory plant breeding towards the chain value**. Innovative Research for Organic Agriculture 3.0. Organic World Congress. India, 2017.
- MOREIRA, P.; PÊGO, S.; VAZ PATTO, C.; HALLAUER, A. - Comparison of selection methods on 'Pigarro', a Portuguese improved maize population with fasciation expression. **Euphytica** Nº 163 (2008), p.490-492, [Consult. 6 Out. 2017]. Disponível em:
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=Iels9UcAAAAJ&citation_for_view=Iels9UcAAAAJ:W7OEmFMy1HYC.
- MOREIRA, P.; PÊGO, S.; VAZ PATTO, C.; HALLAUER, A. - Comparison of selection methods on 'Pigarro', a Portuguese improved maize population with fasciation expression. **Euphytica** Nº 163 (2008), p.490-492, [Consult. 6 Out. 2017]. Disponível em:
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=Iels9UcAAAAJ&citation_for_view=Iels9UcAAAAJ:W7OEmFMy1HYC.
- MOREIRA, P.; SANTOS, J.; SIMÕES, P.; VAZ PATTO, M.; CARVALHO, V; PÊGO, S. - **Pré-avaliação de populações de milhos regionais da região centro. A utilização do método "HUNTERS"**. II Colóquio de Melhoramento de Plantas e Conservação de Recursos Genéticos. 2005.
- NEMAT, A.; SEDGHI, M.; SHARIFI, R.; SEIEDI, M. - Investigation of Correlation between Traits and Path Analysis of Corn (Zea mays L.) Grain Yield at the Climate of

Ardabil Region (Northwest Iran). **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici**. N° 37 (2009), p. 194-198, [Consult. 4 Abr. 2019]. Disponível em: www.notulaeobotanicae.ro.

- PÊGO, S. - Genetic Potential of Portuguese maize germoplasm with abnormal ear shape. **Retrospective Theses and Dissertations**. (1982), [Consult. 11 Abr. 2019]. Disponível em: <https://lib.dr.iastate.edu/rtd/7472>.
- PÊGO, S.; ANTUNES, P. – **Resistance or tolerance? Philosophy, may be the answer. Proceedings of the XIX** – Conference of the International Working Group on Ostrinia. Guimarães, 1997.
- PRZYSTALSKI, M.; THIEMT, E.; ROLLAND, B.; ERICSON, L.; OSMAN, A.; ØSTERGÅRD, H.; LEVY, L.; WOLFE, M.; BÜCHSE, A.; PIEPHO, H.; KRAJEWSKI, P.; - Do varieties rank differently in organic and conventional systems. **Eucarpia Symposium**. (2007).
- RAFIQ, C.; RAFIQUE, M.; HUSSAIN, A.; ALTAF, M. - Studies on heritability, correlation and path analysis in maize (*Zea mays* L.) Journal of Agricultural Research. Pakistan. ISSN: 2076-7897. (2010).
- **Regulamento (CE) n° 834/2007**.
- RESENDE, M. - Métodos estatísticos ótimos na análise de experimentos de campo. **Embrapa Florestas**. Colombo (2004), p.65.
- RIPADO, M. - **O milho variedades, cultura, produção. Biblioteca do Agricultor**. Mem Martins: Europa-América. ISBN 972-1-03720-6. 1994.
- RITCHIE, S.; HANWAY, J.; BENSON, G. - Como a planta de milho se desenvolve. Arquivo do Agrônomo. N°. 15- Informações Agrônômicas N°. 103 (2003), p. 1-20.
- RUSSELL, W. e HALLAUER A. - **Corn**. In: Fehr, W. e Hadley, H - Hybridization of crop plants. Madison: American Society of Agronomy and Crop Society of America, 1980. ISBN 0-89118-034-6.
- SANCHEZ-MONGE, E; PARELLADA – **Fitogenética** (Mejora de Plantas). Madrid: Instituto Nacional de Investigações Agrarias, 1974. ISBN 85-500-1087-X.
- SOLIBAM - **Final Report of effectiveness of early stage selection systems under low input and organic conditions**, 2014.
- SZARESKI, V.; CARVALHO, I.; KEHL, K.; PELEGRIN, A.; NARDINO, M.; DEMARI, G.; BARBOSA, H.; LAUTENCHLEGER, F.; SMANIOTTO, D.; AUMONDE, G.; PEDÓ,T.; SOUZA, Q. - Interrelations of Characters and

Multivariate Analysis in Corn. **Journal of Agricultural Science**. Vol. 10, n.º 2 (2018), p 187-194.

- TONK, F.; ILKER, E.; TOSUN, M. - Evaluation of genotype x environment interactions in maize hybrids using GGE biplot analysis. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. Vol. 11 (2011), p. 1-9.
- UPADYAYULA, N.; SILVA, H.; BOHN, M.; ROCHEFORD, T. - Genet Genetic and QTL analysis of maize tassel and ear inflorescence architecture. **Theoretical and Applied Genetics**. Vol. 112 (2006), p. 592-606.
- VAN BRUGGEN, A.; GAMLIELB, A. e FINCKH, M. - Plant disease management in organic farming systems. *Pest Management Science*. **Society of Chemical Industry**. Vol. 72 (2015), p. 30-44.
- VARGAS, L; PEIXOTO, C; ROMAN, E. - Manejo de plantas daninhas na cultura de milho. **Embrasa** Nº 61 (2006), p.490-492, [Consult. 1 Abr. 2019]. Disponível em: www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do61.pdf.
- VAZ PATTO C.; MOREIRA P.; ALVES M. L.; MECHA E.; BRITES C., BRONZE R., PÊGO S. - **Participatory plant quality breeding: Na ancient art revisited by knowledge sharing. The Portuguese experience**. In *Plant Breeding From Laboratories to Fields*, 2013. DOI: 10.5772/52952.
- VAZ PATTO, C.; MOREIRA, P.; CARVALHO, V.; PÊGO, S. – Collecting maize (*Zmays L. convar. mays*) with potential technological ability for bread making in Portugal. **Gen. Res. Crop E**. Vol. 54 (2007).
- VAZ PATTO, M. C; MOREIRA, P.; ALMEIDA, N.; SATOVIC, Z.; PÊGO, S. - Genetic diversity evolution through participatory maize breeding in Portugal. **Euphytica**. Vol. 161, (2007b).
- VIZCAYNO J.; WILSON, H.; ALVAREZ, S. - **Variedades de Sementes Apropriadas para Pequenos Agricultores**. FAO. 2014.
- WITCOMBE, J.; JOSHI, A.; GOYAL, S. - Participatory plant breeding in maize: A case study from Gujarat. **Euphytica**. Vol. 130 (2003), p. 413–422.
- XIE, H.; DING, D.; CUI, Z.; WU, X.; HU, Y.; LIU, Z; LI, Y.; TANG, J. - Genetic analysis of the related traits of flowering and silk for hybrid seed production in maize. **Genes & Genomics**. Vol. 32 (2010), p 55-61.

- XU, G.; WANG, X.; HUANG, C.; XU, D.; LI, D.; TIAN, J.; CHEN, Q.; WANG, C.; LIANG, Y.; WU, YAOYAO; YANG, X.; TIAN, F. - Complex genetic architecture underlies maize tassel domestication. **New Phytologist**. Vol. 214 (2017), p. 852-864.
- YUSUF, M.; SALEEM, M. - Correlation Analysis of S1 Families of Maize for Grain Yield and its Components. **International Journal of Agriculture and Biology**. Vol. 3, n. °4 (2001), p. 387-388.
- ZSUBORI, Z.; GYENES-HEGYI, Z.; ILLÉS, O.; PÓK, I.; RÁCZ, F.; SZOKE, C. - Inheritance of Plant and Ear Height in Maize (*Zea Mays* L.). **Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences**, Martonvásár (2015), p. 1-5.
- ZSUBORI, Z.; GYENES-HEGYI, Z.; ILLÉS, O.; PÓK, I.; RÁCZ, F.; SZOKE, C. - Inheritance of Plant and Ear Height in Maize (*Zea Mays* L.). **Agricultural Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences**, Martonvásár (2019), p. 1-5.

ANEXOS

ANEXO 1 - SEMENTES NÃO PROVENIENTES DE PRODUÇÃO BIOLÓGICA

O Regulamento (CE) n° 834/2007 prevê a possibilidade de, nas explorações de agricultura biológica, serem utilizadas sementes e material de propagação vegetativa não provenientes da produção biológica desde que provenham de uma unidade de produção em conversão para a agricultura biológica. Em caso de indisponibilidade de sementes e propágulos obtidos segundo o modo da produção biológica, os Estados-Membros podem autorizar a utilização de sementes ou material de propagação vegetativa não provenientes da produção biológica, mediante a satisfação de certas condições. Só podem ser utilizadas sementes e batata-semente que não tenham sido tratadas com produtos fitofarmacêuticos, exceto os autorizados para tratamento das sementes, ou se, por razões fitossanitárias, tiver sido prescrito, pela autoridade competente do Estado-Membro, em conformidade com a legislação, o tratamento químico de todas as variedades de determinada espécie na zona em que as sementes e a batata-semente irão ser utilizadas. Além disso, não podem ser objeto de autorizações as sementes de espécies com um número significativo de variedades disponíveis, em quantidade suficiente, provenientes de produção biológica, em toda a Comunidade, e que constam de um anexo ao Regulamento (CE) atrás referido.

Satisfeitas as condições anteriores, a autorização de utilização de sementes ou de batata-semente de produção não biológica só pode ser concedida se:

- a. Não estiver registada na Base de Dados de Semente Biológica nenhuma variedade da espécie que o utilizador deseja obter;
- b. Nenhum fornecedor, entendendo-se por “fornecedor” um operador que vende sementes ou batata-semente a outros operadores, puder entregar as sementes ou a batata-semente antes da sementeira ou plantação, embora o utilizador as tenha encomendado com uma antecedência razoável;
- c. A variedade que o utilizador deseja obter não estiver registada na base de dados e o utilizador puder demonstrar que nenhuma das alternativas registadas da mesma espécie é adequada e que a autorização é, por conseguinte, importante para a sua produção;

d. Tal se justificar para atividades de investigação, para ensaios de campo em pequena escala ou para fins de conservação varietal aprovados pela autoridade competente do Estado-Membro.

A autorização é concedida, antes da sementeira, apenas a utilizadores individuais e por uma época de produção de cada vez, devendo a autoridade, ou organismo responsável pelas autorizações, registar as quantidades de sementes ou de batata-semente autorizadas.

ANEXO 2 - ELEMENTOS METEOROLÓGICOS E AGROMETEOROLÓGICOS

Tabela A 1 - Elementos meteorológicos e agrometeorológicos, em Coimbra, no ano 2012

Ano 2012	Mês / Dias	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junh	Julh	Agost	Setembr	Outubr	Novembr	Dezembr
Tmin (°C)	1-10	6,1	2,1	7,9	8,5	11,2	15,1	13,6	13,9	18,1	14,3	9,7	6,0
	11-20	4,3	3,1	7,5	8,4	13,5	13,0	14,3	15,6	16,0	11,2	8,4	9,2
	21-fim do mês	5,5	5,6	11,3	8,5	12,1	14,5	15,3	15,4	14,6	11,7	6,3	7,9
Tmáx (°C)	1-10	13,8	11,6	17,8	17,8	18,6	25,7	23,9	27,5	31,6	25,0	16,2	12,7
	11-20	13,0	14,2	19,5	14,9	26,0	22,6	28,5	28,2	30,2	19,2	16,6	14,0
	21-fim do mês	14,6	17,9	22,9	14,8	22,7	28,0	27,8	26,6	23,7	19,3	13,4	15,3
Prec (mm)	1-10	5,6	4,6	10,1	2,7	71,0	13,7	3,0	0,0	2,1	3,8	30,9	9,8
	11-20	8,8	0,0	4,0	48,6	10,8	4,8	0,8	16,3	0,0	59,2	29,2	63,0
	21-fim do mês	1,4	0,1	0,1	61,8	2,1	2,9	0,2	2,2	47,5	58,2	38,3	19,5
HR (%)	1-10	85,3	69,6	78,1	77,3	85,3	81,6	76,4	77,1	57,1	82,7	86,8	85,4
	11-20	84,5	61,2	68,8	83,9	74,4	78,5	67,0	80,6	64,3	88,6	78,9	91,1
	21-fim do mês	77,2	65,0	44,4	87,3	73,7	69,4	84,5	76,5	81,3	78,5	90,3	92,0
V (Km/h) (a 10m)	1-10	2,2	2,3	2,0	2,0	3,6	2,2	9,7	8,6	9,7	5,8	7,6	7,9
	11-20	1,4	2,6	2,0	3,2	1,9	2,5	9,7	7,6	7,2	7,6	9,0	12,2
	21-fim do mês	2,0	1,7	2,1	2,2	2,0	2,3	7,6	7,9	2,4	10,8	8,3	9,7
Trelva (°C)	1-10	4,1	-0,5	5,2	5,7	9,7	13,9	11,8	12,1	14,0	12,3	7,8	2,6
	11-20	1,9	-0,3	3,4	6,3	11,6	11,5	11,5	14,3	13,0	9,4	5,1	7,5
	21-fim do mês	2,6	0,7	6,3	6,4	9,5	12,7	14,4	13,0	12,9	9,5	3,0	4,4
Tsolo 5cm (°C)	1-10	7,7	4,5	10,3	13,9	15,0	21,8	23,2	25,0	22,5	18,4	13,4	9,0
	11-20	6,2	4,5	10,9	13,0	19,2	20,5	24,4	23,9	22,3	15,8	11,2	11,2
	21-fim do mês	6,4	7,4	13,4	13,2	18,9	22,9	25,9	22,6	19,4	14,8	10,4	10,6
Tsolo 10cm (°C)	1-10	8,3	5,4	10,6	13,9	14,9	21,6	22,8	24,8	22,7	18,7	13,8	9,6
	11-20	6,9	5,3	11,1	13,0	19,1	20,3	23,6	23,8	22,5	16,4	11,9	11,5
	21-fim do mês	7,1	7,8	13,2	13,2	18,7	22,5	25,6	22,7	19,9	15,3	11,0	11,1
ET0 (mm)	1-10	7,4	8,3	17,2	25,2	41,4	52,0	56,9	50,2	51,4	24,7	12,4	8,6
	11-20	6,5	12,8	20,7	36,2	49,3	52,3	57,3	46,2	40,4	18,3	14,3	8,6
	21-fim do mês	8,8	8,4	40,9	19,6	58,1	60,6	52,1	36,0	20,7	22,9	9,0	11,2
	Acumulad o	136,7	167,5	358,4	472,4	632,1	797,0	986	1133,5	112,4	178,3	214,0	242,4
Água Solo (%)	1-10	82	51,1	41,0	37,7	80,0	47,6	20,2	7,0	6,8	23,9	90,1	98,9
	11-20	72	45,1	39,0	54,2	75,8	37,4	15,7	12,4	5,1	50,1	97,2	100,0
	21-fim do mês	59	41,6	37,5	69,5	54,6	27,1	11,1	9,4	24,2	81,5	100,0	99,8

Tabela A 2 - Elementos meteorológicos e agrometeorológicos, em Coimbra, no ano

2013

Ano 2013	Mês / Dias	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Tmin (°C)	1-10	7,1	3,0	9,0	7,9	10,5	12,3	19,1	14,7	14,7	15,4	12,1	4,9
	11-20	7,1	6,6	5,5	9,4	8,5	12,6	16,4	16,2	14,5	14,4	7,1	8,3
	21-fim do mês	7,4	3,6	10,6	8,8	9,4	17,2	15,2	16,0	17,4	11,8	5,1	5,5
Tmáx (°C)	1-10	13,9	15,8	15,7	15,2	22,0	22,2	33,9	28,3	30,5	23,9	17,8	14,3
	11-20	13,0	14,8	13,4	19,8	19,1	21,4	27,4	31,4	29,8	21,4	16,5	15,1
	21-fim do mês	13,4	14,4	15,8	21,2	20,2	29,7	26,8	30,6	28,3	19,5	13,3	14,0
Prec (mm)	1-10	26,0	5,0	55,4	59,2	8,6	25,1	0,9	0,4	11,4	43,1	21,0	0,0
	11-20	108,1	23,9	50,5	9,7	32,4	31,1	0,7	0,7	0,1	53,2	0,2	48,6
	21-fim do mês	-	36,2	133,6	2,6	6,6	0,4	2,7	0,0	37,3	49,2	2,0	120,8
HR (%)	1-10	81,5	86,2	80,6	88,8	76,1	78,2	66,6	76,9	77,4	84,3	99,6	70,3
	11-20	94,6	95,1	87,7	84,3	84,3	97,3	98,0	89,2	74,9	97,1	82,6	85,7
	21-fim do mês	90,3	86,0	96,18	65,3	85,9	59,1	91,4	69,4	79,6	94,8	72,2	95,5
V (Km/h) (a 10m)	1-10	7,9	9,0	12,6	10,8	1,7	7,6	3,2	7,9	6,7	7,9	6,3	10,3
	11-20	9,7	15,8	8,3	10,1	2,7	9,4	2,5	6,4	8,0	6,7	8,2	10,2
	21-fim do mês	9,0	10,4	13,3	9,4	2,5	10,4	7,4	8,1	10,9	10,4	9,8	-
Trelva (°C)	1-10	3,1	4,4	6,8	4,8	7,7	9,7	16,8	12,9	12,8	13,4	10,5	1,2
	11-20	3,9	6,4	1,8	6,5	6,2	11,7	16,9	15,6	13,0	12,2	4,1	5,4
	21-fim do mês	4,0	4,6	8,8	5,2	7,7	13,6	13,5	14,3	15,5	9,5	1,6	6,7
Tsolo 5cm (°C)	1-10	9,2	9,2	10,6	12,3	15,7	17,9	23,8	23,1	21,7	19,2	15,8	8,2
	11-20	10,3	9,8	9,8	13,8	15,6	18,5	24,5	24,4	21,0	18,1	12,3	10,4
	21-fim do mês	9,6	9,2	12,6	14,4	16,5	19,9	23,5	23,5	21,5	16,0	9,6	10,5
Tsolo 10cm (°C)	1-10	9,7	9,6	10,7	12,5	15,4	17,8	23,6	23,1	22,1	19,6	16,1	8,8
	11-20	10,6	10,0	10,1	13,8	15,6	18,4	24,6	24,6	21,3	18,3	12,9	10,8
	21-fim do mês	10,0	9,6	12,7	14,4	16,3	19,9	23,5	23,8	21,8	16,5	10,2	10,7
ET0 (mm)	1-10	10,1	13,5	19,3	21,1	33,4	37,6	60,5	50,6	43,2	25,8	43,2	17,1
	11-20	9,5	11,7	18,8	35,4	35,2	38,6	47,4	47,9	42,8	17,4	42,8	15,3
	21-fim do mês	12,9	12,7	20,1	37,7	44,5	65,1	51,6	51,8	29,4	18,0	29,4	10,8
	Acumulado	274,9	312,8	371,1	465,2	578,3	721,5	880,9	1031,3	115,4	61,1	115,4	43,2
Água Solo (%)	1-10	100,0	89,8	100,0	100,0	56,2	49,6	24,9	14,9	9,6	33,2	9,6	79,3
	11-20	100,0	-	100,0	88,0	61,1	57,0	20,7	10,2	5,7	46,9	5,7	87,9
	21-fim do mês	-	-	100,0	62,9	48,8	36,5	18,3	6,8	24,7	98,1	24,7	100,0

ANEXO 3 – RESULTADOS ESTATÍSTICOS

Tabela A 3 – Análise estatística das florações (Fi) por genótipos

Homogeneous Subsets					
Fi					
Genotype	N	Subset			
		1	2	3	4
Tukey B ^{a,b,c} 9	6	57,33			
6	2	58,50			
10x9	6	61,33	61,33		
8	6		62,83	62,83	
10x6	7		63,71	63,71	
10x8	8		64,00	64,00	
10x11	9		65,33	65,33	65,33
10x5	7			66,43	66,43
11	6			66,67	66,67
1	5			66,80	66,80
5	5			66,80	66,80
7x1	32			67,19	67,19
10	9				69,11
3	5				69,20
2	5				69,40

Tabela A 4 - Análise estatística das florações (Fi) por locais

Homogeneous Subsets					
Fi					
EY		N	Subset		
			1	2	3
Tukey B ^{a,b,c}	Coimbra20	31	60,74		
	Coimbra20	33		63,58	
	Hungria20	54			69,80

Tabela A 5 - Análise estatística das florações (Mi) por genótipos

Homogeneous Subsets					
Mi					
Genotype	N	Subset			
		1	2	3	4
Tukey B ^{a,b,c} 9	6	55,50			
6	2	58,00	58,00		
10x9	6	58,67	58,67	58,67	
10x6	7	59,00	59,00	59,00	
10x8	8		60,88	60,88	60,88
10x11	9		61,22	61,22	61,22
10x5	7		62,00	62,00	62,00
11	6		62,00	62,00	62,00
8	6		62,00	62,00	62,00
1	5		62,40	62,40	62,40
10	9			63,22	63,22
5	5			63,40	63,40
7x1	32			63,44	63,44
3	5				65,20
2	5				65,80

Tabela A 6 - Análise estatística das florações (Mi) por locais

Homogeneous Subsets					
Mi					
EY		N	Subset		
			1	2	3
Tukey B ^{a,b,c}	Coimbra20	31	58,68		
	Coimbra20	33		60,36	
	Hungria20	54			64,85

Tabela A 7 - Análise estatística da altura à primeira espiga (H1E) por génotipos

Homogeneous Subsets							
H1E							
Genotype	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6
Tukey B ^{a,b,c} 10	12	83,8142					
9	10	89,9867	89,9867				
3	7	90,0429	90,0429				
8	11	90,2655	90,2655				
7x1	47	93,1470	93,1470	93,1470			
1	7	93,8000	93,8000	93,8000			
6	5	94,0000	94,0000	94,0000			
10x9	12		101,0992	101,0992	101,0992		
10x8	14		101,5100	101,5100	101,5100		
10x6	13		103,0085	103,0085	103,0085	103,0085	
2	7			108,1571	108,1571	108,1571	
10x11	15				111,2790	111,2790	111,2790
10x5	13					118,0815	118,0815
11	11					118,2727	118,2727
5	11						125,6636

Tabela A 8 - Análise estatística da altura à primeira espiga (H1E) por locais

Homogeneous Subsets				
H1E				
EY		N	Subset	
			1	2
Tukey B ^{a,b,c}	Coimbra2013	30	91,8833	
	Hungria2013	54	95,3565	
	Coimbra2012	31	98,5962	
	Montemor2012	32		106,9281
	Montemor2013	48		109,7400

Tabela A 9 - Análise estatística da altura da planta (H) por genótipos

Homogeneous Subsets								
H								
Genotype	N	Subset						
		1	2	3	4	5	6	7
Tukey B ^{abc} 7x1	47	158,2179						
9	10	167,5167	167,5167					
10	12	169,9967	169,9967					
3	7		177,8857	177,8857				
6	5		178,8400	178,8400				
10x9	12		185,6300	185,6300	185,6300			
8	11			191,9073	191,9073	191,9073		
1	7			193,7286	193,7286	193,7286	193,7286	
10x6	13			196,5062	196,5062	196,5062	196,5062	
10x8	14				203,8250	203,8250	203,8250	203,8250
10x11	15					207,5740	207,5740	207,5740
10x5	13					207,8338	207,8338	207,8338
11	11						212,1727	212,1727
5	11							218,0000
2	7							222,3143

Tabela A 10 - Análise estatística da altura da planta (H) por locais

Homogeneous Subsets						
H						
EY		N	Subset			
			1	2	3	4
Tukey B ^{abc}	Hungria2013	54	163,3102			
	Coimbra2012	31		181,3670		
	Coimbra2013	30		184,3533		
	Montemor2013	48			202,0804	
	Montemor2012	32				213,2969

Tabela A 11 - Análise estatística da Uniformidade (U) por genótipos

Homogeneous Subsets				
U				
Genotype	N	Subset		
		1	2	
Tukey B ^{a,b,c}	7x1	47	2,68	
	10x5	7	3,25	3,25
	9	4	3,25	3,25
	10	6	3,42	3,42
	2	7	3,43	3,43
	3	7	3,43	3,43
	10x9	6	3,48	3,48
	11	6	3,50	3,50
	10x6	8	3,52	3,52
	10x8	8	3,60	3,60
	1	7	3,71	3,71
	10x11	9	3,72	3,72
	5	5		3,80
	8	6		3,83

Tabela A 12 - Análise estatística do ângulo da folha (N) por genótipos

Homogeneous Subsets					
N					
Genotype	N	Subset			
		1	2	3	4
Tukey B ^{a,b,c} 8	6	4,33			
5	5	5,00	5,00		
9	4	5,00	5,00		
11	6		5,67	5,67	
10x11	9		5,71	5,71	
10x5	7		5,84	5,84	5,84
10x8	8		6,00	6,00	6,00
2	7		6,29	6,29	6,29
3	7		6,29	6,29	6,29
7x1	47		6,39	6,39	6,39
10x6	8		6,41	6,41	6,41
1	7		6,43	6,43	6,43
10x9	6			6,71	6,71
10	6				7,19

Tabela A 13 - Análise estatística do ângulo da folha (N) por locais

Homogeneous Subsets			
N			
EY	N	Subset	
		1	2
Tukey B ^{a,b,c} Coimbra20	31	5,29	
Montemor2	48	5,46	
Hungria20	54		7,17

Tabela A 14 - Análise estatística da ramificação da bandeira (T) por genótipos

Homogeneous Subsets				
T				
Genotype	N	Subset		
		1	2	3
Tukey B ^{a,b,c} 8	6	6,17		
1	7	6,71	6,71	
10	6	6,75	6,75	
10x9	6	7,00	7,00	7,00
2	7	7,00	7,00	7,00
9	4	7,25	7,25	7,25
10x8	8	7,28	7,28	7,28
3	7	7,43	7,43	7,43
7x1	47		7,51	7,51
10x11	9		7,69	7,69
10x6	8		7,75	7,75
10x5	7		7,86	7,86
11	6		8,00	8,00
5	5			8,20

Tabela A 15 - Análise estatística da escala altura à primeira espiga (E) por genótipos

Homogeneous Subsets						
E						
Genotype		N	Subset			
			1	2	3	
Tukey B ^{a,b,c}	10x8	5	3,40			
	10x9	3	3,67			
	1	4	4,00	4,00		
	3	4	4,00	4,00		
	9	4	4,25	4,25		
	8	6	4,33	4,33		
	10x6	5	4,40	4,40	4,40	
	10x11	6	4,50	4,50	4,50	
	10x5	4	4,50	4,50	4,50	
	2	4	4,50	4,50	4,50	
	7x1	23	4,83	4,83	4,83	
	11	6		5,17	5,17	
	5	5				5,80

Tabela A 16 - Análise estatística da % de plantas acamadas (R) por genótipos

Homogeneous Subsets			
R			
Genotype		N	Subset
			1
Tukey B ^{a,b,c}	1	7	0,0000
	8	12	0,0000
	2	7	0,0031
	10	12	0,0038
	3	7	0,0082
	10x8	13	0,0088
	10x9	12	0,0094
	5	11	0,0104
	6	5	0,0136
	10x5	13	0,0182
	11	12	0,0190
	10x6	13	0,0211
	10x11	15	0,0273
	9	12	0,0954
	7x1	46	0,1135

Tabela A 17 - Análise estatística da % de plantas acamadas (R) por locais

Homogeneous Subsets			
R			
EY		N	Subset
			1 2
Tukey B ^{a,b,c}	Coimbra2012	31	0,0016
	Montemor2013	48	0,0053
	Montemor2012	33	0,0144
	Hungria2013	52	0,0826
	Coimbra2013	33	0,0902

Tabela A 18 - Análise estatística da % de plantas partidas (S) por genótipos

Homogeneous Subsets				
S				
Genotype		N	Subset	
			1	2
Tukey B ^{a,b,c}	1	7	0,0193	
	2	7	0,0298	
	3	7	0,0359	
	10x8	14	0,0373	
	10x11	15	0,0543	
	10x6	13	0,0774	
	10x5	13	0,0820	
	8	12	0,1015	
	11	12	0,1017	
	10	12	0,1083	
	6	5	0,1155	
	5	11	0,1271	
	10x9	12	0,1309	
	7x1	47	0,1460	
	9	12		0,3361

Tabela A 19 - Análise estatística do número de plantas/ha (StandPlotha) por genótipos

Homogeneous Subsets						
StandPlotha						
Genotype	N	Subset				
		1	2	3	4	
Tukey B ^{a,b,c}	10x8	14	25611,6071			
	10x11	15	29027,7778	29027,7778		
	10x9	12	29447,9167	29447,9167		
	10x5	13	31108,9744	31108,9744	31108,9744	
	10x6	13	31201,9231	31201,9231	31201,9231	
	8	12	34114,5833	34114,5833	34114,5833	34114,5833
	7x1	47	34846,4539	34846,4539	34846,4539	34846,4539
	11	12	36805,5556	36805,5556	36805,5556	36805,5556
	5	11	38257,5758	38257,5758	38257,5758	38257,5758
	10	12		39104,1667	39104,1667	39104,1667
	9	7		40178,5714	40178,5714	40178,5714
	6	5		42291,6667	42291,6667	42291,6667
	1	7			42809,5238	42809,5238
	3	7			44285,7143	44285,7143
	2	7				46684,5238

Tabela A 20 - Análise estatística do número de plantas/ha (StandPlotha) por locais

Homogeneous Subsets						
StandPlotha						
EY	N	Subset				
		1	2	3	4	
Tukey B ^{a,b,c}	Coimbra2012	29	20079,0230			
	Coimbra2013	30		26493,0556		
	Montemor201	48			36848,9583	
	Hungria2013	54			37458,5648	
	Montemor201	33				48390,1515

Tabela A 21 - Análise estatística do número de espigas/ha (NEha) por genótipos

Homogeneous Subsets					
NEha					
Genotype		N	Subset		
			1	2	3
Tukey B ^{a,b,c}	7x1	47	30729,1667		
	10x8	14	31250,0000		
	10x5	13	32051,2821		
	10x11	15	32291,6667		
	10x9	12	32508,6806		
	11	12	33940,9722	33940,9722	
	10	12	34027,7778	34027,7778	
	5	11	35037,8788	35037,8788	
	8	12	36805,5556	36805,5556	
	10x6	13	39383,0128	39383,0128	39383,0128
	1	7	40401,7857	40401,7857	40401,7857
	9	7	40773,8095	40773,8095	40773,8095
	3	7	42931,5476	42931,5476	42931,5476
	2	7		46726,1905	46726,1905
	6	5			51666,6667

Tabela A 22 - Análise estatística do número de espigas/ha (NEha) locais

Homogeneous Subsets						
NEha						
EY		N	Subset			
			1	2	3	4
Tukey B ^{a,b,c}	Coimbra2013	30	18888,89			
	Coimbra2012	29	22665,23			
	Hungria2013	54		36140,05		
	Montemor2013	48			41102,43	
	Montemor2012	33				49494,95

Tabela A 23 - Análise estatística da prolificidade (Prol) por genótipos

Homogeneous Subsets					
Prol					
Genotype	N	Subset			
		1	2	3	
Tukey B ^{a,b,c}	7x1	47	0,8759		
	10	12	0,9069		
	11	12	0,9139		
	5	11	0,9427		
	1	7	0,9671	0,9671	
	3	7	0,9971	0,9971	
	2	7	1,0010	1,0010	
	9	7	1,0226	1,0226	1,0226
	10x11	14	1,0382	1,0382	1,0382
	10x5	13	1,0618	1,0618	1,0618
	8	12	1,0766	1,0766	1,0766
	10x8	12	1,0894	1,0894	1,0894
	10x9	12	1,1628	1,1628	1,1628
	6	5		1,2454	1,2454
	10x6	13			1,2991

Tabela A 24 - Análise estatística da prolificidade (Prol) por locais

Homogeneous Subsets					
Prol					
EY	N	Subset			
		1	2	3	
Tukey B ^{a,b,c}	Coimbra2013	30	0,7177		
	Hungria2013	51		0,9868	
	Montemor2012	33		1,0221	1,0221
	Coimbra2012	29			1,1187
	Montemor2013	48			1,1391

Tabela A 25 -Análise estatística da relação carolo/espiga (4CW/EW) por genótipos

Homogeneous Subsets			
@4CWEW			
Genotype	N	Subset	
		1	2
Tukey B ^{a,b,c} 6	5	0,1349	
5	11	0,1406	0,1406
9	7	0,1672	0,1672
10x5	13	0,1739	0,1739
10x6	13	0,1763	0,1763
3	7	0,1796	0,1796
10	11	0,1818	0,1818
10x8	14	0,1883	0,1883
10x9	12	0,1912	0,1912
1	7	0,1912	0,1912
8	12	0,1918	0,1918
2	7	0,1930	0,1930
7x1	47	0,1990	0,1990
10x11	14	0,2526	0,2526
11	12		0,2582

Tabela A 26 - Análise estatística da relação carolo/espiga (4CW/EW) por locais

Homogeneous Subsets			
@4CWEW			
EY	N	Subset	
		1	2
Tukey B ^{a,b,c} Montemor 2012	33	0,1602	
Montemor 2013	48	0,1778	0,1778
Coimbra2 012	27	0,1985	0,1985
Hungria20 13	54		0,2131
Coimbra2 013	30		0,2139

Tabela A 27 - Análise estatística da produtividade/ha (Yield15) por genótipos

Homogeneous Subsets								
Yield15								
Genotype	N	Subset						
		1	2	3	4	5	6	7
Tukey B ^{a,b,c} 7x1	47	1,7634						
6	5	2,1975						
10	12	2,3063	2,3063					
11	12		2,9020	2,9020				
5	11			3,0053	3,0053			
9	7			3,1642	3,1642			
8	12			3,3230	3,3230			
10x9	12			3,3314	3,3314			
10x5	13			3,4142	3,4142			
10x6	13			3,5447	3,5447	3,5447		
10x8	14			3,6731	3,6731	3,6731		
10x11	15				3,7722	3,7722		
3	7					4,1960	4,1960	
1	7						4,6570	4,6570
2	7							5,0358

Tabela A 28 - Análise estatística da produtividade/ha (Yield15) por locais

Homogeneous Subsets								
Yield15								
EY		N	Subset					
			1	2	3	4		
Tukey B ^{a,b,c}	Coimbra2012	29	1,5038					
	Hungria2013	54		1,8836				
	Coimbra2013	30		2,0244				
	Montemor2012	33			3,5898			
	Montemor2013	48					5,4709	

Tabela A 29 - Análise estatística do comprimento da espiga (L) por genótipos

Homogeneous Subsets					
L					
Genotype	N	Subset			
		1	2	3	4
Tukey B ^{abc} 7x1	24	13,3500			
1	3		16,2600		
10	9		17,3689	17,3689	
3	3			17,9100	
10x5	6			17,9361	
2	3			18,4933	18,4933
10x11	6			18,7718	18,7718
10x6	5			18,9380	18,9380
10x9	6				19,8150
10x8	6				20,0494

Tabela A 30 - Análise estatística diâmetro da espiga (DE1) por genótipos

Homogeneous Subsets					
DE1					
Genotype	N	Subset			
		1	2	3	4
Tukey B ^{abc} 1	3	4,3109			
7x1	24	4,3162			
2	3	4,3777	4,3777		
10x6	5	4,4621	4,4621	4,4621	
3	3	4,5184	4,5184	4,5184	
10	9	4,6695	4,6695	4,6695	4,6695
10x5	6	4,9327	4,9327	4,9327	4,9327
10x8	6		4,9877	4,9877	4,9877
10x9	6			5,0543	5,0543
10x11	6				5,2329

Tabela A 31 - Análise estatística do número de carreiras da espiga (R1) por genótipos

Homogeneous Subsets				
R1_B				
Genotype	N	Subset		
		1	2	
Tukey B ^{abc} 10x6	5	12,7800		
2	3	14,6667		
1	3	16,0000	16,0000	
10x9	6	16,3833	16,3833	
3	3	16,6667	16,6667	
10	9	16,9889	16,9889	
10x5	6	17,0500	17,0500	
10x8	6	17,2500	17,2500	
10x11	6	17,7333	17,7333	
7x1	24		20,3292	

Tabela A 32 - Análise estatística do peso da espiga (EW15) por genótipos

Homogeneous Subsets				
EW15				
Genotype	N	Subset		
		1	2	3
Tukey B ^{abc} 7x1	24	108,0123		
10	9	137,9575	137,9575	
10x6	5	172,4109	172,4109	172,4109
10x5	6	180,8316	180,8316	180,8316
1	3	185,8313	185,8313	185,8313
2	3		196,6833	196,6833
3	3		198,5410	198,5410
10x9	6		203,8257	203,8257
10x11	6		212,1442	212,1442
10x8	6			236,9257

Tabela A 33 - Análise estatística do peso do grão (KW15) por genótipos

Homogeneous Subsets				
KW15				
Genotype	N	Subset		
		1	2	
Tukey B ^{a,b,c} 7x1	24	86,8233		
10	9	105,1222		
10x6	5	146,5749	146,5749	
10x5	6	151,1209	151,1209	
1	3	151,1767	151,1767	
10x9	6	162,8491	162,8491	
3	3	165,4733	165,4733	
2	3	165,7300	165,7300	
10x11	6	167,6726	167,6726	
10x8	6		195,3525	

Tabela A 34 - Análise estatística do peso do carolo (CW15) por genótipos

Homogeneous Subsets						
CW15						
Genotype	N	Subset				
		1	2	3	4	5
Tukey B ^{a,b,c} 7x1	24	21,0319				
10x6	5	25,8240	25,8240			
10x5	6		29,7107	29,7107		
2	3		30,9530	30,9530		
10	9		32,8555	32,8555		
3	3		33,0977	33,0977		
1	3			34,6547	34,6547	
10x9	6				40,9749	40,9749
10x8	6				41,5748	41,5748
10x11	6					44,4699

Tabela A 35 - Análise estatística do comprimento do grão (KD) por genótipos

Homogeneous Subsets				
KD				
Genotype		N	Subset	
			1	2
Tukey B ^{a,b,c} 7x1		24	0,8147	
	1	3	0,9042	0,9042
	10x9	6	0,9284	0,9284
	10x5	6	0,9672	0,9672
	3	3	0,9809	0,9809
	10x11	6	0,9880	0,9880
	2	3	1,0212	1,0212
	10	9	1,0265	1,0265
	10x6	5		1,0696
	10x8	6		1,0835

Tabela A 36 - Análise estatística do peso de 1000 grãos (SW15) por genótipos

Homogeneous Subsets					
SW15					
Genotype		N	Subset		
			1	2	3
Tukey B ^{a,b,c} 7x1		24	193,7483		
	1	3	221,6667		
	10x5	6		281,0850	
	10x9	6		281,9900	
	10x11	6		285,4000	
	3	3		291,6667	291,6667
	10	9		294,9578	294,9578
	2	3		297,6667	297,6667
	10x8	6		300,1083	300,1083
	10x6	5			333,4940

Tabela A 37 - Análise estatística do comprimento do carolo (DC1) por genótipos

Homogeneous Subsets						
DC1						
Genotype	N	Subset				
		1	2	3	4	
Tukey B ^{a,b,c}	2	3	2,3353			
	1	3	2,5058			
	3	3	2,5566	2,5566		
	10x6	5	2,5931	2,5931		
	7x1	24	2,6827	2,6827	2,6827	
	10	9	2,7734	2,7734	2,7734	
	10x8	6		3,1440	3,1440	3,1440
	10x5	6			3,2187	3,2187
	10x9	6				3,4396
	10x11	6				3,5310

Tabela A 38 – Diferenças significativas para as características avaliadas por genótipo, local/ano e interação genótipo x ambiente

Características	Sig.		
	G	EY	G x EY
Fi	0	0,001	0,0031
Mi	0	0,002	0,001
H1E	0	0,006	0,076
H	0	0	0,715
U	0	0,279	0,377
N	0,001	0,021	0,027
T	0,006	0,437	0,533
E	0,005	0,322	0,706
R	0	0,015	0
S	0	0,145	0,022
StandPlotha	0	0	0
NEha	0	0	0,01
Prol	0,001	0	0,001
@4CWEW	0	0,036	0
Yield15	0	0	0
L	0	nc	nc
DE1	0	nc	nc
R1_B	0	nc	nc
EW15	0	nc	nc
KW15	0	nc	nc
CW15	0	nc	nc
KD	0	nc	nc
SW15	0	nc	nc
NC	0	nc	nc
DC1	0	nc	nc