

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

VANESSA ALINE EGEWARTH

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE
PRODUTIVA DE GENÓTIPOS DE SOJA**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2019

VANESSA ALINE EGEWARTH

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE
PRODUTIVA DE GENÓTIPOS DE SOJA**

Tese apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de *Doctor scientiae*.

Orientador: Dr. Paulo Sérgio Rabello de Oliveira

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2019

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Egewart, Vanessa Aline
Características agronômicas, adaptabilidade e
estabilidade produtiva de genótipos de soja / Vanessa
Aline Egewart; orientador(a), Paulo Sérgio Rabello de
Oliveira, 2019.
117 f.

Tese (doutorado), Universidade Estadual do Oeste do
Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências
Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2019.

1. Glycine max L.. 2. Melhoramento Genético. 3.
Produtividade. I. Oliveira, Paulo Sérgio Rabello de. II.
Título.



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



VANESSA ALINE EGEWARTH

Características agronômicas, adaptabilidade e estabilidade produtiva de genótipos de soja

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Doutora em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, linha de pesquisa Manejo de Culturas, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:

Orientador(a) - Paulo Sérgio Rabello de Oliveira

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon
(UNIOESTE)

Claudio Yuji Tsutsumi

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon
(UNIOESTE)

Eurides Küster Macedo Junior

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon
(UNIOESTE)

Jackson Kawakami

Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO)

Juliana Parisotto Poletine

Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Marechal Cândido Rondon, 26 de fevereiro de 2019

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), pela oportunidade de realização do Doutorado.

À coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À instituição GDM Seeds por permitir a realização deste trabalho, em especial ao Eng. Agr. Fabio Polido, pelo suporte fornecido durante a realização dos experimentos.

Ao meu Orientador Professor Dr. Paulo Sérgio Rabello de Oliveira, e ao Professor Dr. Cláudio Yuji Tsutsumi pelas orientações durante o desenvolvimento do trabalho.

À todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA) da UNIOESTE, Campus de Marechal Cândido Rondon, pelos ensinamentos transmitidos.

Aos membros do grupo GEPSIA pela convivência, companheirismo e amizade, especialmente ao Jonas, Eloisa, Carlos, Marines, Jéferson, e Lucas, que auxiliaram nas avaliações.

Aos membros componentes da banca examinadora, pela avaliação do trabalho, orientação, sugestões e contribuições fornecidas.

E a todos que não foram citados, mas que direta ou indiretamente contribuíram na realização desse trabalho.

O melhoramento de plantas exige que os procedimentos sejam cada vez mais rápidos, com menores custos e cada vez mais eficientes. Atualmente o melhoramento é arte, ciência e negócio.

(Aluízio Borém)

RESUMO

EGEWARTH, Vanessa Aline, Doctor Scientiae, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Fevereiro – 2019. **CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE SOJA.** Orientador: Paulo Sérgio Rabello de Oliveira.

Os programas de melhoramento de soja no Brasil têm contribuído de forma expressiva no desenvolvimento de cultivares mais produtivos. Entretanto, a grande extensão do país e a alta sensibilidade ao fotoperíodo da cultura dificultam o processo de seleção e a recomendação de cultivares, tornando-se necessário a realização de ensaios experimentais em diferentes locais para verificar o efeito dos ambientes no desempenho agrônomo identificando os genótipos superiores mais adaptados e estáveis aos locais de cultivo. Neste sentido, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar a adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de soja, visando à recomendação de cultivares para a região oeste do Paraná. Para tal, foram conduzidos ensaios experimentais com 30 genótipos em Itaipulândia, Palotina e Campo Mourão – PR, na safra agrícola 2016/17, e outros 30 genótipos em Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê – PR, na safra agrícola 2017/18. O delineamento experimental adotado consistiu no de blocos casualizados, composto por 30 tratamentos, em três repetições. As variáveis avaliadas na safra 2016/17 foram: número de dias para a maturação, altura de plantas na maturação, população de plantas e produtividade, realizando-se a análise de estabilidade e adaptabilidade pelos métodos de Wricke, Centróide, e Lin e Binns. Na safra 2017/18 foram avaliados: número de dias para a maturação, altura de plantas na maturação, população de plantas, número de grãos por planta, número de vagens por planta e produtividade, além da análise de estabilidade e adaptabilidade pelas metodologias de Eberhart e Russell, e Centróide modificado. Observou-se que a variação ambiental gerou alterações nos ciclos dos genótipos Exp_05, Exp_06, Exp_08, Exp_09, Exp_10, NS 6535 IPRO, e TMG 7063 IPRO cultivados na safra agrícola 2016/17 em Itaipulândia, Palotina e Campo Mourão. Entretanto, estes se destacaram por apresentarem altas produtividades, ampla adaptação e estabilidade produtiva. As condições ambientais desfavoráveis à cultura da soja geraram grandes perdas para todos os genótipos cultivados em Pato Bragado, Itaipulândia e

Mambrorê na safra agrícola 2017/18, onde a maior produtividade foi atingida pelo genótipo EXP_17 (2.324,37 kg ha⁻¹), sendo este considerado estável e de adaptabilidade geral alta.

Palavras-chave: *Glycine max L.* Melhoramento genético. Produtividade.

ABSTRACT

EGEWARTH, Vanessa Aline, Doctor Scientiae, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, February – 2019. **AGRONOMIC CHARACTERISTICS, ADAPTABILITY AND STABILITY OF SOYBEAN GENOTYPES.** Advisor: Dr. Paulo Sérgio Rabello de Oliveira.

Soybean breeding programs in Brazil have contributed significantly to the development of more productive cultivars. However, the great extension of the country and the high sensitivity to the photoperiod of the crop becomes the selection process and the recommendation of cultivars difficult and it is necessary to carry out experimental tests in different environments to verify the effect of them on the agronomic performance and to identify superior genotypes that are more adapted and stable to the crop sides. In this sense, the present work was developed with the purpose of characterizing the development and analyzing the adaptability and phenotypic stability of 60 soybean strains, aiming at the recommendation of cultivars for the western region of Paraná. For this, experimental trials with 30 genotypes were carried out in Itaipulândia, Palotina and Campo Mourão - PR, in 2016/17 crop season and another 30 genotypes in Pato Bragado, Itaipulândia and Mamborê - PR, in the 2017/18 crop. The experimental design consisted of randomized blocks, composed of 30 genotypes, in three replications. The variables evaluated in the 2016/17 crop season were: number of days for maturation, plants height, plant population and grain yield, from that the stability and adaptability analysis by Wricke, Centroid, and Lin and Binns. In the 2017/18 crop season, the number of days for maturation, plant height at maturity, plant population, number of grains per plant, number of pods per plant and crop season were evaluated, as well as stability and adaptability analysis by methodologies of Eberhart and Russel, and Modified Centroid. It was observed that the environmental variation generated changes in the cycles of the genotypes Exp_05, Exp_06, Exp_08, Exp_09, Exp_10, NS 6535 IPRO, and TMG 7063 IPRO cultivated in the 2016/17 agricultural year in Itaipulândia, Palotina and Campo Mourão Countries. However, these genotypes stood out because they presented high grain yields, wide adaptation and productive stability. Environmental conditions unfavorable to soybean crop generated high losses for all genotypes grown in Pato Bragado, Itaipulândia and Mamborê in the 2017/18 crop season, in that the highest

grain yield was achieved by genotype EXP_17 (2.324,37 kg ha⁻¹), being considered stable and of general high adaptability.

Keywords: *Glycine max.* Genetically enhancement. Productivity.

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
*	Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F
**	Significativo a 1% de probabilidade de erro pelo teste F
°C	Graus célsius
A	Número de ambientes
a.C.	Antes de cristo
Al ³⁺	Alumínio trocável
B	Boro
Ca ²⁺	Cálcio trocável
CaCl ₂	Cloreto de cálcio
Cfa	Mesotérmico úmido subtropical
Classe I	Adaptabilidade geral alta (Máximo em ambiente favorável, Máximo em ambiente desfavorável)
Classe II	Adaptabilidade específica a ambientes favoráveis (Máximo em ambiente favorável, Mínimo em ambiente desfavorável)
Classe III	Adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis (Mínimo em ambiente favorável, Máximo em ambiente desfavorável)
Classe IV	Pouco adaptado (Mínimo em ambiente favorável, Mínimo em ambiente desfavorável)
Classe V	Adaptabilidade geral média (Média em ambiente favorável, Média em ambiente desfavorável)
Classe VI	Adaptabilidade específica a ambientes favoráveis (Máximo em ambiente favorável, Média em ambiente desfavorável)
Classe VII	Adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis (Média em ambiente favorável, Máximo em ambiente desfavorável)
cm	Centímetro
cmol _c dm ⁻³	Centimol de carga por decímetro cúbico
Cu ²⁺	Cobre trocável
<i>d</i>	Número de ambientes desfavoráveis
<i>d_i</i>	Distância d i-esimo genótipo ao k – esimo centroide no plano gerado a partir da análise de componentes principais

EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
F	F calculado
<i>f</i>	Número de ambientes favoráveis
Fe ²⁺	Ferro trocável
<i>g</i>	Número de genótipos
g kg ⁻¹	Gramas por quilograma
G x A	Genótipo por ambiente
ĜA _{ij}	Efeito de genótipos dentro de ambientes
GDM Seeds	Grupo Dom Mário Sementes
GL	Graus de liberdade
H+Al	Acidez potencial
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
<i>I_j</i>	Índice ambiental codificado
K ⁺	Potássio trocável
KCl	Cloreto de potássio
kg ha ⁻¹	Quilogramas por hectare
L ha ⁻¹	Litros por hectare
m	Metro
M.O.	Matéria orgânica
m/v	Percentual de massa de soluto em relação ao volume da solução
m ²	Metro quadrado
MAP	Mono-amônio-fosfato
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
mg dm ⁻³	Miligramas por decímetro cúbico
Mg ²⁺	Magnésio trocável
<i>M_j</i>	Resposta máxima obtida entre todos os genótipos no j-esimo ambiente
mL	Mililitros
mm	Milímetros
Mn ²⁺	Manganês trocável
<i>n</i>	Número de ambientes para a metodologia de Lin e Binns, e Número de genótipos para a metodologia de Eberhart e Russell

Na^+	Sódio trocável
ns	Não significativo
P	Fósforo
p	Número de ambientes
$p < 0,05$	Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F
p.c.	Produto comercial
$Pd_{(i,j)}$	Probabilidade de apresentar padrão de estabilidade semelhante ao k-esimo centroide
pH SMP	Método de análise e correção de acidez do solo baseado no poder tampão do solo
P_i	Performance genotípica
P_{id}	Performance genotípica em ambientes desfavoráveis
P_{if}	Performance genotípica em ambientes favoráveis
P_{ig}	Índice de superioridade do i-esimo genótipo
plantas ha^{-1}	Plantas por hectare
PR	Paraná
QM	Quadrado médio
QMD_i	Quadrado médio dos desvios da regressão do genótipo “i”
QMR	Quadrado médio do resíduo
R	Número de repetições
R^2	Coeficiente de determinação
R_8	Estádio fenológico de maturação plena da soja
S	Sul
S	Enxofre
S_{di}^2 ou σ_{di}^2	Desvio da regressão
SB	Soma de bases
SQ	Soma de quadrados
$\text{SQ}(A/G_i)$	Soma de quadrados do ambiente contido no i-ésimo genótipo
$\text{SQR}_{\text{Linear}}$	Soma de quadrados da regressão linear do i-ésimo genótipo
T	Capacidade de troca catiônica total
UNIOESTE	Universidade Estadual do Oeste do Paraná
USDA	Departamento de Agricultura dos Estados Unidos
V_4	Estádio fenológico vegetativo, apresentando a terceira folha

	trifoliolada completamente desenvolvida
W	Oeste
X_{ij}	Produtividade do i-esimo genótipo cultivado no j-esimo ambiente
Y	Total das observações
$\bar{Y}$	Média geral
$\bar{Y}_i$	Média do genótipo
Y_j	Média geral dos genótipos no ambiente “j”
$\bar{Y}_j$	Média do ambiente
Zn	Zinco
$\beta_i < 1$	Coeficiente de regressão linear menor que um
β_i	Coeficiente de regressão linear
ε_{ij}	Erro experimental médio
M_i	Média geral da cultivar i
ω_i	Estimativas dos parâmetros de estabilidade
ω_i (%)	Estimativa dos parâmetros de estabilidade em porcentagem
Y_{ij}	Média do genótipo <i>i</i> no ambiente <i>j</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Temperatura máxima e mínima diária, temperatura média e precipitação pluvial diária, em Palotina - PR, de 21/10/2016 a 30/01/2017 do ano agrícola 2016/2017.....	14
Figura 2 - Temperatura máxima e mínima diária, temperatura média e precipitação pluvial diária, em Campo Mourão - PR, de 05/11/2016 a 11/02/2017 do ano agrícola 2016/2017.....	14
Figura 3 - Temperatura máxima e mínima diária, temperatura média e precipitação pluvial diária, em Santa Helena - PR, de 23/10/2016 a 30/01/2017 do ano agrícola 2016/2017.....	15
Figura 4 - Temperatura máxima e mínima diária, temperatura média e precipitação pluvial diária, em Palotina - PR, de 21/10/2016 a 30/01/2017 do ano agrícola 2016/2017.....	36
Figura 5 - Temperatura máxima e mínima diária, temperatura média e precipitação pluvial diária, em Campo Mourão - PR, de 05/11/2016 a 11/02/2017 do ano agrícola 2016/2017.....	36
Figura 6 - Temperatura máxima e mínima diária, temperatura média e precipitação pluvial diária, em Santa Helena - PR, de 23/10/2016 a 30/01/2017 do ano agrícola 2016/2017.....	37
Figura 7 - Temperatura máxima e mínima diária, temperatura média e precipitação pluvial diária, em Campo Mourão - PR, de 01/10/2017 a 17/03/2018 do ano agrícola 2017/2018.....	57
Figura 8 - Temperatura máxima e mínima diária, temperatura média e precipitação pluvial diária, em Marechal Cândido Rondon - PR, de 01/09/2017 a 08/02/2017 do ano agrícola 2017/2018.....	58
Figura 9 - Temperatura máxima e mínima diária, temperatura média e precipitação pluvial diária, em Santa Helena - PR, de 01/09/2017 a 31/01/2018 do ano agrícola 2017/2018.....	58
Figura 10 - Temperatura máxima e mínima diária, temperatura média e precipitação pluvial diária, em Campo Mourão - PR, de 01/10/2017 a 17/03/2018 do ano agrícola 2017/2018.....	81
Figura 11 - Temperatura máxima e mínima diária, temperatura média e precipitação pluvial diária, em Marechal Cândido Rondon - PR, de 01/09/2017 a 08/02/2017 do ano agrícola 2017/2018.....	81
Figura 12 - Temperatura máxima e mínima diária, temperatura média e precipitação pluvial diária, em Santa Helena - PR, de 01/09/2017 a 31/01/2018 do ano agrícola 2017/2018.....	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise de química dos locais de realização dos ensaios de avaliação dos genótipos de soja no Paraná, no ano agrícola 2016/17	15
Tabela 2 - Análise granulométrica dos locais de realização dos ensaios de avaliação dos genótipos de soja no Paraná, no ano agrícola 2016/17	16
Tabela 3 - Tratos culturais realizados durante o desenvolvimento das genótipos submetidas à avaliação nos ambientes de Palotina, Campo Mourão e Itaipulândia, no ano agrícola 2016/2017	17
Tabela 4 - Resumo da análise de variância conjunta de número de dias para a maturação (NDM), altura de plantas na maturação (APM), população de plantas (PP) e produtividade de grãos (PROD) dos 30 genótipos de soja avaliados em Palotina, Campo Mourão e Itaipulândia, no ano agrícola 2016/17	19
Tabela 5 - Número de dias para a maturação de genótipos de soja, cultivados em três ambientes (Palotina, Campo Mourão e Itaipulândia), no ano agrícola de 2016/17	20
Tabela 6 - Ciclo de genótipos de soja, cultivados em três ambientes (Palotina, Campo Mourão e Itaipulândia), no ano agrícola de 2016/17	22
Tabela 7 - Altura de plantas na maturação de genótipos de soja, cultivados em três ambientes (Palotina, Campo Mourão e Itaipulândia), no ano agrícola de 2016/17	23
Tabela 8 - População de plantas ha ⁻¹ de genótipos de soja, cultivados em três ambientes (Palotina, Campo Mourão e Itaipulândia), no ano agrícola de 2016/17	25
Tabela 9 - Produtividade (kg ha ⁻¹) de genótipos de soja, cultivados em três ambientes (Palotina, Campo Mourão e Itaipulândia), no ano agrícola de 2016/17	27
Tabela 10 - Análise de química dos locais de realização dos ensaios de avaliação dos genótipos de soja no Paraná, no ano agrícola 2016/17	38
Tabela 11 - Análise granulométrica dos locais de realização dos ensaios de avaliação dos genótipos de soja no Paraná, no ano agrícola 2016/17 ..	38
Tabela 12 - Tratos culturais realizados durante o desenvolvimento dos genótipos submetidos à avaliação nos ambientes de Palotina, Campo Mourão e Itaipulândia, no ano agrícola 2016/2017	39
Tabela 13 - Resumo da análise de variância conjunta para a característica produtividade de grãos (kg ha ⁻¹) dos 30 genótipos de soja avaliados em três ambientes, no ano agrícola 2016/17	43

Tabela 14 - Estimativa dos efeitos de $\hat{G}A_{ij}$ e parâmetros de estabilidade (w_i) estimados de acordo com Método de Wricke (1965) para 30 genótipos de soja, avaliados em três ambientes	44
Tabela 15 - Médias gerais e índices ambientais, de acordo com a metodologia proposta por Finlay e Wilkinson (1963) para a característica produtividade de grãos, dos 30 genótipos de soja avaliados em três ambientes, no ano agrícola 2016/17	45
Tabela 16 - Estimativa do padrão de resposta de adaptabilidade e estabilidade pelo método Centróide, para a característica produtividade de grãos, dos 30 genótipos de soja avaliados em três ambientes, no ano agrícola 2016/17	46
Tabela 17 - Estimativa do padrão de resposta de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos, submetidos a ambientes favoráveis e desfavoráveis, pelo método proposto por Lin e Binns (1988), adaptado por Carneiro (1998), para a característica produtividade de grãos	48
Tabela 18 - Tratos culturais realizados durante o desenvolvimento dos genótipos submetidos à avaliação nos ambientes de Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê, no ano agrícola 2017/2018.....	61
Tabela 19 - Resumo da análise de variância conjunta de número de dias para a maturação (NDM), altura de plantas na maturação (APM), número de vagens por planta (NVPP), número de grãos população de plantas (PP) e produtividade de grãos (PROD) dos 30 genótipos de soja avaliados em Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê, no ano agrícola 2017/18.....	62
Tabela 20 - Número de dias para a maturação de genótipos de soja, cultivados em três ambientes (Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê), no ano agrícola de 2017/18	63
Tabela 21 - Ciclo de genótipos de soja, cultivados em três ambientes (Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê), no ano agrícola de 2017/18	65
Tabela 22 - Altura de plantas na maturação de genótipos de soja, cultivados em três ambientes (Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê), no ano agrícola de 2017/18	66
Tabela 23 - População de plantas ha^{-1} de genótipos de soja, cultivados em três ambientes (Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê), no ano agrícola de 2017/18	68
Tabela 24 - Número de vagens por planta (NLPP) e número de grãos por planta (NGPP) de genótipos de soja, cultivados em três ambientes (Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê), no ano agrícola de 2017/18.....	69
Tabela 25 - Produtividade ($kg\ ha^{-1}$) de genótipos de soja, cultivados em três ambientes (Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê), no ano agrícola de 2017/18	71

Tabela 26- Tratos culturais realizados durante o desenvolvimento dos genótipos submetidos à avaliação nos ambientes de Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê, no ano agrícola 2017/2018.....	84
Tabela 27 - Resumo da análise de variância conjunta para a característica produtividade de grãos (kg ha^{-1}) dos 30 genótipos de soja avaliados em três ambientes, no ano agrícola 2017/18	88
Tabela 28 - Médias gerais e índices ambientais, de acordo com a metodologia proposta por Finlay e Wilkinson (1963) para a característica produtividade de grãos, dos 30 genótipos de soja avaliados em três ambientes, no ano agrícola 2017/18	89
Tabela 29 - Estimativa do padrão de resposta de adaptabilidade e estabilidade pelo método Centróide, para a característica produtividade de grãos, dos 30 genótipos de soja avaliados em três ambientes, no ano agrícola 2017/18	90
Tabela 30 - Estimativa do padrão de resposta de adaptabilidade e estabilidade pelo método proposto por Eberhart e Russel (1966), para a característica produtividade de grãos, dos 30 genótipos de soja avaliados em três ambientes, no ano agrícola 2017/18	92

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS	6
2. ARTIGO 1. CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE GENÓTIPOS DE SOJA CULTIVADOS EM DIFERENTES AMBIENTES NO OESTE DO PARANÁ	10
2.1. INTRODUÇÃO.....	12
2.2. MATERIAL E MÉTODOS	13
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
2.4. CONCLUSÕES.....	28
2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
3. ARTIGO 2. ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE PRODUTIVA DE GENÓTIPOS DE SOJA CULTIVADOS NO OESTE DO PARANÁ NA SAFRA 2016/17	32
3.1. INTRODUÇÃO.....	34
3.2. MATERIAL E MÉTODOS	35
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
3.4. CONCLUSÕES.....	49
3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
4. ARTIGO 3. DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE SOJA CULTIVADOS NO OESTE DO PARANÁ	52
4.1. INTRODUÇÃO.....	56
4.2. MATERIAL E MÉTODOS	56
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
4.4. CONCLUSÕES.....	72
4.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
5. ARTIGO 4. ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE SOJA CULTIVADOS NO OESTE DO PARANÁ NA SAFRA 2017/18.....	75
5.1. INTRODUÇÃO.....	79
5.2. MATERIAL E MÉTODOS	80
5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	88
5.4. CONCLUSÕES.....	93
5.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
6. CONCLUSÕES GERAIS	96
ANEXOS	97

1. INTRODUÇÃO GERAL

A soja é uma planta anual, herbácea, ereta, autógama, originária de clima temperado, que apresenta ampla adaptação aos climas subtropicais e tropicais (BORÉM; MIRANDA; FRITSCHÉ-NETO, 2017; SEDIYAMA, 2009). A altura da planta pode variar de 0,3 a 2 metros e seu ciclo de 75 a 200 dias, sendo que a maioria das cultivares adaptadas as condições brasileiras apresentam ciclo de 90 a 150 dias (SEDIYAMA, 2009). De acordo com ciclo, são classificadas em precoces, semiprecoces, médios, semitardios e tardios (EMBRAPA, 2006).

A cultura é classificada ainda como planta de dias curtos, sendo sensível às mudanças entre latitudes ou datas de semeadura, devido suas respostas às variações no fotoperíodo (BONATO; VELLO, 1999). A época de semeadura é um dos fatores que mais influencia o porte, o ciclo e o rendimento da cultura (MAPA, 2018).

A soja se adapta melhor a temperaturas do ar e do solo variando entre 20 °C e 30 °C, sendo a temperatura do ar ideal para o crescimento e desenvolvimento em torno de 30 °C e para uma emergência rápida e uniforme, temperatura do solo de 25 °C. Em temperaturas do ar menores ou iguais a 10 °C o crescimento vegetativo é pequeno ou nulo, enquanto que acima de 40 °C tem-se efeito adverso. A floração é induzida com a temperatura do ar acima de 13 °C, podendo ocorrer floração precoce e diminuição da altura da planta quando esta for muito alta (MAPA, 2017).

Ainda segundo MAPA (2017) a precipitação pluvial também influencia no desenvolvimento da cultura, principalmente nas fases de germinação/emergência e de floração/enchimento de grãos. O déficit hídrico no período de floração e enchimento de grãos causa alterações fisiológicas na planta, como o fechamento estomático, enrolamento das folhas, e queda prematura de folhas, flores e vagens, acarretando em perda no rendimento de grãos.

Os registros mais antigos da cultura da soja estão no herbário “Pen Ts’ao Kang Mu” como parte da obra designada “Matéria Médica”, escrita em 2.838 a.C. pelo imperador Shen Nung (CÂMARA, 1998). Segundo Hymowitz (1970), a soja foi domesticada no século XI a.C., na região central da China, onde a espécie ancestral *Glycine soja* deu origem à espécie *Glycine Max* a qual acompanhou a migração nômade por volta de 2.000 a.C. em direção a região Leste da China (antiga Manchúria), referenciada como o centro de diversidade genética da soja.

No Brasil os primeiros estudos de adaptabilidade da soja iniciaram em 1882 na Bahia por Gustavo Dutra, com variedades trazidas dos Estados Unidos. Inicialmente a soja era estudada mais como cultura forrageira e eventualmente para produção de grãos. Entretanto apenas em 1900 e 1901 a cultura encontrou efetivas condições para se desenvolver e expandir com os primeiros plantios no Rio Grande do Sul, devido às semelhanças climáticas do ecossistema de origem dos materiais genéticos, com as condições climáticas predominantes no extremo sul do Brasil (EMBRAPA, 2000).

Seu cultivo tornou-se possível em todas as regiões do Brasil devido ao melhoramento genético visando alta produtividade, resistência às principais doenças, estabilidade produtiva e adaptação aos diversos ambientes agrícolas (FRANCO; HAMAWAKI, 2009).

Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor mundial do grão, somando 116,996 milhões de toneladas produzidos na safra 2017/18, em 35,100 milhões de hectares, e com produtividade média de 3.333 kg ha^{-1} . Esta produtividade é resultado da aplicação de um pacote tecnológico aliado à precipitações e temperaturas favoráveis. Os estados do Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul são os maiores produtores (31,887; 19,070 e 16,968 milhões de toneladas, respectivamente), correspondendo a 58,06% da produção total do país (CONAB, 2018a).

A estimativa para a safra 2018/19 é de crescimento na área cultivada de até 2,9% em relação à safra passada. No estado do Paraná, o incremento da semeadura se deve à migração de outras culturas, principalmente feijão, para a soja, por ser mais lucrativa e ter maior liquidez. A produção esperada tende a ser maior que a safra anterior devido às expectativas de condições climáticas favoráveis e ao uso de novas variedades (CONAB, 2018b).

Na obtenção destas novas cultivares os programas de melhoramento genético de soja, visam principalmente obter maior produção de grãos, seguida de outras características como precocidade, resistência a estresses bióticos e abióticos, e qualidade da semente para fins industriais. Por ser uma planta sensível à luminosidade intensa, ao fotoperíodo, umidade, temperatura, altitude, época de semeadura e fertilidade do solo, seu ideótipo pode variar entre as regiões produtoras e conforme o sistema de cultivo (SILVA et al., 2017).

Esta variação do ideótipo é conhecida como o efeito da interação genótipo x ambiente (G x A), a qual se constitui um dos maiores problemas dos programas de melhoramento, tanto na seleção como na recomendação de cultivares (ALLARD; BRADSHAW, 1964). Entretanto, para que essa interação seja detectada, é necessário que os diferentes genótipos sejam avaliados em dois ou mais ambientes contrastantes, para não superestimar a variância genética e a herdabilidade, e consequentemente, comprometer o ganho esperado pela seleção (TERASAWA et al., 2008).

Vencovsky e Barriga (1992) relatam que não basta detectar a presença da interação, deve-se também considerar a sua natureza. A interação pode ser simples, quando proporcionada pela diferença de variabilidade entre genótipos nos ambientes sem alteração na classificação dos genótipos entre os ambientes, ou complexa, quando há falta de correlação genética entre os desempenhos dos genótipos e os ambientes, alterando a classificação dos mesmos (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2014).

Segundo Ramalho et al. (2012) apesar dos estudos a respeito da interação G x A serem de grande importância para o melhoramento, não proporcionam informações sobre o comportamento de cada genótipo frente as variações ambientais. O uso de cultivares com ampla adaptabilidade e boa estabilidade é uma das alternativas para amenizar a influência da interação G x A (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2014). Desta forma, as análises de adaptabilidade e estabilidade fenotípica têm por objetivo identificar genótipos de comportamento previsível e que respondam às variações ambientais em condições específicas ou amplas.

A adaptabilidade é a capacidade de o indivíduo sobreviver, crescer e se reproduzir nas condições ambientais do local de introdução, e que depende de uma série de influências bióticas e de interações edafoclimáticas (LOPEZ; FORNÉS, 1997). No melhoramento de plantas a adaptabilidade pode ser ampla ou específica. Quando o objetivo for adaptação ampla procura-se obter cultivares com desempenho em aproximadamente todos os locais de cultivo. Por outro lado, quando o objetivo for adaptação específica, busca-se obter cultivares que se desempenhem bem em apenas uma parte bem definida da região de cultivo (ANNICCHIARICO, 2002).

A estabilidade é a capacidade de um genótipo exibir um desempenho o mais constante possível, em função de variações na qualidade ambiental (LAVORANTI,

2003). Ou seja, o genótipo com estabilidade agronômica, ou com estabilidade dinâmica é aquele que responde à variação ambiental de forma previsível, onde somente os desvios relacionados com a reação geral do genótipo contribuem para a instabilidade. Para a maioria das características quantitativas, os genótipos respondem às variações de ambiente com variações no fenótipo (BORÉM; MIRANDA; FRITSCHÉ-NETO, 2017).

Ainda segundo os mesmos autores, uma cultivar deve apresentar adaptabilidade e estabilidade, ou seja, apresentar alta produtividade e sua superioridade deve ser estável em diferentes condições ambientais, fatores estes que dependem da constituição genética da cultivar.

Por isso, são utilizadas diversas metodologias de análises de adaptabilidade e estabilidade, permitindo assim, a identificação de cultivares de comportamento previsível e que sejam responsivas às variações de ambiente, em condições específicas ou amplas (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2014).

As metodologias utilizadas variam de acordo com os dados experimentais, como por exemplo, o número de ambientes disponíveis, a precisão requerida e o tipo de informação que se deseja (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2014). Na cultura da soja, boa parte dos melhoristas utilizam as metodologias baseadas em regressão linear como o método de Eberhart e Russell (1966). Outros métodos também como o de Ecovalência proposto por Wricke (1965), é também utilizado para a cultura assim como as metodologias não paramétrica proposta por Lins e Binns (1988), modificada por Carneiro (1998), e a de Centróide, proposta por Rocha et al. (2005) e modificada por Nascimento et al. (2009), a qual é baseada nos componentes principais.

O método proposto por Eberhart e Russell (1966) é baseado em uma regressão linear simples, de uma variável dependente em relação ao índice ambiental para cada genótipo em que os parâmetros de coeficiente de regressão (β_i) e produtividade média estimam a adaptabilidade. Além disso, considera o desvio da regressão (S^2_{di}) para a estimativa da estabilidade da produção. Assim, o genótipo ideal será aquele com produtividade média alta, β_i igual a 1 e S^2_{di} o menor possível (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2014).

A metodologia proposta por Wricke (1965) identifica a cultivar de desempenho superior, considerando sua média geral, e aquela de comportamento mais previsível, em função das variações temporárias proporcionadas pelo ambiente. O parâmetro

de estabilidade denominado de “Ecovalência” é estimado decompondo-se a soma de quadrados da interação G x A nas partes devidas a genótipos isolados. O genótipo mais estável será aquele que apresentar baixos valores de ω_i , indicando que estes possuem os menores desvios em relação aos ambientes. O método é indicado por sua praticidade, principalmente nas fases finais de um programa de melhoramento (ROCHA, 2002).

No método de Lin & Binns (1988) utiliza-se o quadrado médio da distância entre a média da cultivar e a resposta média máxima para todos os ambientes para estimar a performance genotípica (P_i), ponderando assim, os desvios de comportamento dos cultivares nos ambientes, e leva em consideração o rendimento do genótipo e a resposta relativa a um genótipo hipotético. Posteriormente, Carneiro (1998) sugeriu a decomposição do estimador P_i nas partes devido a ambientes favoráveis e desfavoráveis. Para Pereira et al. (2009) umas das vantagens da utilização deste método é a possibilidade de recomendar imediatamente os genótipos que são mais estáveis.

O método Centróide (ROCHA et al., 2005) consiste na dispersão dos genótipos e ambientes em um plano com poucos eixos, permitindo a comparação dos valores da distância cartesiana entre os genótipos e os quatro genótipos de referência, denominados de ideótipos. Esses ideótipos caracterizam os genótipos de máxima adaptabilidade geral, específica a ambientes favoráveis ou desfavoráveis, ou ainda, de adaptabilidade mínima.

Nascimento et al. (2009) propôs a introdução de outros três ideótipos de performance mediana visando melhorar a sensibilidade do método. Desta forma, os genótipos podem ainda ser classificados como de média adaptabilidade geral, média adaptabilidade específica a ambientes favoráveis e de média adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis.

Comparações entre metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade têm sido realizadas em trabalhos de Barros et al. (2012), Carvalho et al. (2013), Oliveira et al. (2016), dentre outros. A concordância entre metodologias permite escolher aquele de simples execução e fácil interpretação. Entretanto, quando há discordância entre os métodos, a indicação de cultivares irá depender do método utilizado, havendo necessidade de escolha do método mais eficiente (CARGNELUTTI FILHO et al., 2009).

Para Cruz, Carneiro, e Regazzi (2014) as comparações entre metodologias são de certa forma, impróprias, pois empregam procedimentos estatísticos específicos e alguns são modificações de outros, podendo ainda ser alternativos, ou então complementares.

Todavia, para outros autores, a comparação das estimativas de adaptabilidade ou estabilidade por diferentes métodos pode contribuir para melhor predição do comportamento dos genótipos avaliados, aumentando a confiabilidade da seleção e recomendação dos melhores materiais, do que apenas por um método isoladamente (SILVA; DUARTE, 2006; MARCHIORI, 2008; CARVALHO et al, 2013).

Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo de caracterizar o desenvolvimento e analisar a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica de genótipos de soja, pelas metodologias de Wrike, Eberhart e Russell, Centróide e de Lin e Binns, visando a recomendação de cultivares para a região oeste do Paraná.

REFERÊNCIAS

ALLARD, R.W.; BRADSHAW, A. D. Implications of genotype – Environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, Madison, v. 4, n. 5, p. 503-508, 1964.

ANNICCHIARICO, P. **Genotype x environment interactions**: challenges and opportunities for plant breeding and cultivar recommendations. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2002. 115p.

BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T.; MELO, A. V. de; FIDELIS, R. R.; CAPONE, A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja por meio de métodos uni e multivariado. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. Gurupi, v. 3, n.2, p. 49-58, 2012.

BONATO, E. R.; VELLO, N. A. Aspectos genéticos do tempo para o florescimento em variantes naturais de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 34, n. 6, p. 988-993, 1999.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. **Melhoramento de plantas**. 7. ed. Viçosa: Editora UFV, 2017. 543p.

CAGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L.; RIBOLDI, J.; GUADAGNIN, J. P. Associação entre métodos de adaptabilidade e estabilidade em milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.2, p.340-347, 2009.

CÂMARA, G.M.S. **Soja**: tecnologia da produção. Piracicaba: O Autor, 1998. 293p.

CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 1998. 168f. Tese (Doutorado Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CARVALHO, E. V.; PELUZIO, J. M.; SANTOS, W. F. dos; AFFÉRRI, F. S.; DOTTO, M. A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja no Tocantins. **Revista Agroambiente**, Boa Vista, v. 7, n. 2, p. 162-169, 2013.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. V. 5 - SAFRA 2017/18 - N. 8 - Oitavo levantamento | MAIO 2018a.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. V. 6 - SAFRA 2018/19 - N. 1 - Primeiro levantamento | OUTUBRO 2018b.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Imprensa Universitária, v. 2, 2014. 668p.

EBERHART, S. A., RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6 n. 1, p. 36-40, 1966.

EMBRAPA. **Sistema de produção 11**: Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2007. Londrina: EMBRAPA SOJA, 2006, 225p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **A cultura da soja no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2000, 179p.

FRANCO, P. B.; HAMAWAKI, O. T. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em goiás no ano 2004/2005. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 3, p. 51-64, 2009.

HYMOWITZ, T. On the domestication of the soybean. **Economic Botany**, New York, v. 24, n. 4, p. 408-421, 1970.

LAVORANTI, O. J. **Estabilidade e adaptabilidade fenotípica através da reamostragem “bootstrap” no modelo AMMI**. 2003. 166f. (Tese - Doutorado em Estatística e Experimentação Agronômica) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

LIN, C. S., BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 68, n. 1, p. 193-198, 1988.

LÓPEZ, C. R.; FORNÉS, L. F. Estabilidade genética em progênies de *Eucalyptus grandis* (Hill) ex Maiden. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTUS, 1997, Salvador. **Proceedings...** Colombo: EMBRAPA, v. 1, p. 163-168, 1997.

MAPA - Brasil. **Portaria Nº 16, de 20 de julho de 2017.** Aprova o ZARC para o Estado do Paraná. Brasília, Diário Oficial da União de 21 de julho de 2017.

MARCHIORI, R. **Adaptabilidade e estabilidade de 20 genótipos de soja para a macro-região sojícola 3.** 2008. 61f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

NASCIMENTO, M.; CRUZ, C. D.; CAMPANA, A. C. M.; TOMAZ, R. S.; SALGADO, C. C.; FERREIRA, R. P. Alteração no método centróide de avaliação da adaptabilidade genotípica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 3, p. 263-269, 2009.

OLIVEIRA, V. M.; HAMAWAKI, O. T.; NOGUEIRA, A. O.; SOUSA, L. B.; SANTOS, F. M.; HAMAWAKI, R. L. Selection for wide adaptability and high phenotypic stability of Brazilian soybean genotypes. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 15, n. 1, p. 1-13, 2016.

PEREIRA, H. S.; MELHO, L. C.; FARIA, L. C.; DEL PELOSO, M. J.; COSTA, J. G. C.; RAVA, C. A.; WENDDLAND, A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum com grãos tipo carioca na Região Central do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 1, p. 29-37, 2009.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; SANTOS, J. B.; NUNES, J. A. R. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas.** Lavras: Editora UFLA, 2012. 522p.

ROCHA, M.M. **Seleção de linhagens experimentais de soja para adaptabilidade e estabilidade fenotípica.** 2002. 173f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ROCHA, R. B.; MURO-ABAD, J. I.; ARAUJO, E. F.; CRUZ, C. D. Avaliação do método centróide para estudo de adaptabilidade ao ambiente de clones de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n.1, p. 255-266, 2005.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de Produção e Usos da Soja.** Londrina: Mecnas, 2009. 314p.

SILVA, F.; BORÉM, A.; SEDIYANMA, T. LUDKE, W. **Melhoramento da soja.** Viçosa: UFV, 2017. 563p.

SILVA, W. C. J. E; DUARTE, J. B. Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 1, p. 23-30, 2006.

TERASAWA JÚNIOR, F.; VENCOSKY, R.; KOEHLER, H.S. Environment and genotypeenvironment interaction in maize breeding in Paraná, Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.8, n. 1, p.17-22, 2008.

VENCOSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento.** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

WRICKE, G. Zur berechnung der okovalenz bei sommerweizen und hafer.
Pflanzenzuchtung, Berlin, v.52, n. 1, p.127-138, 1965.

2. ARTIGO 1. CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE GENÓTIPOS DE SOJA CULTIVADOS EM DIFERENTES AMBIENTES NO OESTE DO PARANÁ

RESUMO

Os programas de melhoramento têm se empenhado em obter novas cultivares, promissoras e adaptadas às diversas condições edafoclimáticas do país, e para tal, é necessário que estas sejam avaliadas em diferentes ambientes, a fim de verificar alterações no desempenho agronômico, em virtude de diferenças ambientais e as possíveis interações entre eles. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar características agronômicas de 30 genótipos de soja, nos ambientes de Palotina, Campo Mourão e Itaipulândia – PR, pertencentes ao Programa de Melhoramento da Don Mario Sementes. O delineamento experimental utilizado consistiu-se de blocos casualizados e três repetições, cultivados em três ambientes na safra 2016/17. Cada parcela experimental foi composta por quatro linhas, espaçadas entre si em 0,5 m e com 5 m de comprimento. As variáveis avaliadas foram: número de dias para a maturação, altura de planta na maturação, população de plantas e produtividade de grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância conjunta e comparados pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Em Palotina e Itaipulândia o número de dias para a maturação não apresentou diferença significativa, classificando a maioria destes como de ciclo semitardio. Por outro lado, a latitude de Campo Mourão, ocasionou redução no número de dias para a maturação, sendo a maioria dos genótipos classificados como de ciclo semiprecoce. Apenas o genótipo Exp_07 apresentou altura de planta na maturação dentro da faixa ideal (70 a 80 cm) em todos os ambientes avaliados. Houve pouca influência dos ambientes na população de plantas, média geral de 278.660,00 plantas ha^{-1} , sendo observadas diferenças estatísticas significativas apenas nos genótipos M5947 IPRO e AS 3680 IPRO. Os genótipos BMX GARRA RSF IPRO, Exp_05; Exp_06; Exp_08; Exp_09; Exp_10; Exp_12; Exp_13 e TMG7063 IPRO apresentam produtividades elevadas em todos os ambientes avaliados, os quais são os mais indicados para cultivo na região de estudo.

Palavras-chaves: *Glycine max*. Interação genótipo x ambiente. Genótipos.

AGRONOMIC CHARACTERISTICS OF SOYBEAN GENOTYPES CULTIVATED IN DIFFERENT ENVIRONMENTS IN PARANÁ WEST REGION

ABSTRACT

The breeding programs have been committed to obtain new promising cultivars adapted to the different soil and climatic conditions of this country, and for that, they must be evaluated in different environments in order to verify changes in agronomic performance due to environmental differences and possible interactions between them. In this sense, the objective of this work was to evaluate the agronomic characteristics of thirty soybean genotypes in the Palotina, Campo Mourão and Itaipulândia - PR environments, belonging to the Don Mario Seeds Improvement Program. The experimental design consisted of randomized blocks with 30 genotypes and three replicates, grown in three environments (Palotina, Campo Mourão, and Itaipulândia) in the 2016/17 crop season. Each experimental plot was composed of four lines, spaced 0.5 m apart and 5 m long. The evaluated variables were: number of days for maturation, plant height at maturity, plant population and grain yield. The data were submitted to analysis of joint variance and compared by the Scott-knott test ($p < 0.05$). In Palotina and Itaipulândia the number of days for maturation was similar, classifying most of them with semitardium cycle. On the other hand, the latitude of Campo Mourão, caused a reduction in the number of days for the maturation, being good part of the genotypes classified as semiprecoce cycle. Only the Exp_07 genotype presented plant height at maturity within the ideal range (70 to 80 cm) in all evaluated environments. There was little influence of the environments on the plant population, and significant statistical differences were observed only in the genotypes M5947 IPRO and AS 3680 IPRO. The genotypes: BMX GARRA RSF IPRO, Exp_05; Exp_06; Exp_08; Exp_09; Exp_10; Exp_12; Exp_13; and TMG7063 IPRO present a high average crop season in all evaluated environments, which are the most appropriate for indication of cultivation in the study region.

Keywords: *Glycine max*. Genotype x environment interaction. Genotypes.

2.1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é a principal cultura em extensão de área e volume de produção do Brasil, devido à sua ampla utilização em diferentes segmentos, como na produção de proteína animal e na alimentação humana, consolidando uma cadeia agroindustrial, além de ser alternativa na fabricação de biocombustíveis (CONAB, 2017).

Nos últimos dez anos a produtividade média brasileira tem variado de 2.245 a 3.394 kg ha⁻¹, tendo a da última safra (2017/18) atingido o recorde de produtividade. No entanto, em ambientes de produção mais favoráveis, a cultura pode atingir produtividades superiores a 8.000 kg ha⁻¹ (CONAB, 2018).

No contexto nacional, os programas de melhoramento tem se empenhado em obter novas cultivares promissoras e adaptadas às diversas condições edafoclimáticas do país, a fim de promover incrementos na produção (CRUZ, 2007). Esses ganhos podem ser de 1,5% a 2% ao ano (LEITE et al., 2015).

O aumento da produtividade de lavouras comerciais além de reduzir a pressão pela abertura de novas áreas de cultivo contribui para a preservação ambiental, quanto para o aumento da rentabilidade da cultura (CONAB, 2018).

Além disso, os programas de melhoramento de plantas permitem que regiões desenvolvam sistemas produtivos eficientes para competir com a economia global, bem como atender a nichos específicos de mercado ao desenvolverem cultivares adaptadas às regiões específicas (BORÉM; MIRANDA; FRITSCHÉ-NETO, 2017).

A cultura da soja tem seu desenvolvimento influenciado pelo fotoperíodo, e assim, os genótipos acabam interagindo fortemente com os locais de cultivo, apresentando adaptações específicas em função da latitude (BAIGORRI, 2004).

Com isso, antes de realizar a recomendação de novas cultivares, é necessário que os programas de melhoramento realizem avaliações em diferentes ambientes, e verifiquem alterações no desempenho agrônômico dos genótipos em virtude de diferenças ambientais e as possíveis interações entre eles (SEDIYAMA, 2015).

Deste modo, o presente trabalho teve por objetivo avaliar características agrônômicas de 30 genótipos de soja, nos ambientes de Palotina, Campo Mourão e Itaipulândia –PR.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em condições de campo, em três áreas experimentais da Don Mario Sementes, Instituição privada pertencente ao grupo argentino GDM Seeds, no ano agrícola 2016/2017. Os ensaios foram conduzidos em propriedades rurais localizadas nos municípios de Palotina (latitude 24°19'46.60" S e longitude 54°44'52.70" W, com altitude aproximada de 340m), Campo Mourão (latitude 24°04'01.57" S e longitude 52°19'12.30" W, com altitude aproximada de 763m) e Itaipulândia (latitude 24°28'22.95" S e longitude 54°03'29.00" W, com altitude aproximada de 227m) no estado do Paraná.

O clima da região, nas três áreas, de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Cfa mesotérmico úmido subtropical de verões quentes, com temperatura média superior a 22°C, e invernos amenos, com temperatura média inferior a 18°C. Os invernos são secos, com geadas pouco frequentes. Há tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida. As precipitações médias anuais variam de 1600 a 1800 mm nos três municípios (CAVIGLIONE, 2000).

Os dados referentes à precipitação pluvial, temperaturas máximas, mínimas e médias diárias das áreas experimentais, foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, os quais foram observados nas estações meteorológicas dos municípios de Palotina e Campo Mourão (Figura 1) (Figura 2) e de Santa Helena (Figura 3), em função da inexistência destas instalações no município de Itaipulândia.

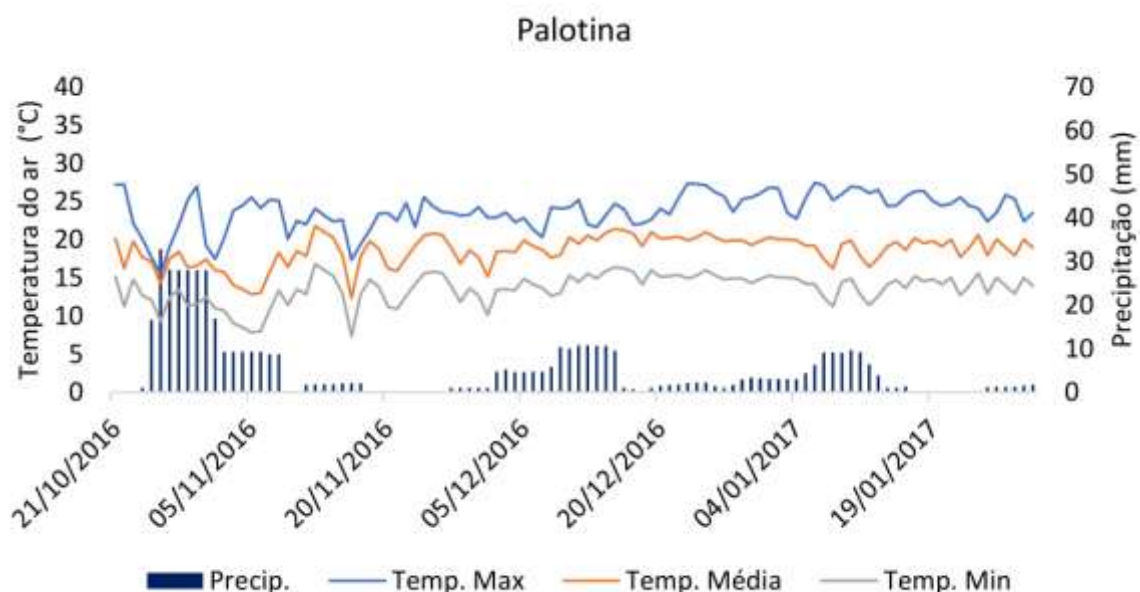


Figura 1 - Temperatura máxima e mínima diária, temperatura média e precipitação pluvial diária, em Palotina - PR, de 21/10/2016 a 30/01/2017 do ano agrícola 2016/2017.

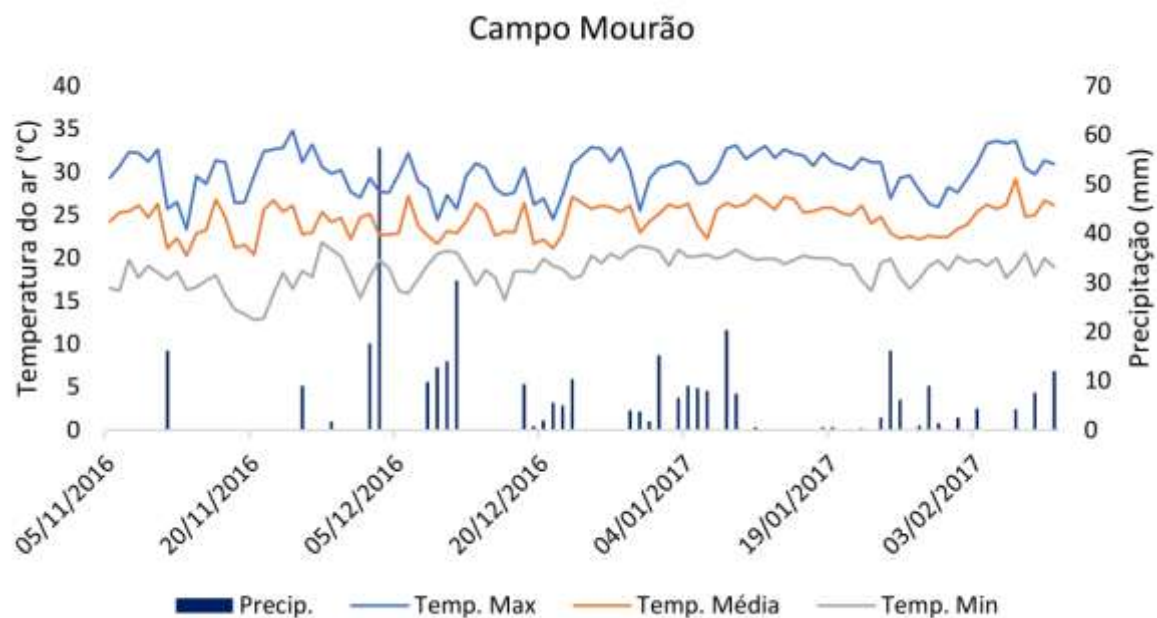


Figura 2 - Temperatura máxima e mínima diária, temperatura média e precipitação pluvial diária, em Campo Mourão - PR, de 05/11/2016 a 11/02/2017 do ano agrícola 2016/2017.

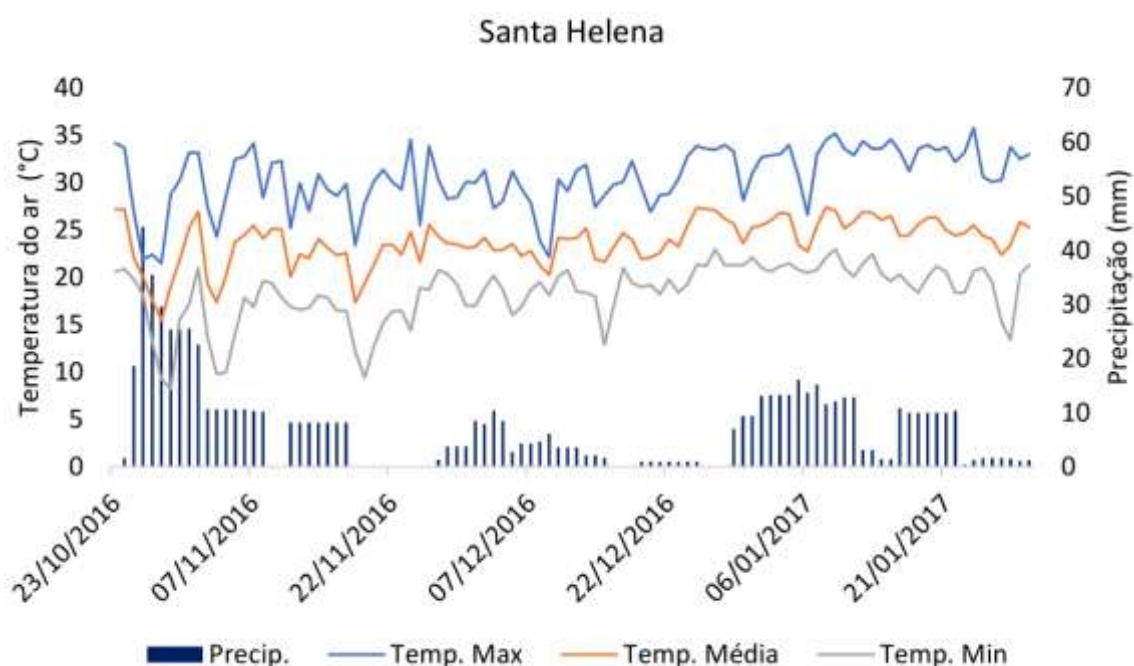


Figura 3 - Temperatura máxima e mínima diária, temperatura média e precipitação pluvial diária, em Santa Helena - PR, de 23/10/2016 a 30/01/2017 do ano agrícola 2016/2017.

Os solos de Palotina, Campo Mourão e Itaipulândia (Tabela 1 e 2) cultivados a pelo menos 10 anos em Sistema de Plantio Direto, são classificados como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico, LATOSSOLO VERMELHO Distroférico e LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico, respectivamente, de textura argilosa e boa drenagem (SANTOS et al., 2013).

Tabela 1 - Análise de química dos locais de realização dos ensaios de avaliação dos genótipos de soja no Paraná, no ano agrícola 2016/17

Localidade	Prof. (cm)	pH (CaCl ₂)	P (mg dm ⁻³)	K	Ca	Mg	Al (cmol _c dm ⁻³)	H+Al	SB	T	V (%)
Palotina	0-20	5,0	45,9	0,7	4,0	1,1	0,9	2,1	5,8	7,9	73,4
Campo Mourão	0-20	5,0	14,2	0,4	3,5	0,8	1,1	1,9	4,7	6,6	71,2
Itaipulândia	0-20	5,2	27,3	0,3	3,4	1,2	0,0	2,0	4,9	6,9	71,0

Prof. < profundidade, P e K – Extrator de MELICH⁻¹, Al, Ca e Mg = KCl 1 mol⁻¹, H+Al = pH SMP (7,5)
Análise de solo determinada no Laboratório de Química Ambiental e Instrumental, UNIOESTE.

Tabela 2 - Análise granulométrica dos locais de realização dos ensaios de avaliação dos genótipos de soja no Paraná, no ano agrícola 2016/17

Localidade	Análise granulométrica (g kg ⁻¹)		
	Argila	Silte	Areia
Palotina	495,50	443,08	61,42
Campo Mourão	575,50	368,34	56,16
Itaipulândia	411,00	493,74	95,26

Análise granulométrica determinada no Laboratório de Química Ambiental e Instrumental, UNIOESTE.

O delineamento experimental adotado consistiu no de blocos ao acaso, composto de 30 genótipos de soja, em três repetições, sendo avaliados 11 genótipos da empresa Don Mario (EXP_05, EXP_06, EXP_07, EXP_08, EXP_09, EXP_10, EXP_11, EXP_12, EXP_13, EXP_17, EXP_18,) e 19 cultivares comerciais, (M 6410 IPRO, LG 60163 IPRO, M 6210 IPRO, AS 3610 IPRO, TMG 7062 IPRO, M 5947 IPRO, AS 3730 IPRO, TMG 7063 IPRO, NS 6906 IPRO, NS 6700 IPRO, AS 3680 IPRO NS 6535 IPRO, DM 6563RSF IPRO, DM 61I59RSF IPRO, BMX GARRA RSF IPRO, BMX PONTA RSF IPRO, BMX POTENCIA, BMX ICONE RSF IPRO e BMX VALENTE RSF) das quais sete são da própria empresa.

A semeadura foi realizada com semeadora-adubadora em sistema de plantio direto, nos dias 21 de setembro, 10 de outubro, e 23 de setembro de 2017, em Palotina, Campo Mourão, e Itaipulândia, respectivamente. As parcelas foram constituídas de 4 linhas de 5 metros, espaçadas em 0,50 m. Como parcela útil, foram desconsiderados uma linha de cada lado e 0,5 metros das extremidades das parcelas, totalizando área útil de 4 m².

As sementes foram tratadas com o inseticida a base de thiamethoxam (35% m/v) na dosagem de 200 mL de produto comercial (p.c)/100 Kg de sementes e com o fungicida a base de metalaxil-m (2% m/v), tiabendazol (15% m/v) e fludioxonil (2,5% m/v) na dosagem de 100 mL de p.c/100 Kg de sementes, não sendo realizado inoculação. A adubação mineral utilizada nos ambientes de Palotina, Campo Mourão e Itaipulândia, consistiram respectivamente: 02-20-18 (5% S + 0,2% B), 02-20-18 (7% Ca + 2% S) e 02-20-18 (9% Ca + 4% S), nas seguintes quantidades: 230, 290 e 250 kg ha⁻¹ respectivamente. O controle de plantas daninhas, pragas e doenças, e demais tratos culturais (Tabela 3) foram realizados conforme as necessidades da cultura.

Tabela 3 - Tratos culturais realizados durante o desenvolvimento das genótipos submetidas à avaliação nos ambientes de Palotina, Campo Mourão e Itaipulândia, no ano agrícola 2016/2017

AMBIENTES									
Palotina				Campo Mourão			Itaipulândia		
HERBICIDAS	¹ Nº	Dose	Ingrediente ativo	Nº	Dose	Ingrediente ativo	Nº	Dose	Ingrediente Ativo
	2	2,00 L ha ⁻¹	Glifosato potássico (62% m/v)	2	2,00 L ha ⁻¹	Glifosato potássico (62% m/v)	2	2,00 L ha ⁻¹	Glifosato potássico (62% m/v)
	1	1,50 L ha ⁻¹	2,4-D, Sal dimetilamina (80,6% m/v)	1	1,50 L ha ⁻¹	2,4-D, Sal dimetilamina (80,6% m/v)	1	1,50 L ha ⁻¹	2,4-D, Sal dimetilamina (80,6% m/v)
	1	1,00 L ha ⁻¹	Cletodim (24% m/v)	2	1,00	Cletodim (24% m/v)	1	1,00	Cletodim (24% m/v)
	1	2,00 L ha ⁻¹	Paraquate (20% m/v)	1	2,00 L ha ⁻¹	Paraquate (20% m/v)	1	2,00 L ha ⁻¹	Paraquate (20% m/v) + Diurom (10% m/v)
INSETICIDAS	Nº	Dose	Ingrediente ativo	Nº	Dose	Ingrediente ativo	Nº	Dose	Ingrediente Ativo
	1	0,18 L ha ⁻¹	Tiametoxam (14,1% m/v) + Lamda cialotrina (10,6% m/v)	1	0,18 L ha ⁻¹	Tiametoxam (14,1% m/v) + Lamda cialotrina (10,6% m/v)	1	0,18 L ha ⁻¹	Tiametoxam (14,1% m/v) + Lamda cialotrina (10,6% m/v)
	1	0,35 L ha ⁻¹	Imidacloprid (25% m/v) + Bifentrina (5% m/v)	1	0,35 L ha ⁻¹	Imidacloprid (25% m/v) + Bifentrina (5% m/v)	2	0,35 L ha ⁻¹	Imidacloprid (25% m/v) + Bifentrina (5% m/v)
	1	1,00 Kg ha ⁻¹	Acefato (97% m/v)	1	1,00 Kg ha ⁻¹	Acefato (75% m/v)	1	0,07 L ha ⁻¹	Lamda-cialotrina (5% m/v) + Clorantraniliprole (10% m/v)
	1	0,15 L ha ⁻¹	Lufenuron (5% m/v)	1	0,60 L ha ⁻¹	Flubendiamida (48% m/v)			
FUNGICIDAS	Nº	Dose	Ingrediente ativo	Nº	Dose	Ingrediente ativo	Nº	Dose	Ingrediente Ativo
	1	0,40 L ha ⁻¹	Protiocanazol (17,5% m/v) + Trifloxistrobina (15% m/v)	1	0,40 L ha ⁻¹	Protiocanazol (17,5% m/v) + Trifloxistrobina (15% m/v)	1	0,40 L ha ⁻¹	Protiocanazol (17,5% m/v) + Trifloxistrobina (15% m/v)
	1	0,30 kg ha ⁻¹	Azoxistrobina (20% m/v) + Benzovindiflupir (15% m/m)	1	0,30 L ha ⁻¹	Fluxapiroxade (16,7% m/v) + Piraclostrobina (33,3% m/v)	1	1,00 L ha ⁻¹	Epoxiconazol (5% m/v) + Piraclostrobina (8,1% m/v)
	1	0,30 L ha ⁻¹	Azoxistrobina (20% m/v) + Ciproconazol (8% m/v)	1	0,30 L ha ⁻¹	Azoxistrobina (20% m/v) + Ciproconazol (8% m/v)			

¹Nº: número de aplicações.

Ao final do desenvolvimento da cultura foram avaliados, de acordo com a escala fenológica proposta por Fehr e Caviness (1981): altura média de planta na

maturação (cm), número de dias para a maturação (dias), população de plantas (plantas ha⁻¹) e produtividade (kg ha⁻¹).

A altura média de plantas na maturação foi avaliada no estágio R₈, medido dez plantas ao acaso dentro da parcela útil, a partir da superfície do solo até a inserção do racemo do ápice da haste principal da planta, com o auxílio de uma trena graduada em milímetros. O número de dias para a maturação foi considerado quando pelo menos 50% das plantas da parcela útil apresentavam 95% das vagens maduras, no estágio R₈, correspondendo ao ciclo da cultura.

A população de plantas foi estipulada a partir do número de plantas por metro linear, da área útil da parcela, por ocasião da colheita, sendo realizados três repetições da avaliação dentro de cada parcela. A colheita dos experimentos ocorreu de acordo com a maturidade final de cada genótipo. Posteriormente os materiais foram limpos e pesados para determinação da produtividade, com correção a 13% de umidade.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (Kolmogorov-Smirnov), com o auxílio dos aplicativos computacionais SAS (SAS INSTITUTE INC., 2014) e de homogeneidade de variâncias, através da análise de variância individual de cada ambiente, seguida da relação entre o maior e o menor QMR, sendo esta menor que sete (PIMENTEL-GOMES, 2009). Posteriormente, realizou-se a análise de variância conjunta e a comparação dos genótipos pelo teste de agrupamento Scott-Knott, com o auxílio do aplicativo computacional GENES (CRUZ, 2013).

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise de variância conjunta (Tabela 4) verificou-se que a interação genótipo x ambiente (G x A) foi significativa a 5% de probabilidade para as variáveis: número de dias para a maturação, altura de plantas na maturação e produtividade. Por outro lado, para a variável população de plantas, houve efeito apenas do ambiente.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância conjunta de número de dias para a maturação (NDM), altura de plantas na maturação (APM), população de plantas (PP) e produtividade de grãos (PROD) dos 30 genótipos de soja avaliados em Palotina, Campo Mourão e Itaipulândia, no ano agrícola 2016/17

FV	GL	Quadrados médios			
		NDM	APM	PP	PROD
Blocos/Ambientes	6	0,44	82,42	1806707,62	106588,89
Genótipo (G)	29	148,51**	678,87**	2421654,81**	152032,81*
Ambiente (A)	2	8474,67**	2367,53**	733196,34 ^{ns}	14830714,37**
G x A	58	22,24**	82,06**	1067969,29 ^{ns}	79729,55**
Resíduo	174	0,47	33,57	1073203,77	34338,39
TOTAL	269				
Média geral		135,28	100,89	278,66	2342,82
C.V. %		0,51	5,74	11,76	7,91

Ao avaliar o número de dias para a maturação em Palotina, os genótipos foram classificados em sete grupos distintos, nos quais, observa-se que o genótipo TMG 7063 IPRO apresentou o maior número de dias para a maturação, com 147,00 dias, enquanto que o Exp_12 foi classificado no último grupo, levando apenas 130,67 dias da semeadura à maturação. A grande maioria dos genótipos testados neste município foi classificado no grupo “c”, os quais apresentaram de 144,00 a 145,00 dias para a maturação (Tabela 5).

Em Campo Mourão, os genótipos foram classificados em dez grupos distintos, distribuídos de forma mais homogênea do que em Palotina. O genótipo AS3730 IPRO, pertencente ao grupo “a”, apresentou o maior número de dias para a maturação, com 133,67 dias, enquanto que os genótipos Exp_07, TMG 7062 IPRO, e Exp_12, foram classificados no grupo de menor tempo, com 118,33; 117,67; e 117,00 dias, respectivamente.

Da mesma forma que em Campo Mourão, em Itaipulândia os genótipos foram classificados em dez grupos distintos, sendo os genótipos Exp_17 e TMG 7063 IPRO pertencentes ao grupo de maiores dias para a maturação (com 147,00 e 146,33 dias, respectivamente). Por outro lado, os genótipos TMG 7062 IPRO e BMX GARRA RSF IPRO, classificados no grupo “j”, apresentaram os menores valores neste ambiente, ambos com 131,00 dias.

Tabela 5 - Número de dias para a maturação de genótipos de soja, cultivados em três ambientes (Palotina, Campo Mourão e Itaipulândia), no ano agrícola de 2016/17

GENÓTIPO	Ambiente		
	Palotina	Campo Mourão	Itaipulândia
TMG7063 IPRO	147,00 A a	131,00 B b	146,33 A a
Exp_17	145,67 B b	127,00 C d	147,00 A a
NS6700IPRO	145,00 A c	128,33 B c	145,00 A b
M6410IPRO	144,67 A c	126,33 C d	137,33 B f
Exp_07	144,67 A c	118,33 C j	142,33 B d
AS3730IPRO	144,67 A c	133,67 B a	145,00 A b
DM 61I59RSF IPRO	144,33 A c	123,67 B g	145,00 A b
Exp_05	144,33 A c	121,33 B h	143,67 A c
Exp_10	144,33 A c	124,33 C f	142,00 B d
Exp_11	144,33 A c	125,33 B e	144,33 A b
Exp_13	144,33 A c	121,33 C h	137,33 B f
NS6535 IPRO	144,33 A c	131,00 B b	144,33 A b
BMX ICONE RSF IPRO	144,33 A c	131,00 B b	145,00 A b
M 6210 IPRO	144,00 A c	127,00 B d	143,33 A c
Exp_06	144,00 A c	123,33 C g	136,67 B f
Exp_08	144,00 A c	123,67 C g	135,00 B g
Exp_09	144,00 A c	126,67 C d	137,33 B f
BMX PONTA RSF IPRO	144,00 A c	127,00 C d	142,00 B d
BMX VALENTE RSF	144,00 A c	123,33 B g	143,00 A c
Exp_18	144,00 A c	124,00 C f	139,33 B e
AS3680 IPRO	143,67 A c	120,00 B i	144,67 A b
AS3610 IPRO	139,33 B d	124,67 C f	142,00 A d
BMX_POTENCIA	137,67 B e	120,00 C i	142,00 A d
NS6906 IPRO	137,00 A e	122,67 C g	132,67 B i
DM 6563RSF IPRO	134,00 B f	120,00 C i	136,67 A f
LG60163 IPRO	133,67 A f	119,49 B i	134,33 A h
BMX GARRA RSF IPRO	133,67 A f	120,00 C i	131,00 B j
M5947IPRO	133,33 B f	124,00 C f	137,67 A f
TMG7062 IPRO	133,33 A f	117,67 C j	131,00 B j
Exp_12	130,67 B g	117,00 C j	132,67 A i
Média	141,54	124,11	140,20
C.V. (%)	0,40	0,57	0,55
Média geral: 135,28		C.V. (%): 0,51	

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

De acordo com o número de dias para a maturação, os genótipos de soja podem ser classificados em ciclo precoce (até 115 dias), semiprecoce (116 a 125 dias), médio (126 a 137 dias), e semitardio (138 a 150 dias) (EMBRAPA, 2013).

Neste trabalho, observa-se que em Palotina os quatro primeiros grupos de genótipos foram classificados como de ciclo semitardio, e os demais como de ciclo médio. Por outro lado, em Campo Mourão, os quatro primeiros grupos foram classificados como de ciclo médio, e os demais, como de ciclo semiprecoce. Enquanto que em Itaipulândia, os genótipos pertencentes aos grupos “a”, “b”, “c”, “d” e “e” foram classificados como de ciclo semitardio, e os demais como de ciclo médio (Tabela 6).

A duração média do ciclo da cultura da soja pode variar de 80 a 200 dias, dependendo do local e época de semeadura (SEDIYAMA et al., 2009). A maioria dos cultivares adaptados às condições brasileiras apresentam ciclo em torno de 90 a 150 dias (SILVA et al., 2017).

Em geral, os genótipos apresentaram os menores valores quando cultivados em Campo Mourão, com média de 124,11 dias para a maturação, valor bem inferior ao observado em Palotina e em Itaipulândia, com 141,54 e 140,20 dias, respectivamente. Isto se deve ao fato de que o município de Campo Mourão apresentou a maior variação ambiental comparado aos demais ambientes (Figuras 1, 2 e 3).

De acordo com Silva et al. (2017) o fotoperíodo e a temperatura são os principais fatores que afetam o ciclo biológico da cultura da soja. Por ser uma cultura de dias curtos, a sensibilidade ao fotoperíodo varia entre os cultivares, sendo o florescimento induzido quando o comprimento do dia for menor que o fotoperíodo crítico da cultivar (SEDIYAMA, 2009; EMBRAPA, 2013).

Este fotoperíodo crítico é alcançado mais rapidamente em locais de menores latitudes, culminando na diminuição do ciclo da cultura (ROCHA et al., 2012). Fato que pode ser observado neste trabalho, em que os menores ciclos ocorreram no município de menor latitude. A floração também é induzida por temperaturas acima de 13° C, não ocorrendo sob temperaturas noturnas abaixo de 14°C (EMBRAPA, 2013).

Tabela 6 - Ciclo de genótipos de soja, cultivados em três ambientes (Palotina, Campo Mourão e Itaipulândia), no ano agrícola de 2016/17

GENÓTIPO	Ambiente					
	Palotina		Campo Mourão		Itaipulândia	
	Dias	Classificação ¹	Dias	Classificação	Dias	Classificação
Exp_12	130,67	Médio	117,00	Semiprecoce	132,67	Médio
M5947IPRO	133,33	Médio	124,00	Semiprecoce	137,67	Médio
TMG7062 IPRO	133,33	Médio	117,67	Semiprecoce	131,00	Médio
LG60163 IPRO	133,67	Médio	119,49	Semiprecoce	134,33	Médio
BMX GARRA RSF IPRO	133,67	Médio	120,00	Semiprecoce	131,00	Médio
DM 6563RSF IPRO	134,00	Médio	120,00	Semiprecoce	136,67	Médio
NS6906 IPRO	137,00	Médio	122,67	Semiprecoce	132,67	Médio
BMX_POTENCIA	137,67	Médio	120,00	Semiprecoce	142,00	Semitardio
AS3610 IPRO	139,33	Semitardio	124,67	Semiprecoce	142,00	Semitardio
AS3680 IPRO	143,67	Semitardio	120,00	Semiprecoce	144,67	Semitardio
M 6210 IPRO	144,00	Semitardio	127,00	Médio	143,33	Semitardio
Exp_06	144,00	Semitardio	123,33	Semiprecoce	136,67	Médio
Exp_08	144,00	Semitardio	123,67	Semiprecoce	135,00	Médio
Exp_09	144,00	Semitardio	126,67	Médio	137,33	Médio
BMX PONTA RSF IPRO	144,00	Semitardio	127,00	Médio	142,00	Semitardio
BMX VALENTE RSF	144,00	Semitardio	123,33	Semiprecoce	143,00	Semitardio
Exp_18	144,00	Semitardio	124,00	Semiprecoce	139,33	Semitardio
DM 61I59RSF IPRO	144,33	Semitardio	123,67	Semiprecoce	145,00	Semitardio
Exp_05	144,33	Semitardio	121,33	Semiprecoce	143,67	Semitardio
Exp_10	144,33	Semitardio	124,33	Semiprecoce	142,00	Semitardio
Exp_11	144,33	Semitardio	125,33	Semiprecoce	144,33	Semitardio
Exp_13	144,33	Semitardio	121,33	Semiprecoce	137,33	Médio
NS6535 IPRO	144,33	Semitardio	131,00	Médio	144,33	Semitardio
BMX ICONE RSF IPRO	144,33	Semitardio	131,00	Médio	145,00	Semitardio
M6410IPRO	144,67	Semitardio	126,33	Médio	137,33	Médio
Exp_07	144,67	Semitardio	118,33	Semiprecoce	142,33	Semitardio
AS3730IPRO	144,67	Semitardio	133,67	Médio	145,00	Semitardio
NS6700IPRO	145,00	Semitardio	128,33	Médio	145,00	Semitardio
Exp_17	145,67	Semitardio	127,00	Médio	147,00	Semitardio
TMG7063 IPRO	147,00	Semitardio	131,00	Médio	146,33	Semitardio

¹ Precoce (até 115 dias), semiprecoce (116-125,9 dias), médio (126-137,9 dias) e semitardio (138-150 dias).

De acordo com Sedyama (2009), as variações ambientais e a constituição genética da cultivar também podem acarretar na alteração da altura de plantas na maturação, como observado neste trabalho (Tabela 7).

Tabela 7 - Altura de plantas na maturação de genótipos de soja, cultivados em três ambientes (Palotina, Campo Mourão e Itaipulândia), no ano agrícola de 2016/17

GENÓTIPO	Ambientes		
	Palotina	Campo Mourão	Itaipulândia
AS3680 IPRO	114,75 A a	112,58 A a	100,83 B b
AS3610 IPRO	114,58 A a	112,33 A a	95,25 B b
NS6700IPRO	112,92 A a	110,67 A a	107,08 A a
AS3730IPRO	112,08 A a	120,67 A a	111,58 A a
M 6210 IPRO	111,75 A a	113,75 A a	90,75 B c
NS6535 IPRO	110,83 A a	114,75 A a	102,67 B a
M6410IPRO	109,50 A a	109,50 A a	91,17 B c
BMX ICONE RSF IPRO	109,17 A a	114,00 A a	104,75 A a
Exp_17	108,33 A a	114,25 A a	114,67 A a
BMX_POTENCIA	107,83 A a	108,17 A a	103,00 A a
TMG7063 IPRO	106,92 A b	115,08 A a	104,67 A a
Exp_11	106,75 A b	105,08 A a	100,83 A b
Exp_10	103,33 A b	108,92 A a	103,58 A a
BMX VALENTE RSF	102,58 A b	109,08 A a	95,33 B b
Exp_09	102,42 A b	109,25 A a	100,50 A b
BMX PONTA RSF IPRO	100,42 B b	116,33 A a	86,58 C c
DM 61I59RSF IPRO	99,33 B c	109,50 A a	99,50 B b
BMX GARRA RSF IPRO	97,33 A c	106,00 A a	105,75 A a
NS6906 IPRO	96,50 B c	112,25 A a	98,08 B b
Exp_08	94,75 A c	101,25 A b	90,67 A c
Exp_18	93,75 A c	101,50 A b	98,08 A b
Exp_12	92,25 A c	98,42 A b	87,25 A c
Exp_05	92,00 A c	89,67 A c	83,25 A c
M5947IPRO	91,92 B c	101,00 A b	87,00 B c
LG60163 IPRO	89,50 B d	109,67 A a	82,83 B c
DM 6563RSF IPRO	88,92 B d	95,83 A c	82,08 B c
Exp_06	87,92 A d	93,92 A c	86,25 A c
TMG7062 IPRO	87,83 B d	109,08 A a	93,67 B c
Exp_13	87,00 A d	91,58 A c	96,25 A b
Exp_07	78,33 A d	73,75 A d	77,33 A c
Média	100,38	106,26	96,04
C.V. (%)	4,56	4,49	7,86
Média geral: 100,89		C.V. (%): 5,80	

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

O experimento realizado em Campo Mourão, último a ser semeado, foi o que apresentou a maior média de altura de plantas na maturação (106,26 cm), comparado com os de Palotina e Itaipulândia, os quais apresentaram altura média de 100,31 cm e 96,04 cm, respectivamente. Semeaduras de soja realizadas na primeira semana de outubro em regiões de altas temperaturas favorecem o aumento da altura de plantas de diferentes cultivares (EMBRAPA, 2013).

A altura de plantas na maturação é uma característica de grande importância ao cultivo da soja, uma vez que plantas com alturas maiores que 100 cm tendem a acamar, dificultando a colheita mecanizada (SEDIYAMA, 2015). Plantas com altura na maturação entre 70 e 80 cm são consideradas adequadas para a colheita mecanizada (CUNHA et al., 2013). Entretanto, neste trabalho apenas o genótipo Exp_07 apresentou altura de planta na maturação dentro da faixa ideal em todos os ambientes avaliados.

Nos três ambientes os genótipos BMX POTÊNCIA, NS 6535 IPRO, Exp_17, BMX ICONE RSF IPRO, NS6700 IPRO e AS 3730 IPRO foram classificados nos grupos de maiores alturas de planta na maturação. Observa-se ainda que os genótipos BMX GARRA RSF IPRO, Exp_05, Exp_06, Exp_07, Exp_08, Exp_09, Exp_10, Exp_11, Exp_12, Exp_13, BMX POTENCIA, Exp_17, BMX ICONE RSF IPRO, NS 6700 IPRO, TMG 7063 IPRO, Exp_18, e AS3730 IPRO, não diferiram na altura de plantas quando cultivados em diferentes ambientes, demonstrando serem mais estáveis quanto a esta variável. O uso de genótipos com boa estabilidade é uma das alternativas para amenizar a influência da interação genótipo x ambiente (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2014).

Quanto à população de plantas (Tabela 8), houve apenas diferença estatística significativa entre os ambientes, nos quais o genótipo M5947 IPRO, cultivado em Palotina, apresentou população de plantas superior aos demais ambientes, e o genótipo AS 3680 IPRO, cultivado em Itaipulândia, apresentou população de plantas inferior aos demais ambientes avaliados. No geral, a população de plantas em Palotina, Campo Mourão, e Itaipulândia foram de 279.385,06; 275.514,37; e 281.083,33 plantas ha⁻¹, respectivamente. Todos os genótipos apresentaram valores dentro da faixa de variação aceitável pela EMBRAPA.

Tabela 8 - População de plantas ha⁻¹ de genótipos de soja, cultivados em três ambientes (Palotina, Campo Mourão e Itaipulândia), no ano agrícola de 2016/17

GENÓTIPO	Ambientes			
	Palotina		Campo Mourão	Itaipulândia
M5947IPRO	361.551,72 A		283.333,33 B	273.333,33 B
Exp_06	328.333,33 A		285.000,00 A	298.333,33 A
Exp_12	316.666,67 A		321.666,67 A	313.750,00 A
AS3680 IPRO	315.000,00 A		291.666,67 A	245.000,00 B
BMX_POTENCIA	303.333,33 A		261.666,67 A	251.666,67 A
M 6210 IPRO	301.666,67 A		268.333,33 A	320.000,00 A
Exp_07	300.000,00 A		295.000,00 A	271.666,67 A
Exp_10	293.333,33 A		291.666,67 A	288.333,33 A
M6410IPRO	291.666,67 A		276.666,67 A	291.666,67 A
Exp_09	290.000,00 A		301.666,67 A	310.000,00 A
TMG7062 IPRO	288.333,33 A		273.333,33 A	295.000,00 A
DM 61I59RSF IPRO	286.666,67 A		276.666,67 A	301.666,67 A
BMX PONTA RSF IPRO	283.333,33 A		280.000,00 A	275.000,00 A
Exp_08	280.000,00 A		278.333,33 A	280.000,00 A
DM 6563RSF IPRO	271.666,67 A		237.097,70 A	298.333,33 A
NS6906 IPRO	271.666,67 A		285.000,00 A	288.333,33 A
BMX GARRA RSF IPRO	268.333,33 A		266.666,67 A	280.000,00 A
Exp_05	268.333,33 A		261.666,67 A	278.750,00 A
BMX VALENTE RSF	265.000,00 A		298.333,33 A	291.666,67 A
NS6700IPRO	265.000,00 A		280.000,00 A	285.000,00 A
BMX ICONE RSF IPRO	263.333,33 A		265.000,00 A	288.333,33 A
LG60163 IPRO	261.666,67 A		271.666,67 A	268.333,33 A
Exp_17	260.000,00 A		265.000,00 A	235.000,00 A
Exp_13	255.000,00 A		288.333,33 A	260.000,00 A
TMG7063 IPRO	255.000,00 A		295.000,00 A	275.000,00 A
Exp_18	253.333,33 A		251.666,67 A	250.000,00 A
AS3730IPRO	251.666,67 A		246.666,67 A	265.000,00 A
Exp_11	250.000,00 A		270.000,00 A	295.000,00 A
AS3610 IPRO	243.333,33 A		240.000,00 A	285.000,00 A
NS6535 IPRO	238.333,33 A		258.333,33 A	273.333,33 A
Média	279.385,06		275.514,37	281.083,33
C.V. (%)	11,13		12,50	11,62
Média geral: 278.660,90		C.V. (%): 11,65		

* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

De acordo com a EMBRAPA (2013), a população padrão recomendada para a cultura é de 320.000 plantas ha⁻¹, sendo aceitável uma variação de 25% deste valor. Populações inferiores ao recomendado podem resultar em plantas mais

ramificadas e de altura reduzida, ocasionando perdas na colheita além de favorecer o desenvolvimento de plantas daninhas. Por outro lado, populações acima da recomendação, não geram aumento da produtividade, apenas maiores gastos com sementes, e podem acarretar em acamamento das plantas.

A produtividade de grãos é indiscutivelmente o principal objetivo nos programas de melhoramento vegetal. No Brasil, a produtividade média tem sido em torno de 3.000 kg ha⁻¹, com oscilações causadas principalmente pelas variações pluviométricas. Entretanto, em condições climáticas favoráveis, a produtividade de grãos ultrapassa os 4.500 kg ha⁻¹ (SILVA, et al., 2017).

Neste trabalho as produtividades médias dos genótipos foram de 2.806,17; 2.172,48; e 2.049,80 kg ha⁻¹ em Palotina, Campo Mourão, e Itaipulândia, respectivamente (Tabela 9). Todos os genótipos avaliados apresentaram produtividades distintas quando submetidos aos diferentes ambientes.

Os genótipos foram classificados em dois grupos quanto a sua produtividade em Palotina, Campo Mourão e Itaipulândia, sendo apenas os genótipos BMX GARRA RSF IPRO, Exp_05; Exp_06; Exp_08; Exp_09; Exp_10; Exp_12; Exp_13; e TMG7063 IPRO classificados no grupo “a” em todos os ambientes. Genótipos que apresentam elevada média de produtividade em diferentes ambientes são os mais apropriados para serem indicados como novos cultivares (SEDIYAMA et al., 2009).

Em Palotina, o destaque foi para os genótipos M5947IPRO; Exp_05; Exp_07; BMX ICONE RSF IPRO e TMG7063 IPRO os quais atingiram produtividades superiores a 3.000 kg ha⁻¹. Além destes, outros catorze genótipos com produtividades superiores a 2.789,00 kg ha⁻¹, também foram classificados no mesmo grupo.

Por outro lado, em Campo Mourão, os genótipos classificados no grupo de maior produtividade não ultrapassaram os 2.600 kg ha⁻¹, sendo eles: M5947IPRO; AS3610 IPRO; M 6210 IPRO; BMX GARRA RSF IPRO; Exp_05; Exp_06; Exp_08; Exp_09; Exp_10; Exp_12; Exp_13; NS6535 IPRO; BMX ICONE RSF IPRO; e TMG7063 IPRO. Em média, os valores em Itaipulândia foram ainda menores. A produtividade dos dezenove genótipos classificados no grupo “a” variou de 2.514,31 a 2.051,00 kg ha⁻¹.

Tabela 9 - Produtividade (kg ha⁻¹) de genótipos de soja, cultivados em três ambientes (Palotina, Campo Mourão e Itaipulândia), no ano agrícola de 2016/17

GENÓTIPO	Ambientes		
	Palotina	Campo Mourão	Itaipulândia
M5947IPRO	3.094,33 A a	2.345,00 B A	1.916,00 C b
Exp_05	3.061,00 A a	2.300,67 B A	2.299,31 B a
BMX ICONE RSF IPRO	3.044,67 A a	2.350,33 B A	1.841,33 C b
Exp_07	3.016,33 A a	2.127,33 B B	1.996,67 B b
TMG7063 IPRO	3.007,67 A a	2.236,33 B A	2.117,67 B a
M6410IPRO	2.998,45 A a	2.104,67 B B	2.110,67 B a
DM 61I59RSF IPRO	2.965,33 A a	1.874,00 B B	2.041,33 B a
NS6535 IPRO	2.964,33 A a	2.363,33 B A	2.024,00 C b
M 6210 IPRO	2.945,33 A a	2.201,33 B A	1.662,67 C b
BMX GARRA RSF IPRO	2.928,00 A a	2.312,33 B A	2.514,31 B a
AS3610 IPRO	2.918,67 A a	2.332,00 B A	1.915,00 C b
Exp_10	2.899,31 A a	2.428,00 B A	2.150,00 B a
Exp_12	2.877,00 A a	2.195,67 B A	2.402,31 B a
AS3680 IPRO	2.857,33 A a	1.938,00 B B	1.911,67 B b
Exp_08	2.843,33 A a	2.246,00 B A	2.258,33 B a
AS3730IPRO	2.833,67 A a	2.172,33 B B	1.837,00 C b
Exp_06	2.828,81 A a	2.332,33 B A	2.085,67 B a
Exp_09	2.824,00 A a	2.345,09 B A	2.122,33 B a
Exp_13	2.789,00 A a	2.512,71 A A	2.051,00 B a
DM 6563RSF IPRO	2.735,73 A b	1.971,67 B B	2.043,00 B a
LG60163 IPRO	2.712,67 A b	2.140,67 B B	2.146,33 B a
TMG7062 IPRO	2.708,00 A b	1.970,00 B B	2.187,67 B a
Exp_18	2.656,67 A b	1.751,59 C B	2.183,33 B a
BMX VALENTE RSF	2.649,33 A b	2.069,00 B B	1.871,33 B b
Exp_11	2.617,81 A b	2.108,00 B B	2.129,00 B a
NS6906 IPRO	2.610,00 A b	2.085,67 B B	2.209,33 B a
BMX_POTENCIA	2.525,00 A b	2.030,00 B B	1.933,33 B b
Exp_17	2.462,00 A b	2.144,00 B B	1.907,67 B b
NS6700IPRO	2.410,67 A b	2.141,67 A B	1.769,67 B b
BMX PONTA RSF IPRO	2.400,67 A b	2.044,67 B B	1.856,00 B b
Média	2.806,17	2.172,48	2.049,80
C.V. (%)	6,64	9,31	8,07
Média geral: 2.342,82		C.V. (%): 8,07	

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott (p < 0,05).

Por ser um caráter quantitativo, ou seja, controlado por muitos genes, a produtividade é grandemente afetada pela influência do ambiente (FEHR, 1983). A soja se desenvolve bem em temperaturas entre 20 °C e 30 °C. Temperaturas muito

altas ocasionam danos na floração e diminuem a capacidade de retenção de vagens, levando a perdas de produtividade (EMBRAPA, 2013).

Em Campo Mourão e Itaipulândia, as temperaturas máximas ultrapassaram os 30 °C (Figuras 2 e 3), aonde as médias de temperaturas máximas em todo o ciclo chegaram aos 29,80 e 29,42 °C, respectivamente, enquanto que em Palotina, não ultrapassou os 23,27 °C. Altas temperaturas aceleram o processo de maturação das vagens, e quando associadas à alta umidade relativa do ar, comprometem a qualidade das sementes (NOGUEIRA et al., 2013).

Por outro lado, o déficit hídrico, principalmente no pós-florescimento, também pode causar redução no rendimento de grãos, que podem ser de 24 a 50 % (ROLLA et al., 2013). Dependendo do clima, manejo e cultivar, a necessidade de água pela cultura varia de 450 a 800 mm, podendo haver perdas na produtividade pelo abortamento de flores e vagens, diminuição do número de grãos por legume, do período de enximento e qualidade de grãos (GAVA, 2014). Isto justifica os baixos valores de produtividade encontrados em Campo Mourão em que registrou-se apenas 357,4 mm acumulados durante o desenvolvimento da cultura.

Alterações no desempenho relativo dos genótipos em decorrência das variações ambientais são frequentes na cultura da soja e podem causar dificuldades na recomendação de cultivares com ampla adaptabilidade (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2014). Entretanto, a interação genótipo x ambiente não deve ser vista apenas como um problema, pois ela permite identificar cultivares com adaptação específica, e assim, obter cultivares com maior potencial produtivo para cada região de cultivo, culminando no aumento da produção nacional (RAMALHO et al., 2012).

2.4. CONCLUSÕES

Em Palotina e Itaipulândia o número de dias para a maturação foi similar, classificando a maioria deles como de ciclo semitardio. Por outro lado, a latitude de Campo Mourão, ocasionou redução no número de dias para a maturação, sendo boa parte dos genótipos classificados como de ciclo semiprecoce.

Apenas o genótipo Exp_07 apresentou altura de planta na maturação dentro da faixa ideal (70 a 80 cm) em todos os ambientes avaliados.

Houve pouca influência dos ambientes na população de plantas, sendo observadas diferenças estatísticas significativas apenas nos genótipos M5947 IPRO e AS 3680 IPRO.

Os genótipos BMX GARRA RSF IPRO, Exp_05; Exp_06; Exp_08; Exp_09; Exp_10; Exp_12; Exp_13; e TMG7063 IPRO apresentam produtividades elevadas em todos os ambientes avaliados, os quais são os mais apropriados para indicação de cultivo na região de estudo.

2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAIGORRI, H. Criterios generales para la elección y el manejo de cultivares en el cono sur. In: BAIGORRI, H. **Manual práctico para la producción de soja**. 1 ed. Buenos Aires: Editora M. Díaz Zorita y G. Duarte, 2004. p. 39-77.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. **Melhoramento de plantas**. 7. ed. Viçosa: Editora UFV, 2017. 543p.

CAVIGLIONE, J.H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. CD-ROM.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **A produtividade da soja: análise e perspectivas**. v. 10. CONAB: Brasília, 2017.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Séries históricas da soja. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=20>> Acesso em 11 dez. 2018.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Imprensa Universitária. 2014. v. 2, 668p.

CRUZ, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

CRUZ, T.V. **Crescimento e produtividade de cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura no Oeste da Bahia**. 2007. 99f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Bahia.

CUNHA, M. C. G.; HAMAWAKI, O. T.; SOUSA, L. B. Genetic variability among 79 soybean progenies from UFU-Breeding Program. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 340-349, 2013.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja 2014. 2013. 265 p.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1981. 12p.

GAVA, R. **Os efeitos do estresse hídrico na cultura da soja (*Glicine Max*, (L.) Merrill.)**, 2014. 124f. Tese (Doutor em Ciencias). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2014.

LEITE, W. S. PAVAN, P. E.; MATOS FILHO, C. H. A.; FEITOSA, F. S.; OLIVEIRA, C. B. de. Estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres agrônômicos em genótipos de soja. **Revista Nativa**, Mato Grosso, v. 3, n. 4, p. 241-245, 2015.

NOGUEIRA, A. P. O.; SEDIYAMA, T.; OLIVEIRA, R. C. T.; DESTRO, D. Estádios de desenvolvimento. In: SEDIYAMA, T. **Tecnologias de Produção de Sementes de Soja**. Londrina: Editora Mecenass, 2013, cap. 2, p. 15-44.

PIMENTEL-GOMES, F. Análise de grupos de experimentos. In: _____. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: FEALQ, 2009. p. 139-159.

RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A. F. B.; SANTOS, J. B.; NUNES, J. A. R. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Lavras: Editora UFLA, 2012. 522p.

ROCHA, R. S.; SILVA, J. A. L. da.; NEVES, J. A.; SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. de C. Desempenho agrônômico de variedades e linhagens de soja em condições de baixa latitude em Teresina-PI. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 154-162, 2012 .

ROLLA, A. A. P.; de FÁTIMA CORRÊA CARVALHO, J.; FUGANTI-PAGLIARINI, R.; Engels, C.; do RIO, A.; MARIN, S.R.; de OLIVEIRA, M.C.; BENEVENTI, M.A.; MARCELINO-GUIMARÃES, F.C.; FARIAS, J.R.; NEUMAIER, N.; NAKASHIMA, K.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K.; NEPOMUCENO, A.L. Phenotyping soybean plants transformed with rd29A: AtDREB1A for drought tolerance in the greenhouse and field. **Transgenic Research**, London, v. 23, n. 1, p. 75-87, 2013.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.Á.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed rev. Ampl. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

SAS INSTITUTE INC. **SAS University Edition**: instalation guide. Cary; SAS Institute, 2014. Disponível em: < https://www.sas.com/pt_br/home.html >. Acessado 20 de dez 2018.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Editora Mecenass, 2009. 314p.

SEDIYAMA, T. **Melhoramento genético da soja**. Londrina: Editora Mecenass, 2015. 352 p.

SILVA, F.; BORÉM, A.; SEDIYAMA, T.; LUDKE, W. **Melhoramento da Soja**. Viçosa: Ed. UFV, 2017. 563p.

3. ARTIGO 2. ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE PRODUTIVA DE GENÓTIPOS DE SOJA CULTIVADOS NO OESTE DO PARANÁ NA SAFRA 2016/17

RESUMO

No Brasil, os programas de melhoramento de soja têm contribuindo de forma expressiva no desenvolvimento de cultivares mais produtivos. No entanto, a seleção de genótipos superiores com ampla adaptação é dificultada, devido à sua alta sensibilidade ao fotoperíodo tornam-se necessários à realização de estudos de estabilidade e adaptabilidade a fim de identificar as cultivares específicas para cada região. Desta forma, o trabalho teve por objetivo aplicar a adaptabilidade e estabilidade fenotípica na produtividade de 30 genótipos de soja. O delineamento experimental utilizado consistiu em blocos casualizados com 30 genótipos e três repetições, cultivados em três ambientes (Palotina, Campo Mourão, e Itaipulândia) na safra 2016/17. Cada parcela experimental foi composta por quatro linhas, espaçadas entre si em 0,5 m e com 5 m de comprimento. Ao final do ciclo, os genótipos foram colhidos, limpos e pesados para determinação de produtividade. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e de homogeneidade de variâncias, e a análise de variância conjunta. Após verificar-se significância na interação da análise conjunta, os dados foram submetidos a análises de adaptabilidade e estabilidade fenotípica. Para tal, optou-se pelo uso das metodologias clássicas de Ecovalência de Wricke, Centróide e de Lin e Binns, adaptada por Carneiro. Os dados apresentaram distribuição normal, permitindo a realização da análise conjunta a qual apresentou efeito significativo da interação genótipo x ambiente (G x A). Por meio das metodologias de Wricke, Centróide e Lin e Binns, os genótipos Exp_05, Exp_06, Exp_08, Exp_09, Exp_10, NS 6535 IPRO, e TMG 7063 IPRO destacaram-se por apresentarem altas produtividades, estabilidade e ampla adaptação, sendo passíveis de prosseguirem nos programas de melhoramento como alternativa de novas cultivares recomendadas para cultivo na região de estudo.

Palavras-chaves: *Glycine max* L. Centróide. Lin e Binns. Produtividade. Wricke.

ADAPTABILITY AND STABILITY OF SOYBEAN GRAIN YIELD GENOTYPES CULTIVATED IN THE WEST REGION OF PARANÁ IN 2016/17 CROP YEAR

ABSTRACT

In Brazil, soybean breeding programs have contributed significantly to the development of more productive cultivars. However, the selection of superior genotypes with wide adaptation is difficult due to their high sensitivity to the photoperiod, they are necessary to carry out stability and adaptability studies in order to identify the specific cultivars for each region. In this way, the work had the objective to evaluate the yield of 30 soybean strains grown in of Palotina, Campo Mourão and Itaipulândia –Paraná State. The experimental design consisted of randomized blocks with 30 genotypes and three replicates. Each experimental plot was composed of four lines, spaced 0.5 m apart and 5 m long. The conduction of the experiments occurred according to the crop recommendations. At the end of the cycle, genotypes were harvested, cleaned and weighed for yield determination. Data were submitted to normality test and homogeneity of variances, as well as variances analysis. After verifying significance in the interaction of joint analysis, data were submitted to analyzes of adaptability and phenotypic stability. For this, It was chosen the use of the classic Wricke Ecovalence, Centroid and Lin and Binns methodologies, adapted by Carneiro. Data presented normal distribution, allowing the accomplishment of joint analysis, that showed a significant effect of genotype x environment interaction ($G \times A$). Using Wricke, Centroid and Lin and Binns methodologies, Exp_05, Exp_06, Exp_08, Exp_09, Exp_10, NS 6535 IPRO, TMG 7063 IPRO genotypes, were distinguished since presented high crop season, stability and wide adaptation, being able to continue in the breeding program as an alternative of new cultivars recommended for cultivation in the study region.

Keywords: *Glycine max*. Centroid. Lin and Binns. Grain yield. Wricke.

3.1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) é uma das leguminosas de maior importância econômica do mundo, principalmente por ser ótima fonte de óleo e proteína vegetal, com teores em torno de 20 e 40%, respectivamente, e do baixo custo relativo de sua produção (SILVA et al., 2017).

A cultura possui papel importante na economia brasileira, sendo o país o segundo maior produtor mundial, atingindo 119,28 milhões de toneladas na última safra (2017/18), e com produtividade média de 3,394 mil kg ha⁻¹. A previsão é de crescimento na produção nacional em 0,7%, podendo atingir os 120,1 milhões de toneladas na safra seguinte (CONAB, 2018). Estes resultados se dão em virtude da cadeia produtiva e tecnológica desenvolvida em torno da espécie (SEDIYAMA, 2015).

Os programas de melhoramento vegetal têm contribuído para o avanço da cultura no país através do desenvolvimento de cultivares mais produtivos, resistentes a pragas e a doenças, e adaptadas a diferentes condições edafoclimáticas do país (REZENDE et al., 2011).

Entretanto, a espécie apresenta alta sensibilidade ao fotoperíodo, a qual varia de acordo com o genótipo, sendo o seu grau de reposta a este estímulo, o principal determinante da área de adaptação dos diferentes cultivares (RODRIGUES et al., 2001). Esta resposta conhecida como interação genótipo x ambiente (G x A) dificulta a seleção de genótipos superiores com ampla adaptação, tornam-se necessário à realização de estudos de estabilidade e adaptabilidade a fim de identificar as cultivares específicas para cada região (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2014).

A recomendação de genótipos específicos para cada ambiente, a estratificação de uma área heterogênea em sub-regiões mais homogêneas e a identificação de genótipos com ampla adaptabilidade e estabilidade, tem sido as alternativas propostas para atenuar o efeito da interação genótipos x ambientes (PELÚZIO et al., 2005).

Diversos modelos estatísticos vêm sendo utilizados com o objetivo de interpretá-la, sendo que a diferença entre eles está nos próprios conceitos e procedimentos biométricos utilizados na mediação desta interação (ROCHA, 2002).

Estes métodos podem ser baseados na análise de variância (como os métodos: Tradicional proposto por Yates e Cochran, 1938; Wricke, 1965; e Annicchiarico, 1992) na regressão (Finlay e Wilkinson, 1963; e Eberhart e Russell, 1966), análise não-paramétrica (Lin e Binns, 1988), componentes principais (como o Centróide, proposto por Rocha et al., 2005), dentre outros (CRUZ, 2013).

A utilização de mais de um método estatístico torna a seleção mais eficiente e a escolha dependerá dos dados ambientais, da precisão requerida, do número de ambientes disponíveis e do tipo de informação desejada (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2014).

Desta forma, o trabalho teve por objetivo aplicar modelos de adaptabilidade e estabilidade fenotípica na produtividade de 30 genótipos de soja, cultivados nos municípios de Palotina, Campo Mourão e Itaipulândia - PR.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em condições de campo, em três áreas experimentais da Don Mario Sementes, Instituição privada pertencente ao grupo argentino GDM Seeds, no ano agrícola 2016/2017. Os ensaios foram conduzidos em propriedades rurais localizadas nos municípios de Palotina (latitude 24°19'46.60" S e longitude 54°44'52.70" W, com altitude aproximada de 340m), Campo Mourão (latitude 24°04'01.57" S e longitude 52°19'12.30" W, com altitude aproximada de 763m), e Itaipulândia (latitude 24°28'22.95" S e longitude 54°03'29.00" W, com altitude aproximada de 227m), estado do Paraná.

O clima da região, nas três áreas, de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Cfa mesotérmico úmido subtropical de verões quentes, com temperatura média superior a 22°C, e invernos amenos, com temperatura média inferior a 18°C. Os invernos são secos, com geadas pouco frequentes. Há tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida. As precipitações médias anuais variam de 1600 a 1800 mm nos três municípios (CAVIGLIONE, 2000).

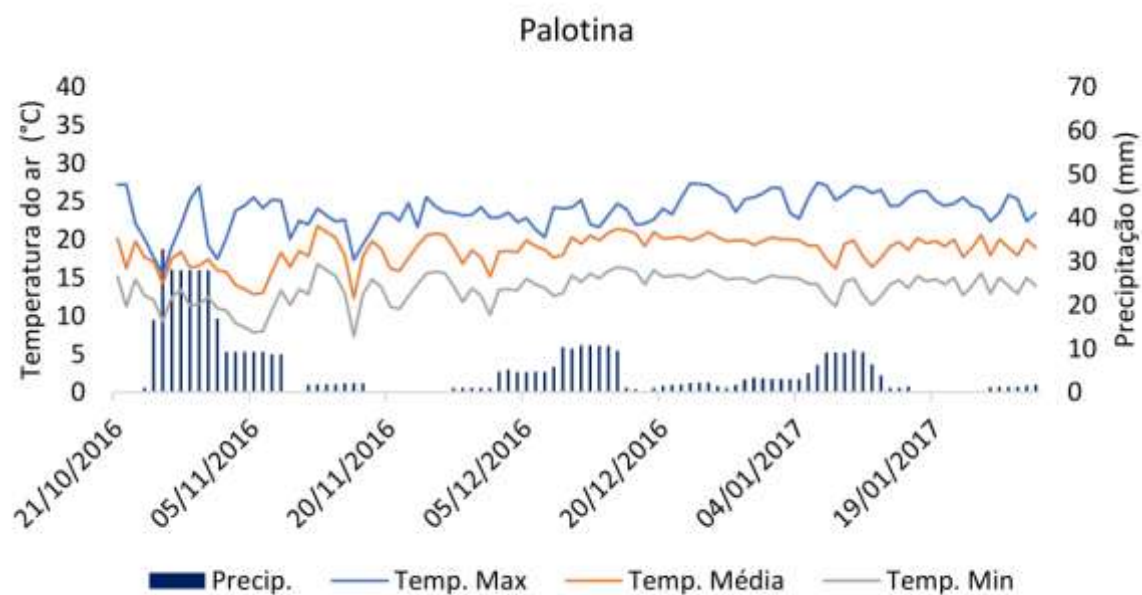


Figura 4 - Temperatura máxima e mínima diária, temperatura média e precipitação pluvial diária, em Palotina - PR, de 21/10/2016 a 30/01/2017 do ano agrícola 2016/2017.

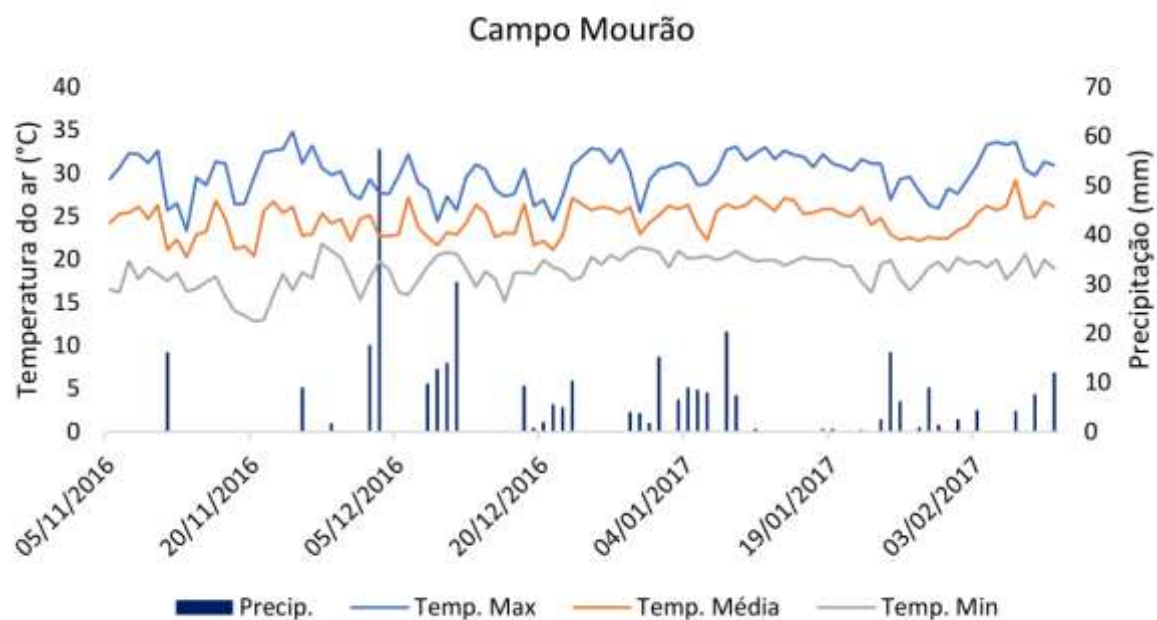


Figura 5 - Temperatura máxima e mínima diária, temperatura média e precipitação pluvial diária, em Campo Mourão - PR, de 05/11/2016 a 11/02/2017 do ano agrícola 2016/2017.

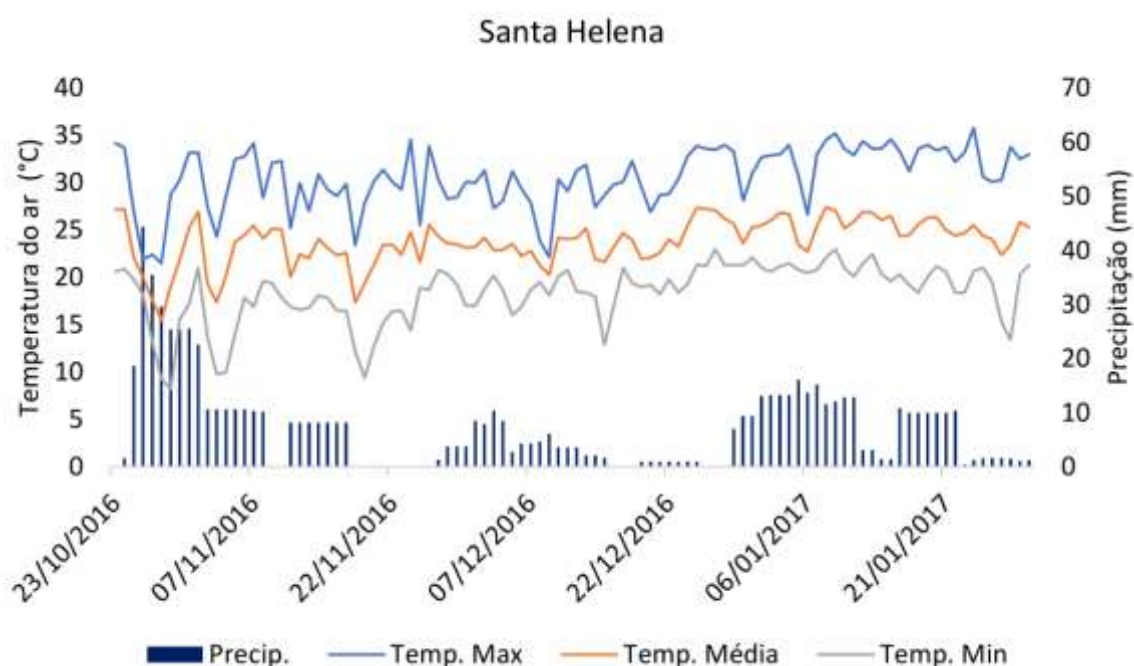


Figura 6 - Temperatura máxima e mínima diária, temperatura média e precipitação pluvial diária, em Santa Helena - PR, de 23/10/2016 a 30/01/2017 do ano agrícola 2016/2017.

Os dados referentes à precipitação pluvial, temperaturas máximas, mínimas e médias diárias das áreas experimentais foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, os quais foram observados nas estações meteorológicas dos municípios de Palotina e Campo Mourão (Figura 4) (Figura 5) e de Santa Helena (Figura 6), em função da inexistência destas instalações no município de Itaipulândia.

Os solos de Palotina, Campo Mourão e Itaipulândia cultivados a pelo menos 10 anos em Sistema de Plantio Direto, são classificados como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico, LATOSSOLO VERMELHO Distroférico e LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico, respectivamente, de textura argilosa e boa drenagem (SANTOS et al., 2013). As informações referentes as análises químicas e granulométricas estão expostas nas Tabelas 10 e 11.

Tabela 10 - Análise de química dos locais de realização dos ensaios de avaliação dos genótipos de soja no Paraná, no ano agrícola 2016/17

Localidade	Prof. (cm)	pH (CaCl ₂)	P (mg dm ⁻³)	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V (%)
							----- (cmol _c dm ⁻³) -----				
Palotina	0-20	5,0	45,9	0,7	4,0	1,1	0,9	2,1	5,8	7,9	73,4
Campo Mourão	0-20	5,0	14,2	0,4	3,5	0,8	1,1	1,9	4,7	6,6	71,2
Itaipulândia	0-20	5,2	27,3	0,3	3,4	1,2	0,0	2,0	4,9	6,9	71,0

Prof.< profundidade, P e K – Extrator de MELICH⁻¹, Al, Ca e Mg = KCl 1 mol⁻¹, H+Al = pH SMP (7,5)
Análise de solo determinada no Laboratório de Química Ambiental e Instrumental, UNIOESTE.

Tabela 11 - Análise granulométrica dos locais de realização dos ensaios de avaliação dos genótipos de soja no Paraná, no ano agrícola 2016/17

Localidade	Análise granulométrica (g kg⁻¹)		
	Argila	Silte	Areia
Palotina	495,50	443,08	61,42
Campo Mourão	575,50	368,34	56,16
Itaipulândia	411,00	493,74	95,26

Análise granulométrica determinada no Laboratório de Química Ambiental e Instrumental, UNIOESTE.

O delineamento experimental adotado consistiu-se de blocos ao acaso, composto de 30 genótipos de soja, em três repetições, sendo avaliados 11 genótipos da empresa Don Mario (EXP_05, EXP_06, EXP_07, EXP_08, EXP_09, EXP_10, EXP_11, EXP_12, EXP_13, EXP_17, EXP_18,) e 19 cultivares comerciais, (M 6410 IPRO, LG 60163 IPRO, M 6210 IPRO, AS 3610 IPRO, TMG 7062 IPRO, M 5947 IPRO, AS 3730 IPRO, TMG 7063 IPRO, NS 6906 IPRO, NS 6700 IPRO, AS 3680 IPRO NS 6535 IPRO, DM 6563RSF IPRO, DM 61I59RSF IPRO, BMX GARRA RSF IPRO, BMX PONTA RSF IPRO, BMX POTENCIA, BMX ICONE RSF IPRO e BMX VALENTE RSF) das quais sete são da própria empresa.

A semeadura foi realizada com semeadora-adubadora em sistema de plantio direto, nos dias 21 de setembro, 23 de setembro e 10 de outubro de 2017, em Palotina, Itaipulândia, e Campo Mourão, respectivamente. As parcelas foram constituídas de 4 linhas de 5 metros, espaçadas em 0,50 m. Como parcela útil, foram desconsiderados uma linha de cada lado e 0,5 metros das extremidades das parcelas, totalizando área útil de 4 m².

Tabela 12 - Tratos culturais realizados durante o desenvolvimento dos genótipos submetidos à avaliação nos ambientes de Palotina, Campo Mourão e Itaipulândia, no ano agrícola 2016/2017

AMBIENTES									
Palotina				Campo Mourão			Itaipulândia		
HERBICIDAS	¹ Nº	Dose	Ingrediente Ativo	Nº	Dose	Ingrediente Ativo	Nº	Dose	Ingrediente ativo
	2	2,00 L ha ⁻¹	Glifosato potássico (62% m/v)	2	2,00 L ha ⁻¹	Glifosato potássico (62% m/v)	2	2,00 L ha ⁻¹	Glifosato potássico (62% m/v)
	1	1,50 L ha ⁻¹	2,4-D, Sal dimetilamina (80,6% m/v)	1	1,50 L ha ⁻¹	2,4-D, Sal dimetilamina (80,6% m/v)	1	1,50 L ha ⁻¹	2,4-D, Sal dimetilamina (80,6% m/v)
	1	1,00 L ha ⁻¹	Cletodim (24% m/v)	2	1,00	Cletodim (24% m/v)	1	1,00	Cletodim (24% m/v)
	1	2,00 L ha ⁻¹	Paraquate (20% m/v)	1	2,00 L ha ⁻¹	Paraquate (20% m/v)	1	2,00 L ha ⁻¹	Paraquate (20% m/v) + Diurom (10% m/v)
INSETICIDAS	Nº	Dose	Ingrediente Ativo	Nº	Dose	Ingrediente Ativo	Nº	Dose	Ingrediente ativo
	1	0,18 L ha ⁻¹	Tiametoxam (14,1% m/v) + Lamda cialotrina (10,6% m/v)	1	0,18 L ha ⁻¹	Tiametoxam (14,1% m/v) + Lamda cialotrina (10,6% m/v)	1	0,18 L ha ⁻¹	Tiametoxam (14,1% m/v) + Lamda cialotrina (10,6% m/v)
	1	0,35 L ha ⁻¹	Imidacloprid (25% m/v) + Bifentrina (5% m/v)	1	0,35 L ha ⁻¹	Imidacloprid (25% m/v) + Bifentrina (5% m/v)	2	0,35 L ha ⁻¹	Imidacloprid (25% m/v) + Bifentrina (5% m/v)
	1	1,00 Kg ha ⁻¹	Acefato (97% m/v)	1	1,00 Kg ha ⁻¹	Acefato (75% m/v)	1	0,07 L ha ⁻¹	Lamda-cialotrina (5% m/v) + Clorantraniliprole (10% m/v)
	1	0,15 L ha ⁻¹	Lufenuron (5% m/v)	1	0,60 L ha ⁻¹	Flubendiamida (48% m/v)			
FUNGICIDAS	Nº	Dose	Ingrediente Ativo	Nº	Dose	Ingrediente Ativo	Nº	Dose	Ingrediente ativo
	1	0,40 L ha ⁻¹	Protiocanazol (17,5% m/v) + Trifloxistrobina (15% m/v)	1	0,40 L ha ⁻¹	Protiocanazol (17,5% m/v) + Trifloxistrobina (15% m/v)	1	0,40 L ha ⁻¹	Protiocanazol (17,5% m/v) + Trifloxistrobina (15% m/v)
	1	0,30 kg ha ⁻¹	Azoxistrobina (20% m/v) + Benzovindiflupir (15% m/m)	1	0,30 L ha ⁻¹	Fluxapiroxade (16,7% m/v) + Piraclostrobina (33,3% m/v)	1	1,00 L ha ⁻¹	Epoxiconazol (5% m/v) + Piraclostrobina (8,1% m/v)
	1	0,30 L ha ⁻¹	Azoxistrobina (20% m/v) + Ciproconazol (8% m/v)	1	0,30 L ha ⁻¹	Azoxistrobina (20% m/v) + Ciproconazol (8% m/v)			

¹Nº: número de aplicações.

As sementes foram tratadas com o inseticida a base de thiamethoxam (35% m/v) na dosagem de 200 mL de produto comercial (p.c)/100 Kg de sementes e com

o fungicida a base de metalaxil-m (2% m/v), tiabendazol (15% m/v) e fludioxonil (2,5% m/v) na dosagem de 100 mL de p.c/100 Kg de sementes, não sendo realizado inoculação. A adubação mineral utilizada nos ambientes de Palotina, Campo Mourão e Itaipulândia, consistiu respectivamente: 02-20-18 (5% S + 0,2% B), 02-20-18 (7% Ca + 2% S) e 02-20-18 (9% Ca + 4% S), nas seguintes quantidades: 230, 290 e 250 kg ha⁻¹ respectivamente. O controle de plantas daninhas, pragas e doenças, e demais tratos culturais estão apresentados na Tabela 12.

A colheita dos experimentos ocorreu de acordo com a maturidade final de cada genótipo. Posteriormente os materiais foram limpos e pesados para determinação da produtividade, com correção a 13% de umidade.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (Kolmogorov-Smirnov), com o auxílio dos aplicativos computacionais SAS (SAS INSTITUTE INC., 2014) e de homogeneidade de variâncias, por meio da análise de variância individual de cada ambiente, seguida da relação entre o maior e o menor QMR, sendo esta menor que sete (PIMENTEL-GOMES, 2009).

Após verificar significância na interação da análise conjunta, os dados foram submetidos a análises de adaptabilidade e estabilidade fenotípica. Para tal, optou-se pelo uso das metodologias clássicas de Ecovalência (WRICKE, 1965), Centróide (ROCHA et al., 2005), e de Lin e Binns (1988), adaptada por Carneiro (1998). Todas as análises de variância e de estabilidade e adaptabilidade foram realizadas com o auxílio do aplicativo computacional GENES (CRUZ, 2013).

Na metodologia de estabilidade proposta por Wricke (1965), cujo parâmetro de estabilidade é denominado “ecovalência” (ω_i), em que é feita a decomposição da soma de quadrados da interação G x A das partes devidas a genótipos isolados.

A ecovalência é estimada através da equação:

$$\omega_i = \sum_j (\bar{Y}_{ij} - \bar{Y}_i - \bar{Y}_j + \bar{Y}_{...})^2$$

Em que:

ω_i : é a ecovalência;

$\bar{Y}_{ij}$: é a média do genótipo i no ambiente j;

$\bar{Y}_i$: é a média do genótipo;

$\bar{Y}_j$: é a média do ambiente; e

$\bar{Y}_{...}$: é a média geral.

Por meio desta metodologia, são consideradas estáveis as genótipos com baixos valores de ω_i , indicando que estas possuem menores desvios em relação aos ambientes.

O método Centróide, é um método não paramétrico o qual calcula a distância entre os genótipos avaliados e os ideótipos estipulados, com intuito de representarem os genótipos de máxima adaptabilidade geral e específica a ambientes favoráveis ou desfavoráveis e também os de mínima adaptabilidade (ROCHA et al., 2005).

A classificação dos ambientes em favoráveis e desfavoráveis é feita utilizando o índice ambiental proposto por Finlay e Wilkinson (1963), em que:

$$I_j = \frac{1}{g} \sum_i Y_{ij} - \frac{1}{ag}$$

Y_{ij} : é a média do genótipo i no ambiente j ;

Y : é o total das observações;

a : é o número de ambientes; e

g : é o número de genótipos.

Posteriormente, foi calculada uma medida de probabilidade espacial utilizando o inverso da distância entre um tratamento aos quatro ideótipos:

$$P_{d(i,j)} = \frac{\frac{1}{di}}{\sum_i^4 = 1 \frac{1}{di}}$$

Em que:

$P_{d(i,j)}$: é a probabilidade de apresentar padrão de estabilidade semelhante ao k -ésimo centróide; e

di : é a distância do i -ésimo genótipo ao k – ésimo centróide no plano gerado a partir da análise de componentes principais.

De acordo com a maior probabilidade apresentada nos quatro ideótipos, os genótipos foram classificados em I, II, III, ou IV. Os ideótipos de máxima adaptabilidade geral que apresentam valores máximos para todos os ambientes estudados são denominados de ideótipo I. Os ideótipos de máxima adaptabilidade específica são aqueles que apresentam máxima resposta em ambientes favoráveis

e mínima resposta em ambientes desfavoráveis (ideótipo II) ou máxima resposta em ambientes desfavoráveis e mínima em ambientes favoráveis (ideótipo III). O ideótipo de mínima adaptabilidade é aquele que apresenta os menores valores em todos os ambientes estudados (ideótipo IV) (ROCHA, 2005).

Por outro lado, na metodologia de Lin e Binns (1988) a adaptabilidade e a estabilidades obtidas através do quadrado médio da distância entre a média da cultivar e a resposta média máxima obtida no ambiente. Essa medida de superioridade é denominada de performance genotípica (P_i), e é obtida por meio da equação:

$$P_{ig} = \frac{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - M_j)^2}{2n}$$

Em que:

P_{ig} : é o índice de superioridade do i-esimo genótipo;

X_{ij} : produtividade do i-esimo genótipo cultivado no j-esimo ambiente;

M_j : resposta máxima obtida entre todos os genótipos no j-esimo ambiente; e

n : o número de ambientes.

O parâmetro estimado pelo método é uma medida relativa a uma cultivar ideal de adaptabilidade geral, cujo coeficiente de regressão é igual, ou próximo, à unidade.

Posteriormente, Carneiro (1998) propôs a decomposição de P_i nas partes devidas a ambientes favoráveis e desfavoráveis em relação à reta bissegmentada. Assim, para os ambientes favoráveis, com índice ambiental positivo, incluindo o valor zero, o parâmetro da medida de adaptabilidade estabilidade de comportamento é dado pela equação:

$$P_{ifav} = \frac{\sum_{j=1}^f (X_{ij} - M_j)^2}{2f}$$

Da mesma forma, para os ambientes desfavoráveis, com índice ambiental negativo, este parâmetro é dado pela equação:

$$P_{idesf} = \frac{\sum_{j=1}^d (X_{ij} - M_j)^2}{2d}$$

A diferença das equações propostas por Carneiro (1998) está no fato de que ao invés de ser considerado o número total de ambientes (n), é apenas considerado

o número de ambientes favoráveis (f), e o número de ambientes desfavoráveis (d), respectivamente. Logo, para as três metodologias, o genótipo ideal foi aquele com menor P_i possível, tendo a maior parte deste valor atribuído ao desvio genético.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a metodologia proposta por Kolmogorov-Smirnov os dados apresentaram distribuição normal, permitindo a realização da análise conjunta (Tabela 13) sem necessidade de ajustes nos graus de liberdade. Constatou-se efeito significativo da interação genótipo x ambiente (G x A) a 1% de probabilidade para a característica produtividade de grãos, premissa básica para realização das análises de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos. A interação G x A significativa evidencia mudanças nos comportamentos dos genótipos frente às variações ambientais e é frequentemente reportada em diferentes culturas autógamas como a soja (RAMALHO et al., 2012)

Tabela 13 - Resumo da análise de variância conjunta para a característica produtividade de grãos (kg ha^{-1}) dos 30 genótipos de soja avaliados em três ambientes, no ano agrícola 2016/17

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F
BLOCOS/AMB	6	639.533,37	106.588,90	
GENÓTIPOS (G)	29	4.408.951,53	152.032,81	1,91**
AMBIENTES (A)	2	29.661.428,75	14.830.714,37	79,78**
G x A	58	4.624.314,06	79.729,55	2,32**
RESÍDUO	174	5.974.880,22	34.338,39	
TOTAL	269	45.309.107,92		
Média (Produtividade – kg ha^{-1})		2.342,82		
Coeficiente de Variação (%)		7,91		
Relação entre o maior e o menor QMResíduo:		1,49		

** - Significativo a 1% de probabilidade de erro pelo teste F.

As estimativas de ecovalência e da contribuição relativa de cada genótipo para a interação pelo método de Wricke (1965) mostram que os genótipos LG60163 IPRO; DM 6563RSF IPRO; Exp_05; Exp_06; Exp_08; Exp_09; Exp_10; BMX_POTENCIA; BMX VALENTE RSF; NS6535 IPRO e TMG7063 IPRO apresentaram as menores contribuições, sendo de 1,22%, 1,27%, 0,67%, 0,74%,

1,06%, 0,80%, 1,09%, 1,02%, 0,19%, 1,77%, e 0,80%, respectivamente (Tabela 14). Desta forma, estes materiais são considerados de alta estabilidade produtiva.

Tabela 14 - Estimativa dos efeitos de $\hat{G}A_{ij}$ e parâmetros de estabilidade (ω_i) estimados de acordo com Método de Wricke (1965) para 30 genótipos de soja, avaliados em três ambientes

Genótipos	----- Ambientes -----			$\omega_i^{(1)}$	$\omega_i (\%)^{(2)}$
	Itaipulândia	Campo Mourão	Palotina		
BMX VALENTE RSF	-32,20	42,78	-10,58	8.937,47	0,19
Exp_05	38,67	-82,66	43,99	30.787,55	0,67
Exp_06	-36,92	87,07	-50,15	34.374,54	0,74
Exp_09	-15,12	84,96	-69,83	36.967,03	0,80
TMG7063 IPRO	-43,20	-47,22	90,42	36.817,89	0,80
BMX_POTENCIA	63,57	37,56	-101,13	47.039,95	1,02
Exp_08	102,13	-32,89	-69,24	48.919,54	1,06
Exp_10	-49,42	105,90	-56,48	50.540,65	1,09
LG60163 IPRO	106,13	-22,22	-83,91	56.394,02	1,22
DM 6563RSF IPRO	85,88	-108,13	22,25	58.689,93	1,27
NS6535 IPRO	-133,54	83,11	50,42	81.848,08	1,77
M6410IPRO	-0,91	-129,59	130,50	101.479,10	2,19
AS3730IPRO	-150,98	61,67	89,31	103.725,99	2,24
Exp_11	137,08	-6,60	-130,48	107.579,63	2,33
BMX PONTA RSF IPRO	48,57	114,56	-163,13	126.285,53	2,73
AS3680 IPRO	-30,98	-127,33	158,31	126.706,99	2,74
Exp_07	-90,43	-82,44	172,87	134.570,35	2,91
AS3610 IPRO	-180,54	113,78	66,76	149.988,76	3,24
Exp_17	29,46	143,11	-172,58	153.397,15	3,32
TMG7062 IPRO	192,13	-148,22	-43,91	182.432,10	3,95
Exp_12	203,67	-125,66	-78,02	190.075,90	4,11
NS6906 IPRO	200,69	-45,66	-155,02	199.173,36	4,31
NS6700IPRO	-44,65	204,67	-160,02	208.469,68	4,51
BMX GARRA RSF IPRO	222,45	-102,21	-120,24	223.165,84	4,83
Exp_13	-106,89	232,14	-125,26	243.016,04	5,26
M5947IPRO	-242,76	63,56	179,20	285.254,85	6,17
DM 61I59RSF IPRO	40,80	-249,22	208,42	321.644,54	6,96
BMX ICONE RSF IPRO	-277,76	108,56	169,20	352.693,10	7,63
Exp_18	279,15	-275,27	-3,89	461.141,58	9,97
M 6210 IPRO	-314,09	101,89	212,20	462.196,91	9,99
TOTAL				4.624.314,06	100,00%

⁽¹⁾ Estimativas dos parâmetros de estabilidade ⁽²⁾ Estimativa dos parâmetros de estabilidade em porcentagem.

A identificação de genótipos que apresentam maior estabilidade fenotípica tem sido a alternativa mais aplicada para reduzir os efeitos decorrentes da interação G x A. (RAMALHO et al., 2012). Com isso, é possível verificar os genótipos altamente previsíveis mesmo com as variações ambientais. No entanto, esta característica não apresenta valor para o melhoramento se não estiver associada à alta produtividade (BORÉM; MIRANDA; FRITSCHÉ-NETO, 2017).

Assim, apesar de o genótipo BMX VALENTE RSF ser o mais estável (Tabela 16), sua baixa produtividade (2.196,56 kg ha⁻¹) impede a recomendação de seu cultivo nos ambientes estudados. Situações como esta são observadas frequentemente na metodologia de Wricke (1965), pois a recomendação das cultivares estáveis ocorre independentemente do rendimento médio e da responsividade a ambientes favoráveis ou desfavoráveis, não sendo conveniente sua utilização quando o objetivo é indicar genótipos para condições específicas de ambiente (FRANCESCHI et al (2010).

A estimativa de estabilidade e adaptabilidade obtida pela metodologia de Centróide (ROCHA et al., 2005), e de Lin e Binns (1988), adaptada por Carneiro (1998), utiliza o índice ambiental de Finlay e Wilkinson (1963) para classificar os ambientes em favoráveis e desfavoráveis. Este índice definido através da diferença entre a média dos genótipos avaliados em cada local e a média geral classificou Palotina como sendo um ambiente favorável, e os demais como desfavoráveis (Tabela 15).

Tabela 15 - Médias gerais e índices ambientais, de acordo com a metodologia proposta por Finlay e Wilkinson (1963) para a característica produtividade de grãos, dos 30 genótipos de soja avaliados em três ambientes, no ano agrícola 2016/17

Ambientes	Média	Índice
Itaipulândia	2.049,80	-293,02
Campo Mourão	2.172,48	-170,34
Palotina	2.806,17	463,35
Média geral	2342,85	

A adaptabilidade e a estabilidade fenotípica de um genótipo determinada pelo método Centróide diferencia-se de outros métodos, pois o genótipo de máxima adaptação específica não é aquele que apresenta bom desempenho nos grupos de ambientes favoráveis ou desfavoráveis, mas sim o genótipo que apresenta valores

máximos para determinado grupo de ambientes (favoráveis e desfavoráveis) e mínimo para o outro ambiente (ROCHA et al., 2005).

Tabela 16 - Estimativa do padrão de resposta de adaptabilidade e estabilidade pelo método Centróide, para a característica produtividade de grãos, dos 30 genótipos de soja avaliados em três ambientes, no ano agrícola 2016/17

Genótipos	Média	Classe	Prob(I) ¹	Prob(II) ²	Prob(III) ³	Prob(IV) ⁴
BMX GARRA RSF IPRO	2.584,88	I	0,5153	0,1299	0,2379	0,1169
Exp_05	2.553,66	I	0,4846	0,1750	0,2027	0,1377
Exp_10	2.492,44	I	0,3841	0,1892	0,2599	0,1668
Exp_12	2.491,66	I	0,3932	0,1770	0,2700	0,1598
TMG7063 IPRO	2.453,89	I	0,3435	0,2516	0,2174	0,1874
M5947IPRO	2.451,78	I	0,3043	0,2931	0,2030	0,1996
Exp_13	2.450,90	I	0,3205	0,1960	0,2941	0,1895
NS6535 IPRO	2.450,56	I	0,3323	0,2433	0,2306	0,1938
Exp_08	2.449,22	I	0,3540	0,1944	0,2743	0,1774
Exp_09	2.430,48	I	0,3269	0,2068	0,2747	0,1915
Exp_06	2.415,60	I	0,3138	0,2194	0,2659	0,2009
AS3610 IPRO	2.388,56	I	0,2789	0,2761	0,2232	0,2217
BMX ICONE RSF IPRO	2.412,11	II	0,2766	0,3063	0,2031	0,2140
M6410IPRO	2.404,60	II	0,2930	0,2948	0,2058	0,2064
Exp_07	2.380,11	II	0,2615	0,3341	0,1906	0,2138
DM 61159RSF IPRO	2.293,56	II	0,2034	0,3915	0,1680	0,2371
AS3730IPRO	2.281,00	II	0,2118	0,3235	0,1945	0,2702
M 6210 IPRO	2.269,78	II	0,1957	0,3796	0,1700	0,2546
AS3680 IPRO	2.235,67	II	0,1757	0,3889	0,1601	0,2753
LG60163 IPRO	2.333,22	III	0,2575	0,2288	0,2737	0,2400
NS6906 IPRO	2.301,67	III	0,2374	0,2111	0,3000	0,2515
Exp_11	2.284,94	III	0,2288	0,2223	0,2803	0,2685
TMG7062 IPRO	2.288,56	IV	0,2336	0,2521	0,2462	0,2681
DM 6563RSF IPRO	2.250,13	IV	0,2050	0,2899	0,2076	0,2975
Exp_18	2.197,20	IV	0,1970	0,2717	0,2128	0,3185
BMX VALENTE RSF	2.196,56	IV	0,1781	0,2737	0,1954	0,3528
Exp_17	2.171,22	IV	0,1791	0,2173	0,2389	0,3648
BMX_POTENCIA	2.162,78	IV	0,1687	0,2315	0,2084	0,3913
NS6700IPRO	2.107,33	IV	0,1584	0,2148	0,2051	0,4217
BMX PONTA RSF IPRO	2.100,44	IV	0,1488	0,2038	0,1961	0,4513
Média geral	2.342,85					

¹ Probabilidade de pertencer à classe I; ² Probabilidade de pertencer à classe II; ³ Probabilidade de pertencer à classe III; ⁴ Probabilidade de pertencer à classe IV; Classe I : Adaptabilidade geral alta (Maxf, Maxd); Classe II : Adaptabilidade específica a ambientes favoráveis (Maxf, Mind); Classe III : Adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis (Minf, Maxd); Classe IV : Pouco adaptado (Minf, Mind).

Neste sentido, os genótipos M5947IPRO, AS3610 IPRO, BMX GARRA RSF IPRO, Exp_05, Exp_06, Exp_08, Exp_09, Exp_10, Exp_12, Exp_13, NS6535 IPRO, e TMG7063 IPRO, classificados como de adaptabilidade geral alta (Tabela 16), podem ser recomendados para todos os ambientes testados.

Por outro lado, os genótipos DM 61I59RSF IPRO, M 6210 IPRO, M6410IPRO, Exp_07, BMX ICONE RSF IPRO, AS3680 IPRO, e AS3730IPRO apresentam adaptação específica para ambientes favoráveis, enquanto que os genótipos LG60163 IPRO, Exp_11, e NS6906 IPRO apresentaram adaptação específica a ambientes desfavoráveis.

De acordo com Barros et al. (2010) há uma tendência de aumento na média de produtividade de grãos dos genótipos de soja à medida que estes se aproximam do centróide I (Adaptabilidade geral), o qual também foi observado neste trabalho. Isso ocorre, pois quanto menor a diferença entre um ideótipo qualquer e o ideótipo I, menor será a diferença entre este e o genótipo de máximo desempenho em todos os ambientes (Rocha et al., 2005).

Com base no P_i geral de Lin e Binns (1988), os genótipos BMX GARRA RSF IPRO, Exp_05, Exp_12, Exp_10, e Exp_08 são considerados os mais estáveis e adaptados às condições ambientais, avaliadas por apresentarem os menores valores de P_i (Tabela 17).

Levando em consideração a decomposição proposta por Carneiro (1998), os genótipos M 5947 IPRO, Exp_05, BMX ICONE RSF IPRO, Exp_07 e TMG7063 IPRO são considerados os mais estáveis e adaptados aos ambientes favoráveis, enquanto que os genótipos BMX GARRA RSF IPRO, Exp_05, Exp_12, Exp_08, e Exp_10, são os mais estáveis e adaptados aos ambientes desfavoráveis.

Ao comparar os métodos de Wricke (1965), Centróide (ROCHA et al., 2005), e Lin e Binns (1988), adaptado por Carneiro (1998), os genótipos Exp_05, Exp_06, Exp_08, Exp_09, Exp_10, NS 6535 IPRO, e TMG 7063 IPRO apresentaram ampla adaptabilidade e estabilidade geral, sendo passíveis de recomendação para cultivo na região de estudo.

Tabela 17 - Estimativa do padrão de resposta de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos, submetidos a ambientes favoráveis e desfavoráveis, pelo método proposto por Lin e Binns (1988), adaptado por Carneiro (1998), para a característica produtividade de grãos

Genótipo	Média	Pi geral	Ambientes favoráveis		Ambientes desfavoráveis	
			Genótipo	(P _{if})	Genótipo	(P _{id})
BMX GARRA ¹	2.584,88	11.303,08	M 5947 IPRO	0,00	BMX GARRA ¹	10.037,93
Exp_05	2.553,66	15.383,24	Exp_05	555,56	Exp_05	22.797,08
Exp_12	2.491,66	26.715,95	BMX ICONE ²	1.233,39	Exp_12	28.265,48
Exp_10	2.492,44	29.655,84	Exp_07	3.042,00	Exp_08	34.165,49
Exp_08	2.449,22	33.277,16	TMG7063 IPRO	3.755,56	Exp_10	34.975,36
TMG7063 IPRO	2.453,89	40.204,36	M 6410 IPRO	4.596,42	Exp_09	45.436,31
Exp_09	2.430,48	42.470,89	DM 61I59 ⁴	8.320,50	Exp_13	53.665,15
NS6535 IPRO	2.450,56	46.603,78	NS6535 IPRO	8.450,00	Exp_06	54.068,95
Exp_06	2.415,60	47.796,29	M 6210 IPRO	11.100,50	TMG7063 IPRO	58.428,77
Exp_13	2.450,90	51.314,84	BMX GARRA ¹	13.833,39	NS6535 IPRO	65.680,67
M 6410 IPRO	2.404,60	56.437,65	AS 3610 IPRO	15.429,39	LG 60163 IPRO	68.457,07
M 5947 IPRO	2.451,78	64.351,34	Exp_10	19.016,79	NS 6906 IPRO	68.845,41
LG 60163 IPRO	2.333,22	69.916,29	Exp_12	23.616,89	Exp_11	78.064,88
Exp_07	2.380,11	70.426,75	AS 3680 IPRO	28.084,50	M 6410 IPRO	82.358,26
AS 3610 IPRO	2.388,56	70.448,99	Exp_08	31.500,50	M 5947 IPRO	96.527,00
BMX ICONE ²	2.412,11	80.289,63	AS 3730 IPRO	33.973,55	AS 3610 IPRO	97.958,79
NS 6906 IPRO	2.301,67	84.993,40	Exp_06	35.250,97	TMG 7062 IPRO	100.308,90
Exp_11	2.284,94	89.888,79	Exp_09	36.540,05	Exp_07	104.119,13
TMG 7062 IPRO	2.288,56	91.748,17	Exp_13	46.614,22	BMX ICONE ²	119.817,75
AS 3730 IPRO	2.281,00	107.093,38	DM 6563 ³	64.296,49	Exp_17	125.992,67
DM 6563 ³	2.250,13	107.243,49	LG 60163 IPRO	72.834,72	DM 6563 ³	128.717,00
DM 61I59 ⁴	2.293,56	108.050,97	TMG 7062 IPRO	74.626,72	BMX_POTENCIA	142.637,65
AS 3680 IPRO	2.235,67	124.941,33	Exp_18	95.776,05	AS 3730 IPRO	143.653,29
BMX VALENTE ⁵	2.196,56	134.721,79	BMX VALENTE ⁵	99.012,50	BMX VALENTE ⁵	152.576,44
M 6210 IPRO	2.269,78	140.743,73	Exp_11	113.536,61	DM 61I59 ⁴	157.916,21
Exp_18	2.197,20	146.733,54	NS 6906 IPRO	117.289,39	BMX PONTA ⁶	163.111,27
BMX_POTENCIA	2.162,78	149.115,17	BMX_POTENCIA	162.070,22	Exp_18	172.212,28
Exp_17	2.171,22	150.636,02	Exp_17	199.922,72	NS 6700 IPRO	173.043,92
BMX PONTA ⁶	2.100,44	188.936,42	NS 6700 IPRO	233.700,05	AS 3680 IPRO	173.369,74
NS 6700 IPRO	2.107,33	193.262,63	BMX PONTA ⁶	240.586,72	M 6210 IPRO	205.565,35

(P_{if}): Pi em ambientes favoráveis; (P_{id}): Pi em ambientes desfavoráveis; ¹ genótipo BMX GARRA RSF IPRO; ² genótipo BMX ICONE RSF IPRO; ³ genótipo DM 6563 RSF IPRO; ⁴ genótipo DM61I59 RSF IPRO; ⁵ genótipo BMX VALENTE RSF; ⁶ genótipo BMX PONTA RSF IPRO.

Comparações entre metodologias de adaptabilidade e estabilidade são comuns e sensatas, pois aumentam a segurança na tomada de decisões por parte dos pesquisadores na recomendação de um determinado genótipo para um ambiente específico (MORETO; MIRANDA; NEUBERT, 2016).

Além disso, Marchiori (2008) considera que genótipos determinados conjuntamente como de adaptabilidade e estabilidade geral, ou a ambientes favoráveis ou a ambientes desfavoráveis, pelo maior número de métodos, são mais confiáveis que apenas por um método isoladamente.

3.4. CONCLUSÕES

Por meio das metodologias de Wricke, Centróide e Lin e Binns, os genótipos Exp_05, Exp_06, Exp_08, Exp_09, Exp_10, NS 6535 IPRO, e TMG 7063 IPRO destacaram-se por apresentarem altas produtividades, estabilidade e ampla adaptação.

3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; FIDELIS, R. R.; CRUZ, C. D.; REIS, M. S. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja avaliados no Estado do Mato Grosso. **Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 3, p. 359-366, 2010.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. **Melhoramento de plantas**. 7. ed. Viçosa: Editora UFV, 2017. 543p.

CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 1998. 168 f. Tese (Doutorado Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CAVIGLIONE, J.H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. CD-ROM.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Séries históricas da soja. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=20>> Acesso em 11 dez. 2018.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Imprensa Universitária, v. 2, 2014, 668p.

CRUZ, C.D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

Finlay, K. W.; Wilkinson, G. N. The analysis of adaptation in plant-breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, Austrália, v. 14, n. 1, p. 742-754, 1963.

FRANCESCHI, L.; BENIN, G.; MARCHIORO, V. S.; MARTIN, T. N.; SILVA, R. R.; SILVA, C. L. Métodos para análise de adaptabilidade e estabilidade em Cultivares de trigo no estado do Paraná. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p.797-805, 2010.

LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, Canadá, v. 68, n. 1, p.193-198, 1988.

MARCHIORI, R. **Adaptabilidade e estabilidade de 20 genótipos de soja para a macro-região sojícola 3**. 2008. 61f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia.

MORETO, A. L.; MIRANDA, M.; NEUBERT, E. O. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de mandioca avaliados no Oeste de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 29, n. 3, p. 60-65, 2016.

PIMENTEL-GOMES, F. Análise de grupos de experimentos. In:_____. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: FEALQ, 2009. p. 139-159.

RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A. F. B.; SANTOS, J. B.; NUNES, J. A. R. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Lavras: Editora UFLA, 2012. 522p.

REZENDE, D. F.; HAMAWAKI, O. T.; SOUSA, L. B.; OLIVEIRA, V. M.; NASORRY, D. Z. Efeito do ambiente no comportamento de genótipos desoja. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 3, p. 1-5, 2011.

ROCHA, M. M. **Seleção de linhagens experimentais de soja para adaptabilidade e estabilidade fenotípica**. 2002. 173 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ROCHA, R. B.; MURO-ABAD, J. I.; ARAUJO, E. F.; CRUZ, C. D. Avaliação do método centroide para estudo de adaptabilidade ao ambiente de clones de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n.3, p. 255-266, 2005.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A. D.; LHAMBY, J. C. B.; BERTAGNOLI, P. F.; LUZ, J. S. Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 431-437, 2001.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. Á.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed rev. Ampl. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

SAS INSTITUTE INC. **SAS University Edition: instalation guide**. Cary; SAS Institute, 2014. Disponível em: < https://www.sas.com/pt_br/home.html >. Acessado 20 de dez 2018.

SEDIYAMA, T. **Melhoramento genético da soja**. Londrina: Editora Mecnas, 2015. 352p.

SILVA, F.; BORÉM, A.; SEDIYAMA, T.; LUDKE, W. **Melhoramento da Soja**. Viçosa: Ed. UFV, 2017. 563p.

WRICKE, G. **Zur berechnung der okovalenz bei sommerweizen und hafer**. Pflanzenzuchtung, Berlin, v. 52, n. 1, p. 127-138, 1965.

4. ARTIGO 3. DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE SOJA CULTIVADOS NO OESTE DO PARANÁ

RESUMO

A cultura da soja é a principal *commodity* agrícola do Brasil e apesar de apresentar alto potencial produtivo, os fatores climáticos causam variações na produtividade e afetam as características agronômicas da espécie. Desta forma, torna-se necessário conhecer o comportamento dos genótipos frente às variações ambientais para a recomendação de cultivares mais adequadas para cada região de cultivo. Neste sentido, o trabalho tem por objetivo avaliar as características agronômicas de 30 genótipos de soja cultivados em Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê – PR, no ano agrícola 2017/18. O delineamento experimental utilizado consistiu-se em blocos casualizados com 30 genótipos e três repetições. Cada parcela experimental foi composta por quatro linhas, espaçadas entre si em 0,5 m e com 5 m de comprimento. A condução dos experimentos ocorreu de acordo com as recomendações da cultura. Foram avaliadas as seguintes variáveis: número de dias para a maturação, altura de plantas na maturação, população de plantas, número de vagens por plantas, número de grãos por plantas e produtividade. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e de homogeneidade de variâncias e à análise de variância conjunta, sendo comparados pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Para a maioria dos genótipos (66,67%), o número de dias para a maturação em Mamborê foi superior aos demais ambientes, apresentando média de 132,88 dias. Houve diferença na altura de plantas apenas nos genótipos cultivados em Itaipulândia, sendo todas inferiores a 100,00 cm. A população de plantas em todos os ambientes foi superior ao recomendado pela cultura. Em geral, Mamborê apresentou os menores valores de grãos por planta e vagens por plantas. Entretanto, o ciclo prolongado neste ambiente, gerou maiores produtividades dos genótipos EXP_12, EXP_09, EXP_07, NS5959, EXP_15, DM 6563RSF IPRO, EXP_11, EXP_03, NS5445 IPRO, EXP_13, M5705 IPRO, EXP_17, EXP_10, TMG7062 IPRO, DM 54I52RSF IPRO, DM 53I54RSF IPRO, M5917IPRO, P95Y52, A5909, e EXP_01, cultivados neste ambiente, comprado aos demais. O efeito ambiental do Município de Mamborê não causou alterações na altura de plantas, população de plantas, número de vagens por plantas, número de grãos por plantas e na produtividade dos

genótipos avaliados. Os genótipos BS 2606 IPRO, EXP_17, EXP_03, EXP_16, EXP_13, EXP_14 destacaram-se por apresentarem as maiores produtividades, tanto em Pato Bragado, como em Itaipulândia.

Palavras-chaves: *Glycine max*. Interação genótipo x ambiente. Genótipos. Produtividade.

AGRONOMIC PERFORMANCE OF SOYBEAN GENOTYPES CULTIVATED IN WEST OF PARANÁ

ABSTRACT

Soybean cultivation is the main agricultural commodity in Brazil and although it presents high productive potential, climatic factors cause variations in grain yield and affect crop agronomic characteristics. Therefore, it is necessary to know the behavior of genotypes in front of environmental variations for cultivation recommendation of cultivars more suitable for each region. In this sense, the objective of this work is to evaluate agronomic characteristics of 30 soybean genotypes grown in Pato Bragado, Itaipulândia and Mamborê - PR, in the agricultural year 2017/18. In an experimental design consisting of randomized blocks and three replicates. Each experimental plot was composed of four lines, spaced 0.5 m apart and 5 m long. The conduction of the experiments occurred according to the recommendations of culture. The following variables were evaluated: number of days for maturation, height of plants at maturity, plant population, number of vegetables per plant, number of grains per plant, and grain yield. Data were submitted to normality and homogeneity of variances, and analysis of variance was compared by Scott-Knott's test ($p < 0.05$). For most genotypes (66.67%), the number of days for maturation in Mamborê was higher than the other environments, with an average of 132.88 days. There was a difference in plant height only in the genotypes grown in Itaipulândia, all of them inferior to 100.00 cm. The population of plants in all environments was superior to that recommended for the crop. In general, Mamborê presented the lowest values of grains per plant and vegetables per plants. However, the prolonged cycle in this environment generated higher yields of the genotypes EXP_12, EXP_09, EXP_07, NS5959, EXP_15, DM 6563RSF IPRO, EXP_11, EXP_03, NS5445 IPRO, EXP_13, IPRO M5705, EXP_17, EXP_10, IPRO TMG7062, IPRO 54I52RSF, DM 53I54RSF IPRO, M5917IPRO, P95Y52, A5909, and EXP_01, grown in this environment, purchased from others. Environmental conditions of Mamborê did not cause significant differences in plant height, plant population, number of vegetables per plant, number of grains per plant, and yield of evaluated genotypes. The genotypes BS 2606 IPRO, EXP_17, EXP_03, EXP_16, EXP_13, EXP_14 stood out for having the highest yields in both Pato Bragado and Itaipulândia.

Keywords: *Glycine max*. Genotype x environment interaction. Lineages. Grain yield.

4.1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja é a principal *commodity* agrícola do Brasil. O estado do Paraná, segundo maior produtor nacional, iniciou seu cultivo em 1954 com sementes importadas de São Paulo para que fossem utilizadas como adubação verde em cafezais (UNFRIED; BRAGA, 2011). Dez anos depois, deu-se início as pesquisas com a cultura no estado que teve sua difusão acelerada após a geada de 1972, a qual dizimou os cafezais da região norte do Paraná (SILVA et al., 2017).

Atualmente o país é o segundo maior produtor mundial do grão atingindo 119,28 milhões de toneladas na safra 2017/18. Desde a safra 1976/77 até a atual, houve expressivo crescimento na área plantada e na produtividade da cultura, passando de 6.948,00 mil ha para 35.151,00 mil ha e de 1.747,73 kg ha⁻¹ para 3.393,38 kg ha⁻¹, respectivamente (CONAB, 2018).

Apesar de a cultura possuir potencial produtivo superior a 8 mil kg ha⁻¹ (CONAB, 2018), fatores climáticos como fotoperíodo, temperatura, insolação, umidade do ar e precipitação, causam variações na produção e afetam as características agronômicas da cultura. O conhecimento restrito da influência destes fatores pode prejudicar o rendimento final e causar sérios danos econômicos aos produtores (SILVA, 2016).

Por meio do uso de cultivares melhoradas é possível se obter maior estabilidade de produção e retorno econômico, por estas apresentarem resistência as principais doenças e pragas, e tolerância aos fatores abióticos (RAMOS; SOUZA; SOUZA, 2018). Desta forma, torna-se necessário que os programas de melhoramento avaliem o comportamento dos genótipos frente às variações ambientais antes do lançamento de novos cultivares (SEDIYAMA, 2015).

Neste sentido, o seguinte trabalho tem por objetivo avaliar as características agronômicas de 30 genótipos de soja, cultivados em Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê – PR, no ano agrícola 2017/18.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em condições de campo, em três áreas experimentais da Don Mario Sementes, Instituição privada pertencente ao grupo argentino GDM Seeds, no ano agrícola 2017/2018. Os ensaios foram conduzidos em

propriedades rurais localizadas nos municípios de Pato Bragado (latitude 24°38'01.1" S e longitude 54°13'09.4" W, com altitude aproximada de 282m), Itaipulândia (latitude 24°28'22.95" S e longitude 54°03'29" W, com altitude aproximada de 227m) e Mamborê (latitude 24°20'48.6" S e longitude 54°31'31.6" W, com altitude aproximada de 763m) – no estado do Paraná.

O clima da região, nas três áreas, de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Cfa mesotérmico úmido subtropical de verões quentes, com temperatura média superior a 22°C, e invernos amenos, com temperatura média inferior a 18°C. Os invernos são secos, com geadas pouco frequentes. Há tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida. As precipitações médias anuais variam de 1600 a 1800 mm nos três municípios (CAVIGLIONE, 2000).

Os dados referentes à precipitação pluvial, temperaturas máximas, mínimas e médias diárias foram obtidos através do site Agritempo. Em função da inexistência de estações meteorológicas nos municípios de Mamborê, Pato Bragado e Itaipulândia, utilizou-se dados de municípios vizinhos, sendo Campo Mourão (Figura 7), Marechal Cândido Rondon (Figura 8), e Santa Helena (Figura 9), respectivamente.

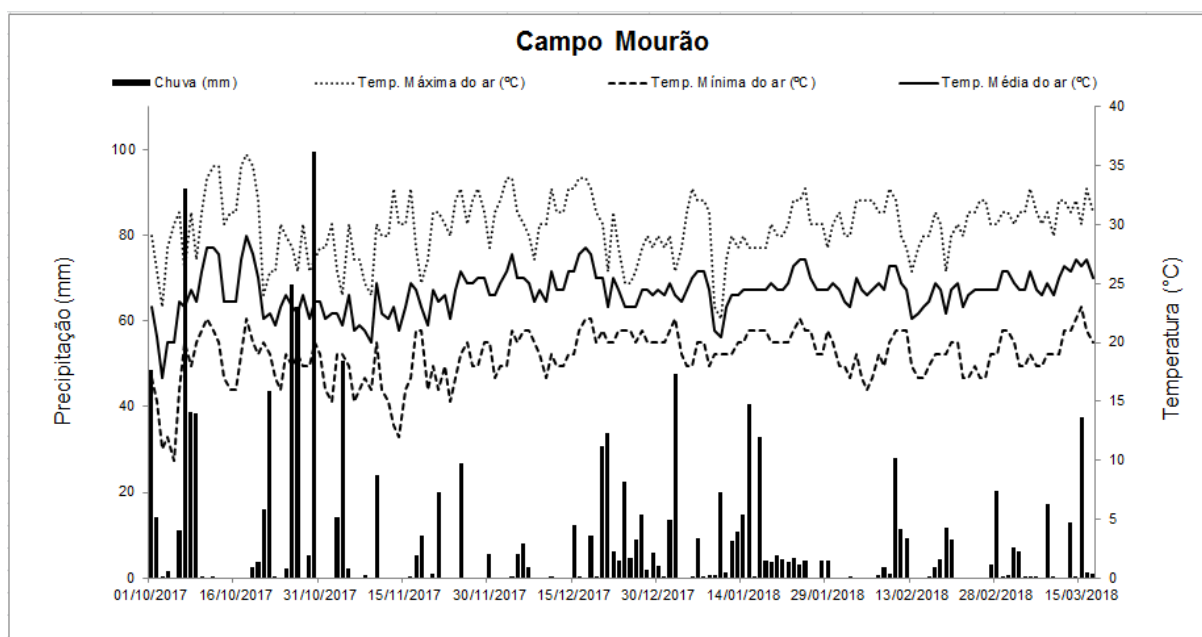


Figura 7 - Temperatura máxima e mínima diária, temperatura média e precipitação pluvial diária, em Campo Mourão - PR, de 01/10/2017 a 17/03/2018 do ano agrícola 2017/2018.

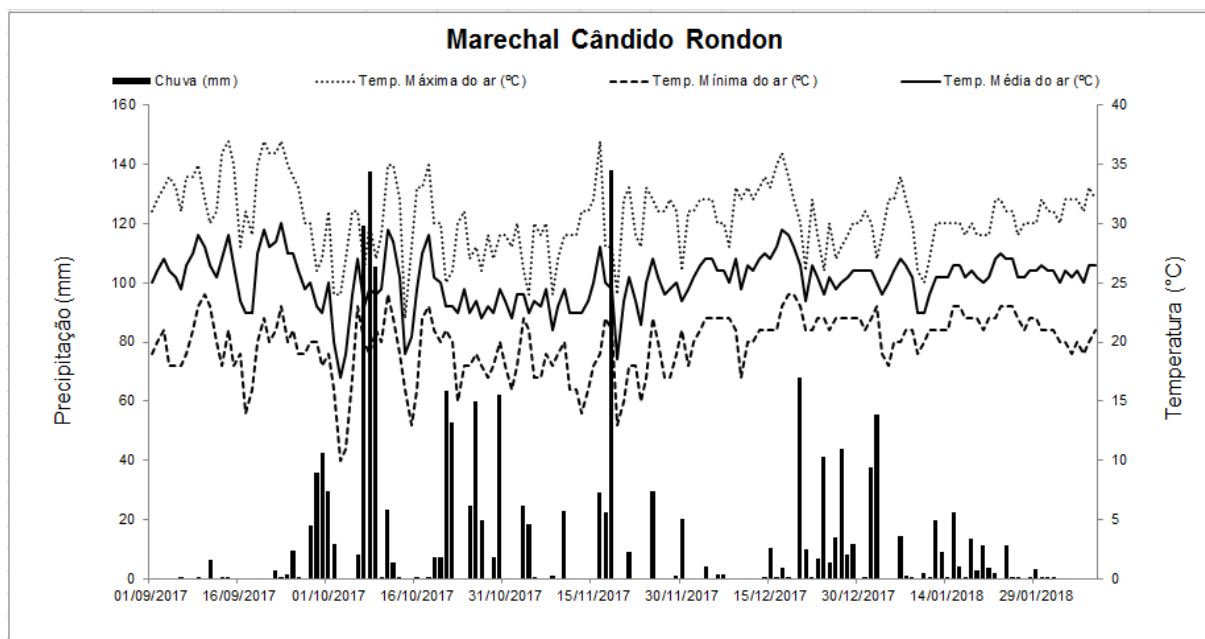


Figura 8 - Temperatura máxima e mínima diária, temperatura média e precipitação pluvial diária, em Marechal Cândido Rondon - PR, de 01/09/2017 a 08/02/2017 do ano agrícola 2017/2018.

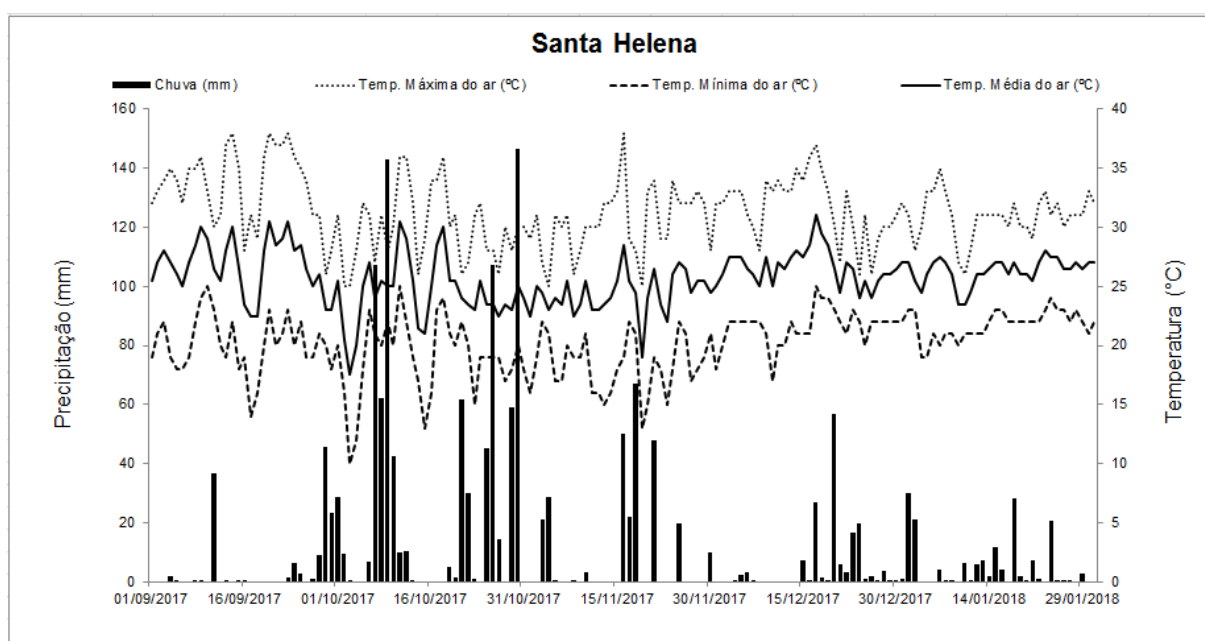


Figura 9 - Temperatura máxima e mínima diária, temperatura média e precipitação pluvial diária, em Santa Helena - PR, de 01/09/2017 a 31/01/2018 do ano agrícola 2017/2018.

Os solos de Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê cultivados a pelo menos 10 anos em Sistema de Plantio Direto, são classificados como LATOSSOLO VERMELHO, de textura muito argilosa, e possuindo boa drenagem (SANTOS et al., 2013).

O solo em Itaipulândia possui as seguintes características químicas: 47,3 mg dm^{-3} de P (Mehlich⁻¹); 0,85 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de K^+ ; 4,85 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de Ca^{2+} ; 2,2 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de Mg^{2+} ; 0,1 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de Al^{3+} ; 5,01 de pH (em H_2O); 2,7% de M.O.; 14,02 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de CTC (pH 7,0); 56,35% de V%; 12,38 mg dm^{-3} de S; 0,43 mg dm^{-3} de B; 20,48 mg dm^{-3} de Cu^{2+} ; 135 mg dm^{-3} de Mn^{2+} ; e 12,73 mg dm^{-3} de Zn.

Por outro lado, em Mamborê o solo possui as seguintes características químicas: 25,97 mg dm^{-3} de P (Mehlich⁻¹); 0,52 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de K^+ ; 0,03 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de Na^+ ; 8,05 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de Ca^{2+} ; 1,60 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de Mg^{2+} ; 0,0 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de Al^{3+} ; 5,55 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de H+Al; 5,61 de pH (em H_2O); 15,75 de CTC (pH 7,0); 64,76% de V%; 0,0 mg dm^{-3} de B; 3,25 mg dm^{-3} de Cu^{2+} ; 105,61 mg dm^{-3} de Fe^{2+} ; 30,45 mg dm^{-3} de Mn^{2+} ; 2,43 mg dm^{-3} de Zn.

O delineamento experimental adotado consistiu no de blocos ao acaso, composto de 30 genótipos de soja, em três repetições, sendo avaliados 15 genótipos da empresa Don Mario (EXP_01, EXP_02, EXP_03, EXP_07, EXP_08, EXP_09, EXP_10, EXP_11, EXP_12, EXP_13, EXP_14, EXP_15, EXP_16, EXP_17, EXP_18,) e 15 cultivares comerciais, das quais seis são da própria empresa (P95Y52, NS5445IPRO, M5705IPRO, NS5959, BS26060IPRO, M5917IPRO, A5909, M5947IPRO, TMG7062 IPRO; DM 53I54RSF IPRO, DM 54I52RSF IPRO, DM 61I59RSF IPRO, BMX GARRA RSF IPRO, DM 6563RSF IPRO, DM 66I68 RSF IPRO).

A semeadura foi realizada com semeadora-adubadora em sistema de plantio direto, nos dias 16 de setembro, 26 de setembro e 18 de outubro de 2017, em Itaipulândia, Pato Bragado e Mamborê, respectivamente. As parcelas foram constituídas de 4 linhas de 5 metros, espaçadas em 0,50 m. Como parcela útil, foram desconsiderados uma linha de cada lado e 0,5 metros das extremidades das parcelas, totalizando área útil de 4 m².

As sementes foram tratadas com o inseticida a base de abamectina (50% m/v) e thiamethoxam (35% m/v) na dosagem de 100 e 200 mL de produto comercial (p.c)/100 Kg de sementes e com o fungicida a base de metalaxil-

m (2% m/v), tiabendazol (15% m/v) e fludioxonil (2,5% m/v) na dosagem de 100 mL de p.c/100 Kg de sementes, não sendo realizada inoculação.

A adubação mineral de base utilizada nos ambientes de Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê, consistiram respectivamente: 270 kg ha⁻¹ de 01-20-20; 250 kg ha⁻¹ de 04-30-10, e 165 kg ha⁻¹ de MAP, respectivamente. Em Itaipulândia e Mamborê foi aplicado a lanço em pré-plantio (10 a 15 dias antes da semeadura) 103,3 e 82,6 kg ha⁻¹, respectivamente, de cloreto de potássio. Além disso, em Itaipulândia, quando boa parte dos genótipos apresentavam-se em estágio fenológico V₄, foi realizada a aplicação de 1,5 L ha⁻¹ do fertilizante foliar Soja Plus Gols, o qual é composto por 1,0% de Nitrogênio; 0,5% de Magnésio; 2,3% de Enxofre; 0,2% de Boro; 0,3% de Cobalto; 4,0% de Manganês; 3,0% de Molibdênio; e 2,0% de Zinco. Os demais tratos culturais, como controle de plantas daninhas, pragas e doenças, estão descritas na Tabela 18.

Ao final do desenvolvimento da cultura foram avaliados, de acordo com a escala fenológica proposta por Fehr e Caviness (1981): número de dias para a maturação, altura média de planta na maturação, população de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por planta e produtividade.

O número de dias para a maturação foi considerado quando pelo menos 50% das plantas da parcela útil apresentavam 95% das vagens maduras, no estágio R₈, correspondendo ao ciclo da cultura. A altura média de plantas na maturação foi avaliada no estágio R₈, medindo-se dez plantas ao acaso dentro da parcela útil, a partir da superfície do solo até a inserção do racemo do ápice da haste principal da planta, com o auxílio de uma trena graduada em milímetros.

O número de vagens por planta e o número de grãos por planta ocorreu no estágio R₈ através da contagem direta do número de vagens presentes em dez plantas e da contagem direta do número total de grãos formados em cinco plantas, respectivamente, escolhidos aleatoriamente dentro da área útil da parcela.

A colheita dos experimentos ocorreu de acordo com a maturidade final de cada genótipo. Posteriormente os materiais foram limpos e pesados para determinação da produtividade, com correção a 13% de umidade.

Tabela 18 - Tratos culturais realizados durante o desenvolvimento dos genótipos submetidos à avaliação nos ambientes de Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê, no ano agrícola 2017/2018

AMBIENTES									
Pato Bragado				Itaipulândia			Mamborê		
HERBICIDAS	¹ Nº	Dose	Ingrediente ativo	Nº	Dose	Ingrediente Ativo	Nº	Dose	Ingrediente ativo
	1	2,00 L ha ⁻¹	Glifosato (48% m/v)	1	2,00 L ha ⁻¹	Glifosato (48% m/v)	3	2,50 L ha ⁻¹	Glifosato (48% m/v)
	1	0,83 L ha ⁻¹	2,4-D, Sal dimetilamina (80,6% m/v)	1	0,83 L ha ⁻¹	2,4-D, Sal dimetilamina (80,6% m/v)	1	0,70 L ha ⁻¹	Cletodim (24% m/v)
	1	2,00 L ha ⁻¹	Paraquate (20% m/v)	1	2,00 L ha ⁻¹	Paraquate (20% m/v)			
INSETICIDAS	Nº	Dose	Ingrediente ativo	Nº	Dose	Ingrediente Ativo	Nº	Dose	Ingrediente ativo
	2	0,0206 kg ha ⁻¹	Diflubenzurom (80% m/v)	2	1,00 Kg ha ⁻¹	Acefato (75% m/v)	2	0,0206 kg ha ⁻¹	Diflubenzurom (80% m/v)
	1	0,248 L ha ⁻¹	Tiametoxam (14,1% m/v) + Lamda cialotrina (10,6% m/v)	1	0,0206 kg ha ⁻¹	Diflubenzurom (80% m/v)	2	1,00 kg ha ⁻¹	Acefato (70% m/v)
	1	0,200 L ha ⁻¹	Cipermetrina (22% m/v) + Tiametoxam (11% m/v)				2	0,248 L ha ⁻¹	Tiametoxam (14,1% m/v) + Lamda cialotrina (10,6% m/v)
							1	0,074 L ha ⁻¹	Flubendiamida (48% m/v)
							1	0,074 L ha ⁻¹	Clorrantraniliprole (20% m/v)
FUNGICIDAS	Nº	Dose	Ingrediente ativo	Nº	Dose	Ingrediente Ativo	Nº	Dose	Ingrediente ativo
	1	1,00 L ha ⁻¹	Trifloxistrobina (15% m/v) + Protiocanazol (17,5 m/v)	1	0,4 L ha ⁻¹	Propiconazol (25% m/v)	4	0,826 L ha ⁻¹	Tiofanato metilico (50% m/v)
	1	0,800 L ha ⁻¹	Picoxistrobina (20% m/v) + ciproconazol (8% m/v)	2	0,30 L ha ⁻¹	Azoxistrobina (20% m/v) + Ciproconazol (8% m/v)	1	0,413 L ha ⁻¹	Trifloxistrobina (15% m/v) + Protiocanazol (17,5 m/v)
				3	1 kg ha ⁻¹	Mancozebe (80% m/v)	1	0,620 L ha ⁻¹	Picoxistrobina (10% m/v) + benzovindiflupir (5% m/v)
				1	0,2 L ha ⁻¹	Trifloxistrobina (37,5% m/v) + ciproconazol (16% m/v)	1	0,826 L ha ⁻¹	Epoxiconazol (5% m/v) + fluxapiroxade (5% m/v) + piraclostrobina (8,1% m/v)
							1	0,372 L ha ⁻¹	Picoxistrobina (20% m/v) + ciproconazol (8% m/v)

¹ número de aplicações.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (Kolmogorov-Smirnov), com o auxílio dos aplicativos computacionais SAS (SAS INSTITUTE INC., 2014) e de homogeneidade de variâncias, através da análise de variância individual de cada ambiente, seguida da relação entre o maior e o menor QMR (PIMENTEL-GOMES, 2009). Posteriormente, realizou-se a análise de variância conjunta e a comparação dos genótipos pelo teste de agrupamento Scott-Knott, com o auxílio do aplicativo computacional GENES (CRUZ, 2013).

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância conjunta (Tabela 19) indicou que a interação genótipo x ambiente (G x A) foi significativa a 5% de probabilidade para as variáveis: número de dias para a maturação, número de vagens por planta, número de grãos por planta e produtividade. Para a população de plantas, houve efeito significativo apenas dos ambientes. Por outro lado, não foi possível realizar a análise conjunta da variável altura de plantas, pois a relação do maior e do menor quadrado médio do resíduo (7,86) foi maior que o valor recomendado por Pimentel-Gomes (2009).

Tabela 19 - Resumo da análise de variância conjunta de número de dias para a maturação (NDM), altura de plantas na maturação (APM), número de vagens por planta (NVPP), número de grãos população de plantas (PP) e produtividade de grãos (PROD) dos 30 genótipos de soja avaliados em Pato Bragado, Itaiúlândia e Mamborê, no ano agrícola 2017/18

FV	GL	Quadrados médios				
		NDM	PP	NVPP	NGPP	PROD
Blocos/Ambientes	6	0,17	6731,64	354,66	4352,74	17115,53
Genótipo (G)	29	88,37**	19613,08 ^{ns}	275,80**	1885,18*	295496,09 ^{ns}
Ambiente (A)	2	291,36 ^{ns}	397691,33 ^{ns}	6131,53**	32336,53*	13895453,10**
G x A	58	18,82**	17036,29 ^{ns}	127,26**	935,54*	232987,13**
Resíduo	174	0,39	15653,24	76,67	629,68	36155,51
TOTAL	269					
Média geral		130,81	631,30	50,03	125,15	2037,09
C.V. %		0,48	19,82	17,50	20,05	9,33

Ao avaliar o número de dias para a maturação em Pato Bragado, os genótipos foram classificados em quatro grupos distintos, nos quais, observa-se que o genótipo EXP_01, com 135,00 dias, foi o único a ser classificado no grupo de maior número de dias para a maturação (Tabela 20).

Tabela 20 - Número de dias para a maturação de genótipos de soja, cultivados em três ambientes (Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê), no ano agrícola de 2017/18

GENÓTIPO	Ambientes		
	Pato Bragado	Itaipulândia	Mamborê
EXP_01	135,00 A a	125,33 C f	127,67 B g
BS 2606 IPRO	132,00 C b	136,33 B b	138,33 A b
DM 61I59RSF IPRO	131,67 C b	135,33 B c	138,67 A b
EXP_02	131,67 C b	139,00 B a	142,67 A a
EXP_17	131,33 B b	128,33 C e	133,67 A d
BMX GARRA RSF IPRO	131,00 C b	132,67 B d	136,33 A c
DM 6563RSF IPRO	131,00 A b	128,67 B e	131,33 A e
TMG7062 IPRO	130,67 C b	132,33 B d	136,67 A c
EXP_09	130,33 A c	125,00 C f	127,67 B g
M5947IPRO	130,33 C c	132,33 B d	136,00 A c
EXP_11	130,00 C c	131,33 B d	134,33 A d
EXP_12	130,00 B c	128,00 C e	131,33 A e
EXP_18	130,00 C c	132,00 B d	135,33 A c
NS5445 IPRO	129,67 A c	125,33 C f	127,67 B g
M5917IPRO	129,67 B c	128,67 B e	134,33 A d
EXP_03	129,33 B c	128,33 B e	131,67 A e
M5705 IPRO	129,33 A c	125,33 B f	128,33 A F
A5909	129,33 C c	132,00 B d	136,33 A c
EXP_16	129,33 C c	135,00 B c	139,33 A b
DM 66I68 RSF IPRO	129,33 C c	140,00 B a	143,00 A a
DM 54I52RSF IPRO	129,00 A d	125,00 C f	127,00 B g
EXP_08	129,00 B d	128,33 B e	131,33 A e
EXP_10	129,00 B d	128,33 B e	131,33 A e
EXP_13	129,00 B d	128,67 B e	132,33 A e
DM 53I54RSF IPRO	128,67 A d	125,00 C f	127,33 B g
EXP_07	128,67 A d	125,00 C f	127,33 B g
NS5959	128,67 A d	125,67 B f	129,33 A F
EXP_15	128,33 B d	128,00 B e	131,00 A e
EXP_14	128,33 B d	128,33 B e	131,67 A e
P95Y52	128,00 A d	125,00 B f	127,00 A g
Média	129,92	129,62	132,88
C.V. (%)	0,53	0,49	0,40
Média geral: 130,81		C.V. (%): 0,47	

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Por outro lado, em Itaipulândia, dos seis grupos, os genótipos EXP_02 e DM 66I68 RSF IPRO, com 139,00 e 140,00 dias, respectivamente, compuseram o grupo

de maior tempo. Em Mamborê estes genótipos também foram classificados no grupo de maior número de dias para a maturação, onde apresentaram 142,67 e 143,00 dias, respectivamente.

Para a maioria dos genótipos (66,67%), o número de dias para a maturação em Mamborê foi superior aos demais ambientes, apresentando média de 132,88 dias. Em contra partida, os genótipos EXP_01, EXP_09, NS5445 IPRO, DM 54I52RSF IPRO, DM 53I54RSF IPRO, e EXP_07 apresentam em Pato Bragado o maior número de dias para a maturação, comparado aos demais ambientes.

O número de dias para a maturação corresponde ao ciclo da cultura, e por esta variável é possível classificar os diferentes genótipos em ciclo precoce (até 115 dias), semiprecoce (116 a 125 dias), médio (126 a 137 dias), e semitardio (138 a 150 dias) (EMBRAPA, 2013). Boa parte dos cultivos adaptados às condições brasileiras apresentam ciclos em torno de 90 a 150 dias (SEDIYAMA et al., 2009).

Neste trabalho, observa-se que todos os genótipos cultivados em Pato Bragado foram classificados como de ciclo médio. Em Itaipulândia, houve maior variação na classificação dos genótipos, em que o EXP_01, EXP_09, EXP_18, NS5445 IPRO, M5705 IPRO, DM 54I52RSF IPRO, DM 53I54RSF IPRO, EXP_07, NS5959 e P95Y52 apresentaram ciclo semiprecoce. Por outro lado, em Mamborê, a grande maioria dos genótipos foram classificados como de ciclo médio, exceto os genótipos BS 2606 IPRO, DM 61I59RSF IPRO, EXP_02, EXP_16 e DM 66I68 RSF IPRO, que apresentaram ciclo semitardio (Tabela 21).

Além disso, observa-se que os genótipos EXP_17, BMX GARRA RSF IPRO, DM 6563RSF IPRO, TMG7062 IPRO, M5947IPRO, EXP_11, EXP_12, EXP_18, M5917IPRO, EXP_03, A5909, EXP_08, EXP_10, EXP_13, EXP_15 e EXP_14 não sofreram alterações na classificação de seus ciclos quando cultivados nos diferentes ambientes.

O ciclo da cultura da soja varia de acordo com o genótipo e é regulado pela temperatura e pelo fotoperíodo (KANTOLIC, 2008). A sensibilidade ao fotoperíodo altera o ciclo da cultivar aumentando tanto com a altitude quanto com a latitude do sentido norte sul e diminuindo do sul para o norte em regiões de menor altitude (EMBRAPA, 2010). Isto justifica o fato de os maiores ciclos serem observados em Mamborê, onde a altitude é consideravelmente maior que a de Pato Bragado e Itaipulândia, sendo de 763,00; 282,00; e 227,00 m, respectivamente.

Tabela 21 - Ciclo de genótipos de soja, cultivados em três ambientes (Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê), no ano agrícola de 2017/18

GENÓTIPO	Ambiente					
	Pato Bragado		Itaipulândia		Mamborê	
	Dias	Classificação ¹	Dias	Classificação	Dias	Classificação
EXP_01	135,00	Médio	125,33	semiprecoce	127,67	Médio
BS 2606 IPRO	132,00	Médio	136,33	Médio	138,33	Semitardio
DM 61I59RSF IPRO	131,67	Médio	135,33	Médio	138,67	Semitardio
EXP_02	131,67	Médio	139,00	semitardio	142,67	Semitardio
EXP_17	131,33	Médio	128,33	Médio	133,67	Médio
BMX GARRA RSF IPRO	131,00	Médio	132,67	Médio	136,33	Médio
DM 6563RSF IPRO	131,00	Médio	128,67	Médio	131,33	Médio
TMG7062 IPRO	130,67	Médio	132,33	Médio	136,67	Médio
EXP_09	130,33	Médio	125,00	Semiprecoce	127,67	Médio
M5947IPRO	130,33	Médio	132,33	Médio	136,00	Médio
EXP_11	130,00	Médio	131,33	Médio	134,33	Médio
EXP_12	130,00	Médio	128,00	Médio	131,33	Médio
EXP_18	130,00	Médio	132,00	Médio	135,33	Médio
NS5445 IPRO	129,67	Médio	125,33	Semiprecoce	127,67	Médio
M5917IPRO	129,67	Médio	128,67	Médio	134,33	Médio
EXP_03	129,33	Médio	128,33	Médio	131,67	Médio
M5705 IPRO	129,33	Médio	125,33	Semiprecoce	128,33	Médio
A5909	129,33	Médio	132,00	Médio	136,33	Médio
EXP_16	129,33	Médio	135,00	Médio	139,33	Semitardio
DM 66I68 RSF IPRO	129,33	Médio	140,00	semitardio	143,00	Semitardio
DM 54I52RSF IPRO	129,00	Médio	125,00	Semiprecoce	127,00	Médio
EXP_08	129,00	Médio	128,33	Médio	131,33	Médio
EXP_10	129,00	Médio	128,33	Médio	131,33	Médio
EXP_13	129,00	Médio	128,67	Médio	132,33	Médio
DM 53I54RSF IPRO	128,67	Médio	125,00	Semiprecoce	127,33	Médio
EXP_07	128,67	Médio	125,00	Semiprecoce	127,33	Médio
NS5959	128,67	Médio	125,67	Semiprecoce	129,33	Médio
EXP_15	128,33	Médio	128,00	Médio	131,00	Médio
EXP_14	128,33	Médio	128,33	Médio	131,67	Médio
P95Y52	128,00	Médio	125,00	Semiprecoce	127,00	Médio

¹ Precoce (até 115 dias), semiprecoce (116-125,9 dias), médio (126-137,9 dias) e semitardio (138-150 dias).

Através da análise de variância individual observa-se que houve diferença na altura de plantas apenas nos genótipos cultivados em Itaipulândia, onde os mesmos foram classificados em quatro grupos distintos (Tabela 22).

Tabela 22 - Altura de plantas na maturação de genótipos de soja, cultivados em três ambientes (Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê), no ano agrícola de 2017/18

GENÓTIPO	Ambientes		
	Pato Bragado	Itaipulândia	Mamborê
BS 2606 IPRO	84,33	89,32 a	99,75
BMX GARRA RSF IPRO	92,83	89,19 a	101,83
DM 66I68 RSF IPRO	83,25	85,74 a	107,58
EXP_16	65,17	81,43 a	98,25
DM 61I59RSF IPRO	91,08	81,39 a	101,75
M5947IPRO	72,42	78,70 a	98,42
EXP_15	76,00	78,06 a	100,50
TMG7062 IPRO	89,50	77,69 a	91,00
EXP_02	87,33	75,35 b	97,83
NS5959	78,83	74,13 b	99,33
DM 6563RSF IPRO	81,42	73,43 b	98,67
A5909	74,50	71,87 b	103,29
M5705 IPRO	83,00	71,50 b	99,50
EXP_12	80,75	71,12 b	108,92
EXP_18	78,58	70,79 b	104,67
EXP_03	75,50	70,02 b	106,92
EXP_17	82,17	68,83 b	98,75
EXP_13	71,42	68,65 b	94,33
M5917IPRO	71,42	66,93 c	98,50
EXP_10	77,33	65,56 c	100,17
EXP_14	58,33	65,47 c	101,08
EXP_08	78,08	64,76 c	83,50
EXP_11	72,67	64,43 c	97,75
NS5445 IPRO	79,25	63,18 c	93,92
DM 54I52RSF IPRO	67,33	63,04 c	105,17
EXP_09	73,92	58,88 c	97,00
EXP_01	81,33	53,58 d	101,75
EXP_07	68,83	50,24 d	100,50
DM 53I54RSF IPRO	62,17	50,10 d	93,50
P95Y52	58,67	49,55 d	82,41
Média	76,58	69,76	98,88
C.V. (%)	24,03	9,40	8,51

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Apesar disto, todos apresentaram alturas inferiores a 100,00 cm, e por tanto, não apresentam tendência ao acamamento (SEDIYAMA, 2015). Em geral, este ambiente possui a menor média de altura, com 69,76 cm, comparado a Pato Bragado (76,58 cm) e Mamborê (98,88 cm).

Quanto à população de plantas (Tabela 23), houve apenas diferença estatística significativa entre os ambientes, nos quais os genótipos DM 66I68 RSF IPRO, P95Y52, DM 6563RSF IPRO e EXP_01 cultivados em Mamborê, apresentaram população superior aos demais ambientes. Em geral, os valores superaram o aceitável pela cultura que é de até 400.000 plantas ha⁻¹ (EMBRAPA, 2013).

A densidade de semeadura interfere na competição inter e intra-específica por recursos do solo, especialmente água e nutrientes, além de provocar mudanças morfofisiológicas nas plantas (ARGENTA et al., 2001). No entanto, a necessidade hídrica não foi problema, pois o ano agrícola 2017/18 apresentou precipitação (Figuras 7, 8 e 9) acima do necessário para o bom desenvolvimento da cultura, que é de 450 a 800 mm (GAVA, 2014).

A alta população de plantas observada em alguns genótipos cultivados em Mamborê, interferiu no número de grãos por planta que em geral foi de apenas 103,44 grãos, comprado aos 133,56 e 138,44 grãos por planta observados em Pato Bragado e Itaipulândia, respectivamente (Tabela 24).

Isto pode ser explicado pelo fato de que em menores densidades ocorreu maior produção de vagens por plantas e maior número de grãos por vagens, não havendo limitação por luz, sendo a produção de fotoassimilados suficiente para o enchimento de grãos (MAUAD et al., 2010).

Os genótipos EXP_02, BS 2606 IPRO, e DM 6563RSF IPRO, quando cultivados em Itaipulândia, apresentaram os maiores números de grãos por planta (NGPP), com 215,01, 207,85, e 187,57 grãos, respectivamente. Entretanto, não houve diferenças significativas entre os genótipos cultivados em Pato Bragado e Mamborê. Além disso, observa-se que 19 genótipos não apresentaram alterações significativas no NGPP quando submetidos a diferentes ambientes.

O destaque foi para os genótipos BS 2606 IPRO, DM 6563RSF IPRO, EXP_16, e EXP_18 cultivados em Itaipulândia e para o genótipo EXP_08 cultivado em Pato Bragado, os quais apresentaram os maiores valores de NGPP, nos respectivos ambientes, dentre os avaliados.

Tabela 23 - População de plantas ha⁻¹ de genótipos de soja, cultivados em três ambientes (Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê), no ano agrícola de 2017/18

GENÓTIPO	Ambientes		
	Pato Bragado	Itaipulândia	Mamborê
DM 61I59RSF IPRO	806.666,70 A	726.666,70 A	673.333,30 A
BMX GARRA RSF IPRO	786.666,70 A	480.000,00 B	853.333,30 A
EXP_16	740.000,00 A	553.333,30 A	653.333,30 A
M5705 IPRO	720.000,00 A	653.333,30 A	633.333,30 A
EXP_10	720.000,00 A	593.333,30 A	766.666,70 A
DM 53I54RSF IPRO	700.000,00 A	606.666,70 A	733.333,30 A
EXP_17	693.333,30 A	600.000,00 A	746.666,70 A
M5917IPRO	680.000,00 A	686.666,70 A	626.666,70 A
EXP_15	660.000,00 A	446.666,70 A	626.666,70 A
EXP_09	653.333,30 A	586.666,70 A	733.333,30 A
BS 2606 IPRO	653.333,30 A	620.000,00 A	786.666,70 A
EXP_08	646.666,70 A	553.333,30 A	686.666,70 A
EXP_14	640.000,00 A	573.333,30 A	726.666,70 A
NS5959	633.333,30 A	566.666,70 A	653.333,30 A
A5909	633.333,30 A	593.333,30 A	720.000,00 A
EXP_02	626.666,70 A	540.000,00 A	700.000,00 A
EXP_12	620.000,00 A	680.000,00 A	680.000,00 A
TMG7062 IPRO	620.000,00 A	666.666,70 A	526.666,70 A
M5947IPRO	613.333,30 A	633.333,30 A	646.666,70 A
EXP_18	606.666,70 A	533.333,30 A	700.000,00 A
EXP_07	586.666,70 A	426.666,70 B	700.000,00 A
DM 66I68 RSF IPRO	577.011,50 B	446.666,70 B	773.333,30 A
DM 54I52RSF IPRO	566.666,70 A	533.333,30 A	733.333,30 A
NS5445 IPRO	566.666,70 A	640.000,00 A	666.666,70 A
EXP_11	566.666,70 A	520.000,00 A	626.666,70 A
EXP_13	560.000,00 A	486.666,70 A	700.000,00 A
EXP_03	533.333,30 A	600.000,00 A	600.000,00 A
P95Y52	500.000,00 B	566.666,70 B	786.666,70 A
DM 6563RSF IPRO	500.000,00 B	420.000,00 B	713.333,30 A
EXP_01	460.000,00 B	446.666,70 B	793.333,30 A
Média	629.011,49	566.000,00	698.888,89
C.V. (%)	21,29	16,15	20,58
Média geral: 631.30		C.V. (%): 19,69	

* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Tabela 24 - Número de vagens por planta (NLPP) e número de grãos por planta (NGPP) de genótipos de soja, cultivados em três ambientes (Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê), no ano agrícola de 2017/18

GENÓTIPO	Número de grãos por planta			Número de vagens por planta		
	Pato Bragado	Itaipulândia	Mamborê	Pato Bragado	Itaipulândia	Mamborê
EXP_02	184,87 A	215,01 A a	96,89 B	75,33 A a	79,97 A a	38,25 B
BS 2606 IPRO	153,28 B	207,85 A a	120,43 B	68,83 A a	77,58 A a	47,33 B
EXP_09	130,83 A	113,18 A c	109,06 A	66,64 A a	46,75 B c	40,08 B
EXP_08	152,47 A	111,99 B c	98,85 B	62,08 A a	50,44 B c	41,42 B
TMG7062 IPRO	149,23 A	140,35 A c	105,73 A	61,92 A a	57,25 A c	42,92 B
BMX GARRA RSF IPRO	145,12 A	148,00 A c	118,03 A	61,50 A a	56,33 A c	45,00 A
DM 66I68 RSF IPRO	150,02 A	162,86 A b	84,79 B	60,76 A a	69,17 A b	33,42 B
M5947IPRO	146,98 A	144,93 A c	95,46 B	59,81 A a	53,58 A c	42,00 B
DM 61I59RSF IPRO	133,34 A	141,68 A c	108,82 A	58,33 A a	59,00 A c	42,08 B
EXP_07	142,00 A	127,85 A c	91,66 B	57,50 A a	49,75 A c	38,33 B
EXP_01	135,23 A	145,09 A c	98,06 B	57,25 A a	57,92 A c	36,68 B
DM 6563RSF IPRO	137,69 B	187,57 A a	93,97 C	56,50 A a	66,33 A b	38,42 B
EXP_13	140,15 A	163,71 A b	135,04 A	56,17 A a	63,00 A b	43,33 B
EXP_15	138,12 A	122,58 A c	96,99 A	55,92 A a	43,92 B c	38,58 B
M5705 IPRO	143,75 A	130,55 A c	103,43 A	55,83 A a	50,67 A c	40,17 A
NS5959	138,24 A	114,15 A c	117,73 A	55,83 A a	54,17 A c	45,25 A
EXP_17	132,58 A	139,78 A c	101,90 A	55,68 A a	55,92 A c	37,40 B
EXP_10	140,15 A	127,97 A c	90,69 B	52,58 A b	50,17 A c	35,75 B
DM 54I52RSF IPRO	125,52 A	108,60 A c	82,55 A	51,33 A b	47,33 A c	33,29 B
NS5445 IPRO	121,45 A	97,59 A c	106,60 A	50,50 A b	39,50 A c	45,92 A
EXP_03	122,12 A	141,32 A c	115,56 A	50,42 A b	53,92 A c	39,93 A
P95Y52	124,62 A	98,57 A c	101,50 A	50,25 A b	38,00 A c	39,08 A
EXP_12	120,47 A	130,37 A c	110,19 A	50,08 A b	51,58 A c	46,33 A
EXP_16	117,43 B	162,59 A b	107,17 B	50,08 B b	65,17 A b	39,67 B
M5917IPRO	117,28 A	138,62 A c	102,23 A	47,42 A b	52,00 A c	41,92 A
EXP_18	105,45 B	160,10 A b	114,48 B	47,17 B b	62,67 A b	44,08 B
EXP_14	114,89 A	119,75 A c	105,11 A	46,17 A b	47,58 A c	42,67 A
DM 53I54RSF IPRO	109,14 A	104,72 A c	94,32 A	44,75 A b	41,83 A c	38,00 A
A5909	102,89 A	120,47 A c	91,11 A	42,75 A b	52,19 A c	36,33 A
EXP_11	131,55 A	125,45 A c	104,97 A	38,94 A b	45,75 A c	41,42 A
Média	133,56	138,44	103,44	54,94	54,65	40,50
C.V. (%)	23,12	18,92	15,27	20,46	15,67	13,60
Média geral: 125,15 C.V. (%): 20,74 Média geral: 50,03 C.V. (%): 17,89						

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Em Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê, observou-se em média 54,94, 54,65, e 40,50 vagens por planta, respectivamente. Em Pato Bragado, os genótipos foram classificados em dois grupos distintos, nos quais o maior deles apresentou 17 genótipos variando entre 75,33 e 55,68 vagens por planta. Por outro lado, Itaipulândia apresentou três grupos distintos, dos quais apenas os genótipos EXP_02 e BS 2606 IPRO (com 79,97 e 77,58 vagens), foram classificados no grupo de maior número de vagens por planta.

Em Mamborê, não houve diferenças estatísticas entre os genótipos para esta variável. Além disso, não houve efeito ambiental para os genótipos BMX GARRA RSF IPRO, M5705 IPRO, NS595, NS5445 IPRO, EXP_03, P95Y52, EXP_12, M5917IPRO, EXP_14, DM 53I54RSF IPRO, A5909, e EXP_11.

Apesar de Mamborê ser o local onde os a maioria dos genótipos apresentaram os menores valores de NGPP, possivelmente o peso destes grãos garantiu que nele fossem observados as maiores produtividades dos genótipos EXP_12, EXP_09, EXP_07, NS5959, EXP_15, DM 6563RSF IPRO, EXP_11, EXP_03, NS5445 IPRO, EXP_13, M5705 IPRO, EXP_17, EXP_10, TMG7062 IPRO, DM 54I52RSF IPRO, DM 53I54RSF IPRO, M5917IPRO, P95Y52, A5909, e EXP_01, comprado aos demais ambientes (Tabela 25). Boa parte destes genótipos apresentaram ciclos mais longos em Mamborê, e com isso, tiveram maior capacidade de produzir massa seca (DYBING, 1994).

Além do mais, não houve diferenças significativas de produtividade entre os genótipos cultivados em Mamborê, os quais apresentaram valores na faixa de 2.230,00 a 2.881,79 kg ha⁻¹.

Em Pato Bragado os genótipos foram classificados em dois grupos distintos em que DM 61I59RSF IPRO, EXP_12, EXP_09, EXP_07, EXP_14, NS5959, EXP_15, DM 6563RSF IPRO, EXP_16, BS 2606 IPRO, EXP_11, EXP_03, NS5445 IPRO, EXP_13, M5705 IPRO, e EXP_17 foram os mais produtivos. Por outro lado, em Itaipulândia apenas os genótipos DM 61I59RSF IPRO, EXP_14, EXP_16, BS 2606 IPRO, EXP_03, EXP_13, EXP_17, EXP_08, EXP_02, EXP_18, e M5947IPRO foram classificados no grupo de maior produtividade. Em Itaipulândia foram registradas as menores produtividades dentre os ambientes estudados, onde os genótipos EXP_07, DM 54I52RSF IPRO, DM 53I54RSF IPRO, e EXP_01, produziram apenas 1.052,33; 1.209,00; 975,33; e 1.033,33 kg ha⁻¹, respectivamente.

Tabela 25 - Produtividade (kg ha⁻¹) de genótipos de soja, cultivados em três ambientes (Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê), no ano agrícola de 2017/18

GENÓTIPO	Ambientes		
	Pato Bragado	Itaipulândia	Mamborê
DM 61I59RSF IPRO	1.945,00 B a	2.540,00 A a	2.413,85 A
EXP_12	1.895,41 B a	2.124,67 B b	2.611,33 A
EXP_09	1.884,67 B a	1.544,33 C c	2.732,00 A
EXP_07	1.868,67 B a	1.052,33 C d	2.290,67 A
EXP_14	1.855,33 B a	2.195,00 A a	2.376,33 A
NS5959	1.828,67 B a	1.755,33 B b	2.559,00 A
EXP_15	1.826,67 B a	2.021,67 B b	2.313,00 A
DM 6563RSF IPRO	1.825,41 B a	2.122,92 B b	2.432,00 A
EXP_16	1.815,00 B a	2.202,33 A a	2.496,33 A
BS 2606 IPRO	1.806,67 B a	2.421,67 A a	2.474,35 A
EXP_11	1.786,00 B a	1.847,00 B b	2.484,67 A
EXP_03	1.765,00 C a	2.172,00 B a	2.553,00 A
NS5445 IPRO	1.762,00 B a	1.568,92 B c	2.230,00 A
EXP_13	1.762,00 C a	2.239,89 B a	2.605,00 A
M5705 IPRO	1.755,67 B a	1.748,00 B b	2.234,36 A
EXP_17	1.734,00 C a	2.357,33 B a	2.881,79 A
EXP_10	1.730,67 B a	1.918,67 B b	2.489,00 A
TMG7062 IPRO	1.666,67 C b	2.133,00 B b	2.462,00 A
DM 54I52RSF IPRO	1.633,41 B b	1.209,00 C d	2.566,33 A
DM 66I68 RSF IPRO	1.628,33 B b	2.014,39 A b	2.231,67 A
DM 53I54RSF IPRO	1.626,33 B b	975,33 C d	2.513,67 A
M5917IPRO	1.601,00 C b	1.933,67 B b	2.538,33 A
EXP_08	1.575,00 B b	2.338,42 A a	2.404,33 A
EXP_02	1.542,00 B b	2.450,33 A a	2.498,00 A
EXP_18	1.524,67 B b	2.525,67 A a	2.521,00 A
M5947IPRO	1.512,67 B b	2.309,92 A a	2.352,31 A
P95Y52	1.432,67 B b	1.382,33 B c	2.307,33 A
A5909	1.425,00 C b	2.012,67 B b	2.487,67 A
BMX GARRA RSF IPRO	1.423,33 B b	2.392,39 A a	2.481,86 A
EXP_01	1.384,33 B b	1.033,33 C d	2.432,67 A
Média	1.694,07	1.951,42	2.465,80
C.V. (%)	11,18	10,29	7,28
Média geral: 2.037,09		C.V. (%): 9,29	

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Apesar da superioridade de alguns genótipos em determinados ambientes, em geral os valores de produtividades foram inferiores à média do estado na atual

safra que foi de 3.506,00 kg ha⁻¹. Isto ocorreu devido o excesso de chuvas, falta de luz e as baixas temperaturas na fase de desenvolvimento vegetativo (CONAB, 2018).

Este excesso de chuva observado principalmente no Oeste e no Norte do Paraná durante a safra 2017/18 restringiu-se apenas a algumas lavouras, quando coincidiu com a baixa luminosidade do ambiente. Com isso, houve abortamento anormal de vagens e o deficiente enchimento dos grãos da soja, acarretando na diminuição da produtividade (EMBRAPA, 2018).

Neste sentido, é possível verificar a importancia de se levar em consideração as características edafoclimáticas de cada região na escolha da cultivar a ser utilizada pelos produtores. De acordo com Craufurd et al. (2013), é necessário encontrar cultivares adaptadas principalmente à temperatura e ao fotoperíodo da região, pois esses fatores definem o desenvolvimento principal da planta, que é a fase vegetativa, e proporciona o acúmulo de massa seca e maior produtividade de grãos.

4.4. CONCLUSÕES

As condições ambientais do Município de Mamborê não causaram alterações na altura de plantas, população de plantas, número de vagens por plantas, número de grãos por plantas e na produtividade dos genótipos avaliados.

Os genótipos BS 2606 IPRO, EXP_17, EXP_03, EXP_16, EXP_13, EXP_14 destacaram-se por apresentarem as maiores produtividades, tanto em Pato Bragado, como em Itaipulândia.

O excesso de chuvas observadas em todos os ambientes estudados no ano agrícola 2017/18 causou quebra na produtividade da cultura da soja, sendo Pato Bragado o local mais afetado.

4.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRITEMPO. Sistema de monitoramento agrometeorológico. Disponível em: <<https://www.agritempo.gov.br/agritempo/jsp/PesquisaClima/index.jsp?siglaUF=PR>> Acesso em 14 jan. 2019.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; SANGOL, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estadoda-arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 6, p.1 075-1084, 2001.

CAVIGLIONE, J.H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. CD-ROM.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Séries históricas da soja. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=20>> Acesso em 11 dez. 2018.

CRAUFURD, P. Q.; VADEZ, V.; JAGADISH, S. V. K.; PRASAD, P. V. V.; ZAMANALLAH, M. Crop science experiments designed to inform crop modeling. **Agriculture and Forestry Meteorology**, Minnesota, v.170, n. 1, p.8-18, 2013.

CRUZ, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

DYBING, C.D. Soybean flower production as related to plant growth and seed yield. **Crop Science**, Madison, v. 34, n. 2, p. 489-497, 1994.

EMBRAPA. **Cultivares de soja**: Regiões Sul e Central do Brasil 2010/2011. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 62p.

EMBRAPA. Nota técnica: Abortamento de vagens e enchimento deficiente de grãos em soja na safra 2017- 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1355202/1529289/Nota+Tecnica+Abortamento+Final+%281%29l.pdf/0f226f0d-202f-2e9b-a7fe-a97622263c66>> Acesso em 20 dez. 2018.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja** – Região Central do Brasil. Londrina: Embrapa Soja 2014. 2013. 265 .

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1981. 12p.

GAVA, R. **Os efeitos do estresse hídrico na cultura da soja (*Glicine Max*, (L.) Merrill.)**, 2014. 124f. Tese (Doutor em Ciencias). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

KANTOLIC, A. G. Control ambiental y genético de la fenología del cultivo de soja: impactos sobre elrendimiento y laadaptación de genótipos. **Revista da Facultad de Agronomía**, La Plata, v.28, n. 1, p.63-88, 2008.

MAUAD, M.; SILVA, L. B.; ALMEIDA NETO, A. I.; AGREU, V. G. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Revista Agraria**, Dourados, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2010.

PIMENTEL-GOMES, F. Análise de grupos de experimentos. In:_____. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: FEALQ, 2009. p. 139-159.

RAMOS, M. S. SOUZA, P. A. M. SOUZA, J. E. B. Desempenho agrônômico de soja em ensaio VCU. **Ipê agronomic journal**, Goianésia,v. 2, n. 2, p. 37-45, 2018.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.Á.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed rev. Ampl. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

SAS INSTITUTE INC. SAS University Edition: instalation guide. Cary; SAS Institute, 2014. Disponível em: < https://www.sas.com/pt_br/home.html >. Acessado 20 de dez 2018.

SEDIYAMA, T. **Melhoramento genético da soja**. Londrina: Editora Mecenass, 2015. 352p.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Editora Mecenass, 2009. 314p.

SILVA, C. M. **Época de semeadura versus grupo de maturação nos componentes de rendimento da soja em microclima do cerrado piauiense**, 2016. 41f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal do Piauí, Campus Prof. Cinobelina Elvas, Bom Jesus.

SILVA, F.; BORÉM, A.; SEDIYAMA, T.; LUDKE, W. **Melhoramento da Soja**. Viçosa: Ed. UFV, 2017. 563p.

UNFRIED, J. R.; BRAGA, N. R. Os desafios da soja tropicl no Brasil. **Boletim de Pesquisa de soja**. Rondonópolis, MT: Fundação MT, p. 32-43, 2011.

5. ARTIGO 4 ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE SOJA CULTIVADOS NO OESTE DO PARANÁ NA SAFRA 2017/18

RESUMO

A soja é a principal leguminosa produzida e consumida no mundo. No Brasil, o atual nível de produção, bem como seu cultivo em regiões antes inadequadas, deve-se principalmente ao avanço do melhoramento genético com o desenvolvimento de variedades mais produtivas, adaptadas às condições de cultivo. Entretanto, o comportamento diferencial dos genótipos diante das oscilações ambientais, dificulta o processo de seleção e a recomendação de cultivares. Assim, torna-se necessário à realização de estudos de estabilidade e adaptabilidade a fim de identificar as cultivares específicas para cada região. Neste sentido, este trabalho foi realizado com a finalidade avaliar a resposta de 30 genótipos de soja, quanto a adaptabilidade e estabilidade pelas metodologias de Eberhart e Russell e Centróide adaptada, para a característica produtividade de grãos, conduzidos nos municípios de Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê –PR, no ano safra 2017/18. O delineamento experimental utilizado consistiu em blocos casualizados com 30 genótipos e três repetições, cultivados em três ambientes. Cada parcela experimental foi composta por quatro linhas, espaçadas entre si em 0,5 m e com 5 m de comprimento. A condução dos experimentos ocorreu de acordo com as recomendações da cultura. Ao final do ciclo, os genótipos foram colhidos, limpos e pesados para determinação de produtividade. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e de homogeneidade de variâncias, e a análise de variância conjunta. Após verificar significância na interação da análise conjunta, os dados foram submetidos a análises de adaptabilidade e estabilidade fenotípica. Para tal, optou-se pelo uso das metodologias clássicas de Centróide, e de Eberhart e Russell. A produtividade média dos genótipos avaliados em Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê variou de 1.551,67 a 2.190,44 kg ha⁻¹, com média de 1.935,43 kg ha⁻¹. Os genótipos EXP_03, EXP_16, EXP_14, EXP_18, e EXP_02 destacaram-se com as maiores produtividades, sendo de 2.163,33; 2.171,22; 2.142,22; 2.190,44; e 2.163,44 kg ha⁻¹, respectivamente. Dentre os genótipos avaliados, o EXP_18 classificado como de adaptabilidade geral alta pelo método de Centróide, destacou-se por apresentar a maior produtividade média. Os genótipos EXP_03, EXP_08, EXP_11, EXP_10,

EXP_15, NS5959, M5917IPRO, TMG7062 IPRO, EXP_16, e EXP_14 destacaram-se por apresentar produtividades superiores a 2.000 kg ha⁻¹, e estabilidade e adaptabilidade geral pela metodologia de Eberhart e Russell.

Palavras-chaves: *Glycine max*. Centróide. Eberhart e Russell. Produtividade.

ADAPTABILITY AND STABILITY OF SOYBEAN GENOTYPES CULTIVATED IN THE WEST REGION OF PARANÁ IN 2017/18 CROP YEAR

ABSTRACT

The soybean is the main legume produced and consumed in the world. In Brazil, the current level of production, as well as its cultivation in previously inadequate regions, is mainly due to the advance of genetic improvement with the development of more productive varieties adapted to the growing conditions. However, the differential behavior of the genotypes in the face of the environmental oscillations, hinders the selection process and the recommendation of cultivars. Thus, it is necessary to carry out stability and adaptability studies in order to identify the specific cultivars for each region. In this sense, this work was carried out with the purpose of evaluating the response of 30 soybean genotypes, regarding adaptability stability by Eberhart and Russell and Adapted Centroid methodologies, for grain yield characteristics, conducted in the municipalities of Pato Bragado, Itaipulândia and Mamborê -PR, in the 2017/18 crop year. The experimental design consisted of randomized blocks with 30 genotypes and three replicates, grown in three environments. Each experimental plot was composed of four lines, spaced 0.5 m apart and 5 m long. The conduction of the experiments occurred according to the recommendations of the culture. At the end of the cycle, genotypes were harvested, cleaned and weighed for yield determination. The data were submitted to the normality test and homogeneity of variances, and the analysis of joint variance. After verifying significance in the interaction of the joint analysis, the data were submitted to analyzes of adaptability and phenotypic stability. For this, we chose the use of the classic methodologies of Centroid, and of Eberhart and Russell. The average yield of the genotypes evaluated in Pato Bragado, Itaipulândia and Mamborê ranged from 1,551.67 to 2,190.44 kg ha⁻¹, with an average of 1,935.43 kg ha⁻¹. The genotypes EXP_03, EXP_16, EXP_14, EXP_18, and EXP_02 stood out with the highest productivities, being of 2,163.33; 2,171.22; 2,142.22; 2,190.44; and 2,163.44 kg ha⁻¹, respectively. Among the evaluated genotypes, the EXP_18 classified as high general adaptability by the Centroid method, was characterized by higher average yield. The genotypes EXP_03, EXP_08, EXP_11, EXP_10, EXP_15, NS5959, M5917IPRO, TMG7062

I PRO, EXP_16 and EXP_14 stood out for having yields greater than 2000 kg ha⁻¹, and general stability and adaptability by the Eberhart and Russell methodology.

Keywords: *Glycine max*. Centroid. Eberhart and Russell. Grain yield.

5.1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é a principal leguminosa produzida e consumida no mundo. De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos – USDA, a estimativa de produção mundial para a safra 2018/19 é de 369,32 milhões de toneladas, sendo os Estados Unidos, Brasil e a Argentina os maiores produtores, correspondendo a 34,00; 32,63; e 15,43% da produção total (CONAB, 2018).

No Brasil, o atual nível de produção, bem como seu cultivo em regiões antes inadequadas, deve-se a diversos fatores como o desenvolvimento de tecnologias de produção, ao manejo, e ao melhoramento genético, com o desenvolvimento de variedades mais produtivas, adaptadas às condições de cultivo e resistentes às principais doenças (SILVA et al., 2017).

Entretanto, o comportamento diferencial dos genótipos diante das oscilações ambientais, dificulta o processo de seleção e a recomendação de cultivares. Assim, devem-se buscar alternativas para amenizar o efeito da interação genótipo por ambiente ($G \times A$), com destaque para a identificação de cultivares de comportamento previsível e responsivo à melhoria do ambiente, por meio de metodologias específicas de adaptabilidade e estabilidade (CRUZ; CARNEIRO; REGAZI, 2014).

Diversas metodologias baseadas em diferentes princípios já foram descritos na literatura, e os mais utilizados são os baseados em regressões, como o de Eberhart e Russell (1966) (CÂMARA; MORAES; SIMON, 2018). Através do coeficiente de regressão obtida nesta metodologia, os genótipos são classificados quanto a sua adaptação, podendo ser ampla ou específica (a ambientes favoráveis ou desfavoráveis), e pela variância dos desvios é possível verificar se apresentam alta previsibilidade de comportamento (EBERHART; RUSSELL, 1966).

Outro método muito utilizado é o Centróide (ROCHA et al., 2005), modificado por Nascimento et al. (2009), o qual baseia-se em componentes principais. Nele é possível comparar os valores de distância cartesiana entre os genótipos e os genótipos de referência, denominados de ideótipos (ROCHA et al., 2005).

A comparação entre metodologias para determinar a estabilidade e a adaptabilidade de genótipos de soja aumenta a confiabilidade dos resultados (MARCHIORI, 2008) e tem sido realizada por diversos autores, como Barros et al.

(2010), Oliveira et al. (2016), Romanato et al. (2016), Câmara, Moraes e Simon (2018), dentre outros.

Neste sentido, este trabalho foi realizado com a finalidade avaliar a resposta de 30 genótipos de soja, quanto a adaptabilidade estabilidade pelas metodologias de Eberhart e Russell (1966) e Centróide, proposto por Rocha et al. (2005), e adaptado por Nascimento et al. (2009) para a característica produtividade de grãos, conduzidos nos municípios de Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê –PR, no ano safra 2017/18.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em condições de campo, em três áreas experimentais da Don Mario Sementes, Instituição privada pertencente ao grupo argentino GDM Seeds, no ano agrícola 2017/2018. Os ensaios foram conduzidos em propriedades rurais localizadas nos municípios de Pato Bragado (latitude 24°38'01.1" S e longitude 54°13'09.4" W, com altitude aproximada de 282m), Itaipulândia (latitude 24°28'22.95" S e longitude 54°03'29" W, com altitude aproximada de 227m) e Mamborê (latitude 24°20'48.6" S e longitude 54°31'31.6" W, com altitude aproximada de 763m) - Paraná.

O clima da região, nas três áreas, de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Cfa mesotérmico úmido subtropical de verões quentes, com temperatura média superior a 22°C, e invernos amenos, com temperatura média inferior a 18°C. Os invernos são secos, com geadas pouco frequentes. Há tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida. As precipitações médias anuais variam de 1600 a 1800 mm nos três municípios (CAVIGLIONE, 2000).

Os dados referentes à precipitação pluvial, temperaturas máximas, mínimas e médias diárias foram obtidos através do site Agriempo. Em função da inexistência de estações meteorológicas nos municípios de Mamborê, Pato Bragado e Itaipulândia, utilizou-se dados de municípios vizinhos, sendo Campo Mourão (Figura 10), Marechal Cândido Rondon (Figura 11), e Santa Helena (Figura 12), respectivamente.

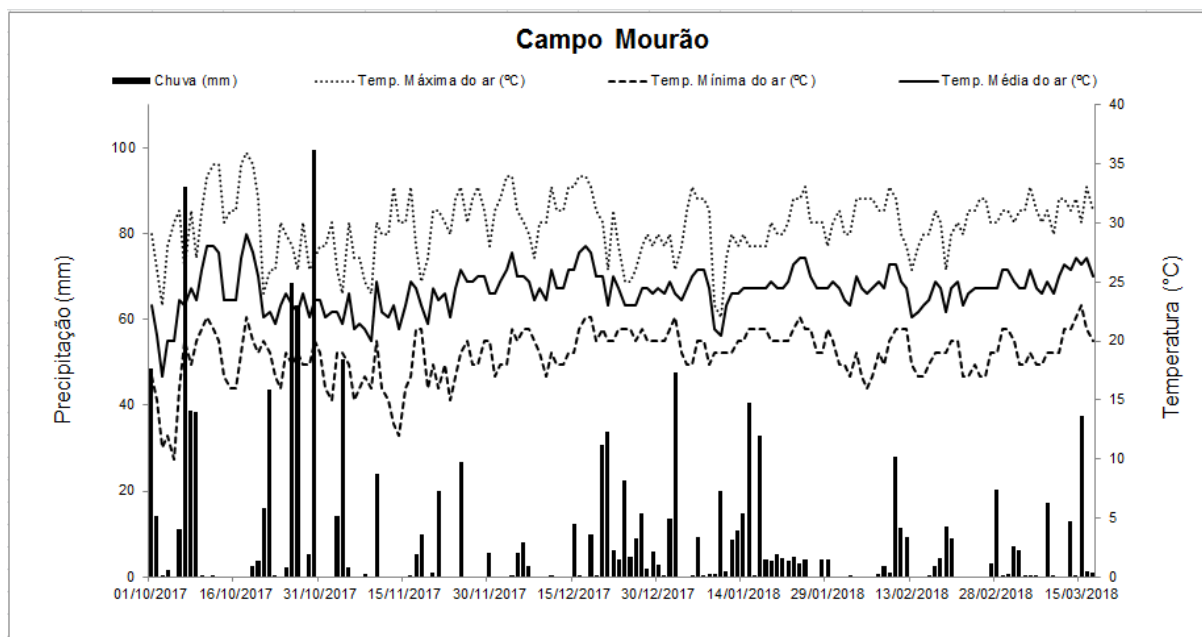


Figura 10 - Temperatura máxima e mínima diária, temperatura média e precipitação pluvial diária, em Campo Mourão - PR, de 01/10/2017 a 17/03/2018 do ano agrícola 2017/2018.

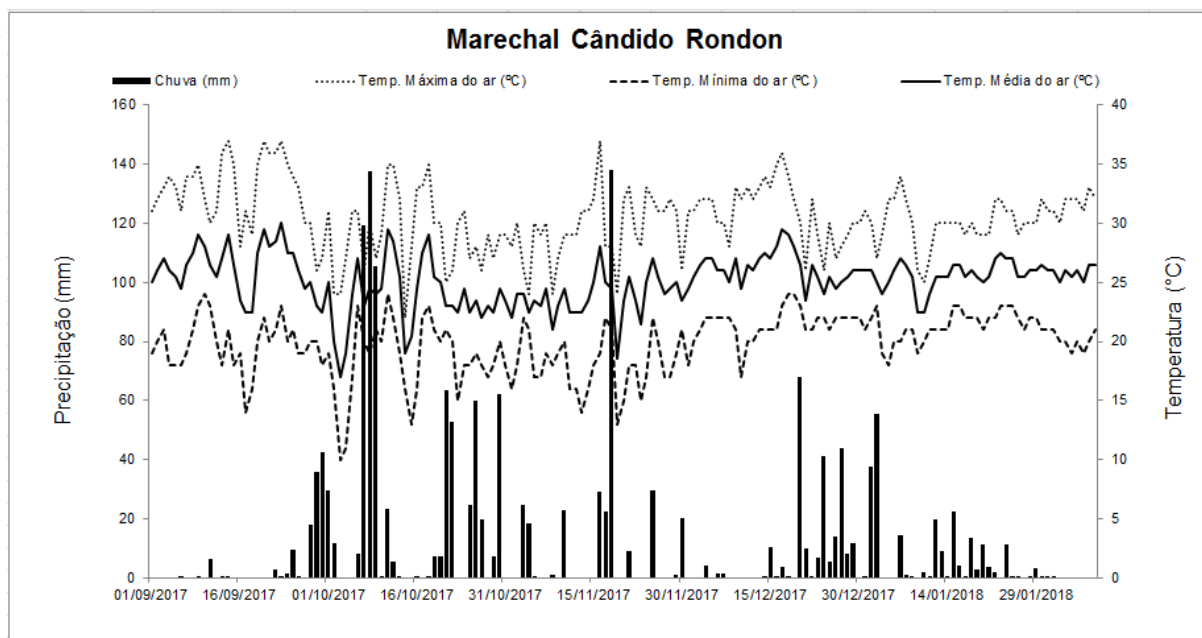


Figura 11 - Temperatura máxima e mínima diária, temperatura média e precipitação pluvial diária, em Marechal Cândido Rondon - PR, de 01/09/2017 a 08/02/2018 do ano agrícola 2017/2018.

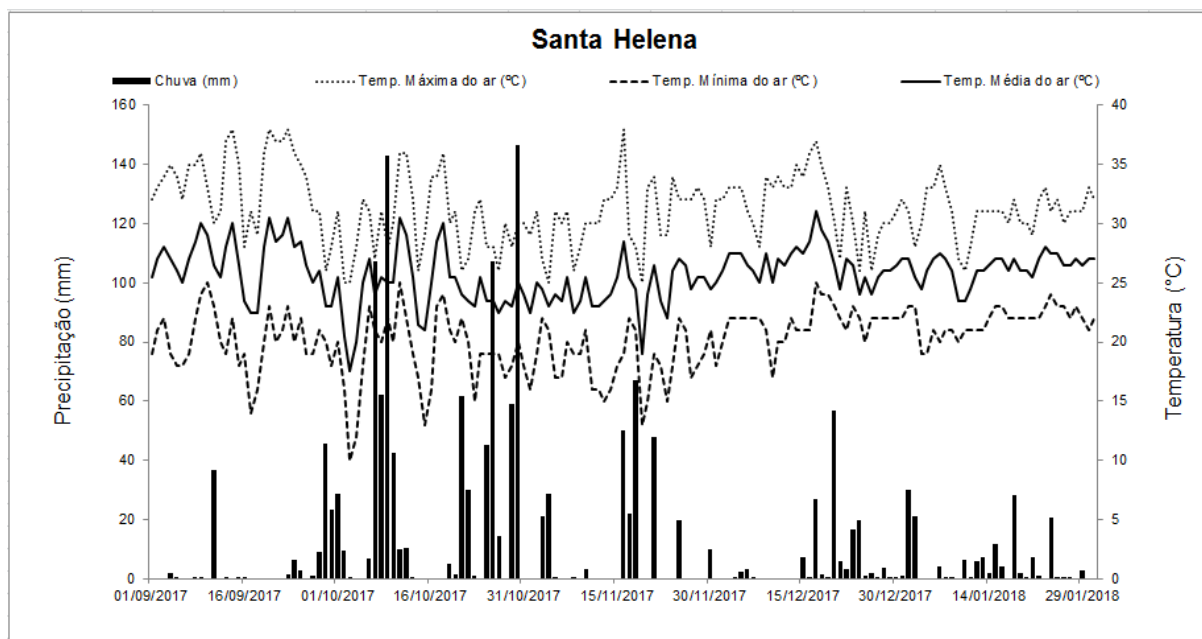


Figura 12 - Temperatura máxima e mínima diária, temperatura média e precipitação pluvial diária, em Santa Helena - PR, de 01/09/2017 a 31/01/2018 do ano agrícola 2017/2018.

Os solos de Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê cultivados a pelo menos 10 anos em Sistema de Plantio Direto, são classificados como LATOSSOLO VERMELHO, de textura argilosa, e possuindo boa drenagem (SANTOS et al., 2013).

O solo em Itaipulândia possui as seguintes características químicas: 47,3 mg dm^{-3} de P (Mehlich⁻¹); 0,85 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de K^+ ; 4,85 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de Ca^{2+} ; 2,2 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de Mg^{2+} ; 0,1 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de Al^{3+} ; 5,01 de pH (em H_2O); 2,7% de M.O.; 14,02 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de CTC (pH 7,0); 56,35% de V%; 12,38 mg dm^{-3} de S; 0,43 mg dm^{-3} de B; 20,48 mg dm^{-3} de Cu^{2+} ; 135 mg dm^{-3} de Mn^{2+} ; e 12,73 mg dm^{-3} de Zn.

Por outro lado, em Mamborê o solo possui as seguintes características químicas: 25,97 mg dm^{-3} de P (Mehlich⁻¹); 0,52 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de K^+ ; 0,03 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de Na^+ ; 8,05 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de Ca^{2+} ; 1,60 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de Mg^{2+} ; 0,0 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de Al^{3+} ; 5,55 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ de H+Al; 5,61 de pH (em H_2O); 15,75 de CTC (pH 7,0); 64,76% de V%; 0,0 mg dm^{-3} de B; 3,25 mg dm^{-3} de Cu^{2+} ; 105,61 mg dm^{-3} de Fe^{2+} ; 30,45 mg dm^{-3} de Mn^{2+} ; 2,43 mg dm^{-3} de Zn.

O delineamento experimental adotado consistiu no de blocos ao acaso, composto de 30 genótipos de soja, em três repetições, sendo avaliados 15 genótipos da empresa Don Mario (EXP_01, EXP_02, EXP_03, EXP_07, EXP_08, EXP_09, EXP_10, EXP_11, EXP_12, EXP_13, EXP_14, EXP_15, EXP_16, EXP_17,

EXP_18,) e 15 cultivares comerciais, das quais seis são da própria empresa (P95Y52, NS5445IPRO, M5705IPRO, NS5959, BS26060IPRO, M5917IPRO, A5909, M5947IPRO, TMG7062 IPRO; DM 53I54RSF IPRO, DM 54I52RSF IPRO, DM 61I59RSF IPRO, BMX GARRA RSF IPRO, DM 6563RSF IPRO, DM 66I68 RSF IPRO).

A semeadura foi realizada com semeadora-adubadora em sistema de plantio direto, nos dias 16 de setembro, 26 de setembro e 18 de outubro de 2017, em Itaipulândia, Pato Bragado e Mamborê, respectivamente. As parcelas foram constituídas de 4 linhas de 5 metros, espaçadas em 0,50 m. Como parcela útil, foram desconsiderados uma linha de cada lado e 0,5 metros das extremidades das parcelas, totalizando área útil de 4 m².

As sementes foram tratadas com o inseticida a base de abamectina (50% m/v) e thiamethoxam (35% m/v) na dosagem de 100 e 200 mL de produto comercial (p.c)/100 Kg de sementes e com o fungicida a base de metalaxil-m (2% m/v), tiabendazol (15% m/v) e fludioxonil (2,5% m/v) na dosagem de 100 mL de p.c/100 Kg de sementes, não sendo realizada inoculação.

A adubação mineral de base utilizada nos ambientes de Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê, consistiram respectivamente: 270 kg ha⁻¹ de 01-20-20; 250 kg ha⁻¹ de 04-30-10, e 165 kg ha⁻¹ de MAP, respectivamente. Em Itaipulândia e Mamborê foi aplicado a lanço em pré-plantio (10 a 15 dias antes da semeadura) 103,3 e 82,6 kg ha⁻¹, respectivamente, de cloreto de potássio. Além disso, em Itaipulândia, quando boa parte dos genótipos apresentavam-se em estágio fenológico V4, foi realizada a aplicação de 1,5 L ha⁻¹ do fertilizante foliar Soja Plus Gols, o qual é composto por 1,0% de Nitrogênio; 0,5% de Magnésio; 2,3% de Enxofre; 0,2% de Boro; 0,3% de Cobalto; 4,0% de Manganês; 3,0% de Molibdênio; e 2,0% de Zinco.

Os demais tratos culturais, como controle de plantas daninhas, pragas e doenças, estão descritas na tabela 24.

Tabela 26- Tratos culturais realizados durante o desenvolvimento dos genótipos submetidos à avaliação nos ambientes de Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê, no ano agrícola 2017/2018

AMBIENTES									
Pato Bragado				Itaipulândia			Mamborê		
HERBICIDAS	¹ Nº	Dose	Ingrediente Ativo	Nº	Dose	Ingrediente Ativo	Nº	Dose	Ingrediente Ativo
	1	2,00 L ha ⁻¹	Glifosato (48% m/v)	1	2,00 L ha ⁻¹	Glifosato (48% m/v)	3	2,50 L ha ⁻¹	Glifosato (48% m/v)
	1	0,83 L ha ⁻¹	2,4-D, Sal dimetilamina (80,6% m/v)	1	0,83 L ha ⁻¹	2,4-D, Sal dimetilamina (80,6% m/v)	1	0,70 L ha ⁻¹	Cletodim (24% m/v)
	1	2,00 L ha ⁻¹	Paraquate (20% m/v)	1	2,00 L ha ⁻¹	Paraquate (20% m/v)			
INSETICIDAS	Nº	Dose	Ingrediente Ativo	Nº	Dose	Ingrediente Ativo	Nº	Dose	Ingrediente Ativo
	2	0,0206 kg ha ⁻¹	Diflubenzurom (80% m/v)	2	1,00 Kg ha ⁻¹	Acefato (75% m/v)	2	0,0206 kg ha ⁻¹	Diflubenzurom (80% m/v)
	1	0,248 L ha ⁻¹	Tiametoxam (14,1% m/v) + Lamda cialotrina (10,6% m/v)	1	0,0206 kg ha ⁻¹	Diflubenzurom (80% m/v)	2	1,00 kg ha ⁻¹	Acefato (70% m/v)
	1	0,200 L ha ⁻¹	Cipermetrina (22% m/v) + Tiametoxam (11% m/v)				2	0,248 L ha ⁻¹	Tiametoxam (14,1% m/v) + Lamda cialotrina (10,6% m/v)
							1	0,074 L ha ⁻¹	Flubendiamida (48% m/v)
							1	0,074 L ha ⁻¹	Clorantraniliprole (20% m/v)
FUNGICIDAS	Nº	Dose	Ingrediente Ativo	Nº	Dose	Ingrediente Ativo	Nº	Dose	Ingrediente Ativo
	1	1,00 L ha ⁻¹	Trifloxistrobina (15% m/v) + Protiocanazol (17,5 m/v)	1	0,4 L ha ⁻¹	Propiconazol (25% m/v)	4	0,826 L ha ⁻¹	Tiofanato metilico (50% m/v)
	1	0,800 L ha ⁻¹	Picoxistrobina (20% m/v) + ciproconazol (8% m/v)	2	0,30 L ha ⁻¹	Azoxistrobina (20% m/v) + Ciproconazol (8% m/v)	1	0,413 L ha ⁻¹	Trifloxistrobina (15% m/v) + Protiocanazol (17,5 m/v)
				3	1 kg ha ⁻¹	Mancozebe (80% m/v)	1	0,620 L ha ⁻¹	Picoxistrobina (10% m/v) + benzovindiflupir (5% m/v)
				1	0,2 L ha ⁻¹	Trifloxistrobina (37,5% m/v) + ciproconazol (16% m/v)	1	0,826 L ha ⁻¹	Epoxiconazol (5% m/v) + fluxapiroxade (5% m/v) + piraclostrobina (8,1% m/v)
							1	0,372 L ha ⁻¹	Picoxistrobina (20% m/v) + ciproconazol (8% m/v)

¹ número de aplicações.

A colheita dos experimentos ocorreu de acordo com a maturidade final de cada genótipo. Posteriormente os materiais foram limpos e pesados para determinação da produtividade, com correção a 13% de umidade.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (Kolmogorov-Smirnov), com o auxílio dos aplicativos computacionais SAS (SAS INSTITUTE INC., 2014) e de homogeneidade de variâncias, através da análise de variância individual de cada ambiente, seguida da relação entre o maior e o menor QMR, sendo esta menor que sete (PIMENTEL-GOMES, 2009).

Após verificar significância na interação da análise conjunta, os dados foram submetidos a análises de adaptabilidade e estabilidade fenotípica. Para tal, optou-se pelo uso das metodologias clássicas de Eberhart e Russell (1966), e Centróide (ROCHA et al., 2005), modificada por Nascimento et al. (2009). Todas as análises de variância e de estabilidade e adaptabilidade foram realizadas com o auxílio do aplicativo computacional GENES (CRUZ, 2013).

O método Centróide, é um método não paramétrico o qual calcula a distância entre os genótipos avaliados e os ideótipos estipulados, com intuito de representarem os genótipos de máxima adaptabilidade geral e específica a ambientes favoráveis ou desfavoráveis, e também os de mínima adaptabilidade (ROCHA et al., 2005).

A classificação dos ambientes em favoráveis e desfavoráveis é feita utilizando o índice ambiental proposto por Finlay e Wilkinson (1963), em que:

$$I_j = \frac{1}{g} \sum_i Y_{ij} - \frac{1}{ag}$$

Y_{ij} : é a média do genótipo i no ambiente j ;

Y : é o total das observações;

a : é o número de ambientes; e

g : é o número de genótipos.

Posteriormente, foi calculada uma medida de probabilidade espacial utilizando o inverso da distância entre um tratamento aos quatro ideótipos:

$$P_{d(i,j)} = \frac{\frac{1}{d_i}}{\sum_i^4 \frac{1}{d_i}}$$

Em que:

$P_{d(i,j)}$: é a probabilidade de apresentar padrão de estabilidade semelhante ao k-esimo centroide; e

d_i : é a distância d i-esimo genótipo ao k – esimo centroide no plano gerado a partir da análise de componentes principais.

De acordo com a maior probabilidade apresentada nos quatro ideótipos, os genótipos foram classificados em I, II, III, ou IV. Os ideótipos de máxima adaptabilidade geral que apresentam valores máximos para todos os ambientes estudados são denominados de ideótipo I. Os ideótipos de máxima adaptabilidade específica são aqueles que apresentam máxima resposta em ambientes favoráveis e mínima resposta em ambientes desfavoráveis (ideótipo II) ou máxima resposta em ambientes desfavoráveis e mínima em ambientes favoráveis (ideótipo III). O ideótipo de mínima adaptabilidade é aquele que apresenta os menores valores em todos os ambientes estudados (ideótipo IV) (ROCHA, 2005).

Nascimento et al. (2009) em sua modificação, introduziu outros três ideótipos visando melhorar a sensibilidade do método à identificação de genótipos de performance mediana e que contribuem pouco para a interação genótipo x ambiente. Assim, o genótipo de média adaptabilidade geral, média adaptabilidade específica a ambientes favoráveis, e com média adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis são classificados como ideótipos V, VI, e VII.

Por outro lado, a metodologia de Eberhart e Russell (1966) baseia-se na análise de regressão linear simples, onde o índice ambiental (efeito do ambiente) é a variável independente e a produtividade média de cada genótipo em cada ambiente representa a variável dependente.

O genótipo ideal será aquele com produtividade média alta, coeficiente de regressão (β_i) igual a 1 e desvio de regressão (σ^2_{di}) o menor possível. Os genótipos com adaptabilidade geral possuem coeficientes de regressão próximos à unidade, específica à ambientes favoráveis maiores que 1 e para ambientes desfavoráveis menores que 1. Já a estabilidade é avaliada pela variância dos desvios da regressão linear, onde genótipos com alta previsibilidade apresentariam σ^2_{di} igual a zero, e os que apresentam baixa previsibilidade σ^2_{di} maior que zero (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2014).

O método segue o modelo:

$$Y_{ij} = \mu_i + \beta_i + I_j + S^2_{di} + \varepsilon_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} : é a média geral da cultivar i no ambiente j ;

μ_i : equivale à média geral da cultivar i ;

β_i : corresponde ao coeficiente de regressão linear, cuja estimativa representa a resposta da cultivar i à variação do ambiente j ; e

I_j : é o índice ambiental codificado;

S^2_{di} : desvio da regressão;

ε_{ij} : corresponde ao erro experimental médio.

O parâmetro de adaptabilidade (β_i) foi estimado conforme a seguinte equação:

$$\beta_i = \sum_{j=1}^n \frac{Y_{ij}I_j}{I_j^2}$$

Sendo:

Y_{ij} : média do genótipo “ i ” no ambiente “ j ”;

I_j : índice ambiental, estimado de acordo com a equação a seguir:

$$I_j = \frac{Y_j}{p} - \frac{Y}{pn}$$

Sendo:

Y_j : média geral dos genótipos no ambiente “ j ”;

Y : média geral;

n : número de genótipos;

p : número de ambientes.

Por outro lado, o parâmetro de estabilidade (S^2_{di}) foi estimado conforme a seguinte equação:

$$S^2_{di} = QMD_i \cdot \frac{QMR}{r}$$

Sendo:

QMD_i : quadrado médio dos desvios da regressão do genótipo “ i ”;

QMR : quadrado médio do resíduo;

r : número de repetições.

Como ferramenta auxiliar adotou-se o coeficiente de determinação (R^2) com a finalidade de comparar os genótipos, sendo calculado através da expressão a seguir:

$$R_i^2 = \frac{SQR_{Linear}}{SQ\left(\frac{A}{G_i}\right)} \cdot 100$$

Sendo:

SQR_{Linear} : soma de quadrados da regressão linear do i -ésimo genótipo:

$SQ(A/G_i)$: soma de quadrados do ambiente contido no i -ésimo genótipo.

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a metodologia proposta por Kolmogorov-Smirnov os dados apresentaram distribuição normal, permitindo a realização da análise conjunta (Tabela 27) sem necessidade de ajustes nos graus de liberdade. Constatou-se efeito significativo da interação genótipo x ambiente (G x A) para a característica produtividade de grãos, premissa básica para realização das análises de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos.

Efeitos significativos na interação G x A da soja também têm sido observados por outros autores (MARQUES et al, 2011; HAMAWAKI et al., 2018; LARA et al., 2019), uma vez que a cultura apresenta sensibilidade às mudanças entre latitudes ou datas de semeadura, devido suas respostas às variações no fotoperíodo (BONATO; VELLO, 1999).

Tabela 27 - Resumo da análise de variância conjunta para a característica produtividade de grãos (kg ha^{-1}) dos 30 genótipos de soja avaliados em três ambientes, no ano agrícola 2017/18

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F
Blocos/Ambiente	6	102.693,18	17.115,53	-
Genótipo (G)	29	8.569.386,68	295.496,09	1,27 ^{ns (1)}
Ambiente (A)	2	27.790.906,20	13.895.453,10	55,70 ^{** (2)}
G x A	58	13.513.253,61	232.987,13	6,44 ^{**}
Resíduo	174	6.291.058,13	36.155,51	-
Total	269	56.267.297,80	-	-
Média (Produtividade – kg ha^{-1})				2037,09
Coeficiente de variação (%)				9,33

⁽¹⁾ ns: não significativo; ⁽²⁾** - Significativo a 1% de probabilidade de erro pelo teste F.

As estimativas de estabilidade e adaptabilidade obtidas pelas metodologias de Eberhart e Russell (1966) e Centróide (ROCHA et al., 2005), modificada por Nascimento et al (2009), utilizam o índice ambiental de Finlay e Wilkinson (1963) para classificar os ambientes em favoráveis e desfavoráveis. Por meio deste, Pato Bragado e Itaipulândia foram classificados como ambientes desfavoráveis, enquanto que Mamborê, como ambiente favorável (Tabela 28).

Tabela 28 - Médias gerais e índices ambientais, de acordo com a metodologia proposta por Finlay e Wilkinson (1963) para a característica produtividade de grãos, dos 30 genótipos de soja avaliados em três ambientes, no ano agrícola 2017/18

Ambiente	Média (kg ha⁻¹)	Índice Ambiental
Pato Bragado	1.694,07	-343,02
Itaipulândia	1.951,42	-85,68
Mamborê	2.465,79	428,70
Média geral	2.037,10	

A produtividade média dos genótipos avaliados em Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê variou de 1.694,07 a 2.465,79 kg ha⁻¹, com média de 2.037,10 kg ha⁻¹ (Tabela 28). Os genótipos EXP_17, EXP_13, DM 61I59RSF IPRO e BS 2606 IPRO destacaram-se com as maiores médias de produtividades, sendo de 2.324,37; 2.202,30; 2.299,62 e 2.234,23 kg ha⁻¹, respectivamente.

Os valores observados estão abaixo do esperado da cultura, uma vez que a produtividade média brasileira na atual safra foi de 3.394 kg ha⁻¹. Isto ocorreu devido o excesso de chuvas, falta de luz e as baixas temperaturas na fase de desenvolvimento vegetativo (CONAB, 2018).

Observa-se que os ambientes, Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê (Figuras 10, 11 e 12), apresentaram precipitação acumulada durante o ciclo da cultura de 1.608,09; 1.561,73; e 1.073,68 mm, respectivamente, sendo superiores aos valores ideais para o seu desenvolvimento, o qual varia de 450 a 800 mm (EMBRAPA, 2013).

De acordo com a EMBRAPA (2018), o excesso de chuva observado principalmente no Oeste e no Norte do Paraná durante a safra 2017/18, foi o principal fator responsável pelo abortamento anormal de vagens e o deficiente enchimento dos grãos da soja, acarretando na diminuição da produtividade. Entretanto, não houve redução significativa da produção de soja no país, pois o

problema restringiu-se apenas a algumas lavouras, quando coincidiu com a baixa luminosidade do ambiente.

Tabela 29 - Estimativa do padrão de resposta de adaptabilidade e estabilidade pelo método Centróide, para a característica produtividade de grãos, dos 30 genótipos de soja avaliados em três ambientes, no ano agrícola 2017/18

Genótipos	Média	¹ C	Probabilidade						
			² (I)	³ (II)	⁴ (III)	⁵ (IV)	⁶ (V)	⁷ (VI)	⁸ (VII)
EXP_17	2.324,37	I	0,29	0,06	0,11	0,05	0,14	0,20	0,16
DM 54I52RSF IPRO	1.802,91	II	0,08	0,24	0,08	0,23	0,15	0,14	0,08
P95Y52	1.707,44	IV	0,08	0,16	0,09	0,27	0,18	0,13	0,09
EXP_01	1.616,78	IV	0,06	0,21	0,06	0,44	0,10	0,09	0,06
DM 53I54RSF IPRO	1.705,11	IV	0,07	0,26	0,07	0,31	0,12	0,11	0,07
EXP_07	1.737,22	IV	0,09	0,18	0,09	0,28	0,15	0,13	0,09
NS5445 IPRO	1.853,64	V	0,10	0,12	0,11	0,16	0,25	0,15	0,11
EXP_03	2.163,33	V	0,13	0,05	0,13	0,05	0,28	0,17	0,17
EXP_08	2.105,92	V	0,14	0,06	0,19	0,06	0,21	0,14	0,20
EXP_11	2.039,22	V	0,08	0,06	0,09	0,07	0,46	0,15	0,09
M5705 IPRO	1.912,68	V	0,10	0,09	0,12	0,12	0,31	0,15	0,12
EXP_10	2.046,11	V	0,05	0,03	0,05	0,04	0,68	0,09	0,06
EXP_15	2.053,78	V	0,10	0,06	0,14	0,07	0,36	0,13	0,14
EXP_12	2.210,47	V	0,15	0,06	0,13	0,06	0,24	0,20	0,17
NS5959	2.047,67	V	0,10	0,09	0,10	0,09	0,32	0,21	0,10
EXP_13	2.202,30	V	0,16	0,05	0,14	0,05	0,22	0,18	0,19
M5917IPRO	2.024,33	V	0,08	0,06	0,08	0,06	0,49	0,16	0,08
A5909	1.975,11	V	0,11	0,08	0,11	0,08	0,32	0,18	0,12
M5947IPRO	2.058,30	V	0,13	0,06	0,19	0,07	0,22	0,14	0,19
TMG7062 IPRO	2.087,22	V	0,11	0,05	0,13	0,06	0,37	0,15	0,14
EXP_16	2.171,22	V	0,13	0,05	0,16	0,05	0,25	0,15	0,20
EXP_14	2.142,22	V	0,12	0,05	0,19	0,06	0,24	0,13	0,20
BMX GARRA RSF IPRO	2.099,20	V	0,15	0,07	0,17	0,07	0,20	0,16	0,19
DM 6563RSF IPRO	2.126,77	V	0,11	0,05	0,15	0,06	0,32	0,14	0,16
DM 66I68 RSF IPRO	1.958,13	V	0,10	0,07	0,14	0,08	0,35	0,13	0,13
EXP_09	2.053,67	VI	0,11	0,14	0,10	0,12	0,21	0,23	0,10
DM 61I59RSF IPRO	2.299,62	VII	0,07	0,02	0,18	0,02	0,05	0,04	0,62
BS 2606 IPRO	2.234,23	VII	0,14	0,04	0,21	0,04	0,13	0,10	0,34
EXP_18	2.190,44	VII	0,17	0,06	0,19	0,06	0,16	0,14	0,23
EXP_02	2.163,44	VII	0,16	0,06	0,18	0,06	0,17	0,14	0,22

⁽¹⁾C – Classificação; Classe I - Adaptabilidade geral alta (Máximo em ambiente favorável, Máximo em ambiente desfavorável); Classe II - Adaptabilidade específica a ambientes favoráveis (Máximo em ambiente favorável, Mínimo em ambiente desfavorável); Classe III - Adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis (Mínimo em ambiente favorável, Máximo em ambiente desfavorável); Classe IV - Pouco adaptado (Mínimo em ambiente favorável, Mínimo em ambiente desfavorável); Classe V - Adaptabilidade geral média (Média em ambiente favorável, Média em ambiente desfavorável); Classe VI - Adaptabilidade específica a ambientes favoráveis (Máximo em ambiente favorável, Média em ambiente desfavorável); Classe VII - Adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis (Média em ambiente favorável, Máximo em ambiente desfavorável); ²(I) - Probabilidade de pertencer a classe I; ³(II) - Probabilidade de pertencer a classe II; ⁴(III) - Probabilidade de pertencer a classe III; ⁵(IV) - Probabilidade de pertencer a classe IV; ⁶(V) - Probabilidade de pertencer a classe V; ⁷(VI) - Probabilidade de pertencer a classe VI e, ⁸(VII) - Probabilidade de pertencer a classe VII.

O genótipo EXP_17, que apresentou a maior produtividade média, foi o único a ser classificado como de adaptabilidade geral alta (Classe I) pelo método de Centróide (ROCHA et al., 2005), adaptada por Nascimento et al. (2009) (Tabela 29).

Foi constatado que a grande maioria dos genótipos avaliados foram classificados como de adaptabilidade geral média (Classe V), indicando assim, que os genótipos NS5445 IPRO; EXP_03; EXP_08; EXP_11; M5705 IPRO ; EXP_10; EXP_15; EXP_12; EXP_13; M5917IPRO; A5909; M5947IPRO; TMG7062 IPRO; EXP_16; BMX GARRA RSF IPRO; DM 6563RSF IPRO; DM 66168 RSF IPRO e EXP_14, podem ser recomendados para todos os ambientes testados.

Os genótipos P95Y52; EXP_01; DM 53I54RSF IPRO e EXP_07 (pertencentes à Classe IV) são considerados passíveis de descarte do programa de melhoramento devido a baixa adaptabilidade apresentada. Por outro lado, os demais genótipos que apresentaram adaptabilidade específica a ambientes favoráveis ou desfavoráveis, são indicados para cultivo em locais específicos.

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos obtidos pelo método de Eberhart e Russell (1966) indicaram que os genótipos EXP_01, DM 53I54RSF IPRO, DM 54I52RSF IPRO e EXP_17 apresentaram adaptabilidade a ambientes favoráveis por apresentarem coeficiente de regressão linear maior que 1 ($\beta_i > 1$), enquanto que o genótipo DM 61I59RSF IPRO apresentou adaptabilidade a ambientes desfavoráveis ($\beta_i < 1$). Os demais genótipos apresentaram coeficiente de regressão estatisticamente igual a 1, sendo portanto, classificados como de adaptabilidade geral (Tabela 30).

Observou-se ainda que os genótipos P95Y52, EXP_01, DM 53I54RSF IPRO, DM 54I52RSF IPRO, NS5445 IPRO, EXP_07, EXP_09, EXP_08, NS5959, DM 61I59RSF IPRO, BS 2606 IPRO, M5947IPRO, BMX GARRA RSF IPRO, EXP_18 e EXP_02 apresentaram baixa estabilidade produtiva, com desvios de regressão menores que zero (S^2_{di}).

Além disso, Todos os genótipos que apresentaram desvio de regressão igual a zero, apresentaram coeficiente de determinação (R^2) maior de 80%. Este coeficiente representa uma baixa dispersão dos dados, indicando alta confiabilidade no tipo de resposta ambiental determinado pelas regressões (RAIZER; VENCOSKY, 1999).

Do ponto de vista do melhorista, o processamento dos dados por diversos métodos de análise de adaptabilidade e estabilidade, e a consideração das

particularidades de cada um é adequado para melhor tomada de decisão em relação à indicação de cultivares (CARGNELUTTI FILHO et al., 2007).

Tabela 30 - Estimativa do padrão de resposta de adaptabilidade e estabilidade pelo método proposto por Eberhart e Russel (1966), para a característica produtividade de grãos, dos 30 genótipos de soja avaliados em três ambientes, no ano agrícola 2017/18

Genótipo	Média	β_i	S^2_{di}	$R^2(\%)$
P95Y52	1.707,44	1,16 ^{ns}	63.277,81*	86,10
EXP_01	1.616,78	2,81**	303.623,69**	70,23
DM 53I54RSF IPRO	1.705,11	2,10*	564.506,02**	51,66
DM 54I52RSF IPRO	1.802,91	2,10*	335.866,41**	63,93
NS5445 IPRO	1.853,64	-1,51 ^{ns}	66.450,63*	66,09
EXP_07	1.737,22	-0,95 ^{ns}	576.942,73**	25,71
EXP_09	2.053,67	1,38 ^{ns}	237.518,03**	66,66
EXP_03	2.163,33	-0,10 ^{ns}	1.453,55 ^{ns}	95,69
EXP_08	2.105,92	-0,31 ^{ns}	140.468,11**	64,14
EXP_11	2.039,22	-0,24 ^{ns}	7.095,47 ^{ns}	93,65
M5705 IPRO	1.912,68	-1,70 ^{ns}	6.073,47 ^{ns}	88,41
EXP_10	2.046,11	0,00 ^{ns}	-9.213,78 ^{ns}	99,13
EXP_15	2.053,78	-1,93 ^{ns}	-11.227,19 ^{ns}	99,42
EXP_12	2.210,47	-0,35 ^{ns}	-11.862,11 ^{ns}	99,98
NS5959	2.047,67	0,17 ^{ns}	52.632,88*	83,65
EXP_13	2.202,30	0,19 ^{ns}	12.974,50 ^{ns}	93,04
DM 61I59RSF IPRO	2.299,62	-2,62**	111.785,13**	37,07
BS 2606 IPRO	2.234,23	-1,24 ^{ns}	87.047,13**	64,09
M5917IPRO	2.024,33	1,06 ^{ns}	-11.660,18 ^{ns}	99,94
A5909	1.975,11	1,59 ^{ns}	23.073,11 ^{ns}	93,83
M5947IPRO	2.058,30	-0,28 ^{ns}	160.089,69**	61,56
TMG7062 IPRO	2.087,22	-0,13 ^{ns}	14.083,82 ^{ns}	91,86
EXP_16	2.171,22	-0,82 ^{ns}	4.565,32 ^{ns}	92,94
EXP_17	2.324,37	2,14*	25.291,29 ^{ns}	94,36
EXP_14	2.142,22	-1,89 ^{ns}	5.780,95 ^{ns}	87,35
BMX GARRA RSF IPRO	2.099,20	1,02 ^{ns}	232.088,85**	64,59
EXP_18	2.190,44	0,54 ^{ns}	275.604,89**	56,76
EXP_02	2.163,44	0,38 ^{ns}	211.522,35**	61,50
DM 6563RSF IPRO	2.126,77	-1,22 ^{ns}	-6.089,50 ^{ns}	96,83
DM 66I68 RSF IPRO	1.958,13	-1,37 ^{ns}	10.051,64 ^{ns}	88,24
Média	2.037,10			

¹ β_i : coeficiente de regressão linear; ² S^2_{di} : desvio da regressão; ³ R^2 : coeficiente de determinação; ^{ns}: não significativo; ** e * significativo a 1 e a 5% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

Diante disso, observa-se que ao comparar as metodologias de Centróide (ROCHA et al., 2005), modificada por Nascimento et al. (2009) e a de Eberhart e Russell (1966), apenas os genótipos EXP_03; EXP_11; M5705 IPRO ; EXP_10; EXP_15; EXP_12; EXP_13; M5917IPRO; A5909; TMG7062 IPRO; EXP_16;

EXP_14; DM 6563RSF IPRO e DM 66I68 RSF IPRO apresentaram estabilidade e adaptabilidade geral frente as variações ambientais testadas.

Genótipos mais estáveis são preferíveis nos programas de melhoramento vegetal (MENEZES et al., 2015), entretanto, normalmente estão associados a baixas produtividades (CARGNELUTTI FILHO et al., 2007). Desta forma, cabe ao produtor rural analisar o seu ambiente de cultivo de maneira detalhada, a fim de optar pelos genótipos com melhor resposta a sua região (OLIVEIRA, 2018).

5.4. CONCLUSÕES

Dentre os genótipos avaliados, o EXP_17 classificado como de adaptabilidade geral alta pelo método de Centróide, destacou-se por apresentar a maior produtividade média (2.324,37 kg ha⁻¹).

Os genótipos EXP_03; EXP_11; EXP_10; EXP_15; EXP_12; EXP_13; M5917IPRO; TMG7062 IPRO; EXP_16; EXP_14 e DM 6563RSF IPRO destacaram-se por apresentar produtividades superiores a 2.000 kg ha⁻¹, e estabilidade e adaptabilidade geral pela metodologia de Eberhart e Russell.

5.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRITEMPO. Sistema de monitoramento agrometeorológico. Disponível em: <<https://www.agritempo.gov.br/agritempo/jsp/PesquisaClima/index.jsp?siglaUF=PR>> Acesso em 14 jan. 2019.

BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; FIDELIS, R. R.; CRUZ, C. D.; REIS, M. S. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja avaliados no Estado do Mato Grosso. **Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 3, p. 359-366, 2010.

BONATO, E. R.; VELLO, N. A. Aspectos genéticos do tempo para o florescimento em variantes naturais de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 34, n. 6, p. 988-993, 1999.

CÂMARA, A. R.; MORAES, R. N. O; SIMON, G. A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja nos estados de Goiás e Minas Gerais. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 11, n. 02, p. 23-36, 2018.

CARGNELUTTI FILHO, A.; PERECIN, D.; MALHEIROS, E. B.; GUADAGNIN, J. P. Comparação de métodos de adaptabilidade e estabilidade relacionados à produtividade de grãos de cultivares de milho. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 571-578, 2007.

CAVIGLIONE, J.H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. CD-ROM.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Séries históricas da soja. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=20>> Acesso em 11 dez. 2018.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Imprensa Universitária, v. 2, 2014, 668p.

CRUZ, C.D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

EBERHART, S. A., RUSSEL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6 n. 1, p. 36-40, 1966.

EMBRAPA. Nota técnica: Abortamento de vagens e enchimento deficiente de grãos em soja na safra 2017- 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1355202/1529289/Nota+Tecnica+Abortamento+Final+%281%29l.pdf/0f226f0d-202f-2e9b-a7fe-a97622263c66>> Acesso em 20 dez. 2018.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja 2014. 2013. 265p.

FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. The analysis of adaptation in plant-breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, Austrália, v. 14, n. 1, p. 742-754, 1963.

HAMAWAKI, O. T.; NOGUEIRA, A.P.O.; TEIXEIRA, F.G.; BICALHO, T.F.; JORGE, G.L.; HAMAWAKI, R.L.; MACHADO JÚNIOR, C.S.; GOMES, G.F.; HAMAWAKI, C.L. Adaptability and Stability of Soybean Genotypes in the States of Maranhão, Piauí, Tocantins and Bahia. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 17, n. 1, p. 1-9, 2018.

LARA, L. M.; ESPER NETO, M.; ZENI NETO, H.; BRACCINI, A. L.; ANGHINONI, F. B. G.; SANTOS, R. F.; LIMA, L. H. S.; GARCIA, A. Methods of Soybean Genotypes Selection in Paraná State, Brazil. **Journal of Agricultural Science**, Canadá, v. 11, n. 2, p. 100-108, 2019.

MARCHIORI, R. **Adaptabilidade e estabilidade de 20 genótipos de soja para a macro-região sojícola 3**. 2008. 61f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia.

MARQUES, M. C.; HAMAWAKI, O. T.; SEDIYAMA, T.; BUENO, M. R.; REIS, M. S.; CRUZ, C. D.; NOGUEIRA, A. P. O. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em diferentes épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 59-69, 2011.

MENEZES, C. B.; RIBEIRO, A. S.; TARDIN, F. D.; CARVALHO, A. J.; BASTOS, E. A.; CARDOSO, M. J.; PORTUGAL, A. F.; SILVA, K. J.; SANTOS, C. V.; ALMEIDA, F. H. L. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de sorgo em ambientes com e sem restrição hídrica. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 14, n. 1, 101-115, 2015.

NASCIMENTO FILHO, F. J.; ATROCH, A. L.; CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. Adaptabilidade e estabilidade de clones de guaraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 9, p. 1139-1144, 2009.

OLIVEIRA, V.M.; HAMAWAKI, O.T.; NOGUEIRA, A.O.; SOUSA, L.B.; SANTOS, F.M.; HAMAWAKI, R.L. Selection for wide adaptability and high phenotypic stability of Brazilian soybean genotypes. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 15, n. 1, p. 1-13, 2016.

OLIVEIRA, G. A. **Componentes de produção, produtividade, adaptabilidade e estabilidade fenotípica de materiais de soja no Paraná**. 2018. 81f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.

PIMENTEL-GOMES, F. Análise de grupos de experimentos. In: _____. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: FEALQ, 2009. p. 139-159.

RAIZER, A. J.; VENCOVSKY, R. Estabilidade fenotípica de novas variedades de cana-de-açúcar para o estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 12, p. 2241-2246, 1999.

ROCHA, R. B.; MURO-ABAD, J. I.; ARAUJO, E. F.; CRUZ, C. D. Avaliação do método centroide para estudo de adaptabilidade ao ambiente de clones de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n.3, p. 255-266, 2005.

ROMANATO, F. N.; HAMAWAKI, O. T.; SOUSA, L. S.; NOGUEIRA, A. P. O.; CARVALHO NETO, D. P.; BORGES, C. C. R.; HAMAWAKI, C. D. L.; HAMAWAKI, R. L.. Parametric and non-parametric analysis for determining the adaptability and stability of soybean genotypes in three sowing periods. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 32, n. 3, p. 574-580, 2016.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. Á.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed rev. Ampl. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

SAS INSTITUTE INC. **SAS University Edition**: instalation guide. Cary; SAS Institute, 2014. Disponível em: < https://www.sas.com/pt_br/home.html >. Acessado 20 de dez 2018.

SILVA, F.; BORÉM, A.; SEDIYAMA, T.; LUDKE, W. **Melhoramento da Soja**. Viçosa: Ed. UFV, 2017. 563p.

6. CONCLUSÕES GERAIS

O efeito de ambiente causou alterações nos ciclos dos genótipos Exp_05, Exp_06, Exp_08, Exp_09, Exp_10, NS 6535 IPRO, e TMG 7063 IPRO cultivados na safra agrícola 2016/17 em Itaipulândia, Palotina e Campo Mourão. Entretanto, estes se destacaram por apresentarem altas produtividades, ampla adaptação e estabilidade produtiva.

As condições ambientais desfavoráveis à cultura da soja geraram grandes perdas para todos os genótipos cultivados em Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê na safra agrícola 2017/18, em que a maior produtividade foi atingida pelo genótipo EXP_17 (2.324,37 kg ha⁻¹), sendo este considerado estável e de adaptabilidade geral alta.

ANEXOS

Resumo da análise de variância de número de dias para a maturação (NDM), altura de plantas na maturação (APM), população de plantas (PP) e produtividade de grãos (PROD) dos 30 genótipos de soja avaliados em Palotina, Campo Mourão e Itaipulândia, no ano agrícola 2016/17.

PALOTINA					
FV	GL	Quadrados médios			
		NDM	APM	PP	PROD
Blocos	2	0,02	51,04	2585955,46	25755,69
Tratamentos	29	53,39**	288,23**	1011811,83 ^{ns}	79434,35*
Resíduo	58	0,51	22,78	1206267,64	43108,01
TOTAL	89				
Média		124,16	106,26	276,07	2170,77
C.V. %		0,58	4,49	12,58	9,56
CAMPO MOURÃO					
FV	GL	Quadrados médios			
		NDM	APM	PP	PROD
Blocos	2	0,78	21,20	1175316,09	66076,58
Tratamentos	29	68,68**	295,63**	2047144,27**	111371,23**
Resíduo	58	0,32	20,91	984491,83	38020,94
TOTAL	89				
Média		141,54	100,38	278,54	2804,23
C.V. %		0,40	4,55	11,26	6,95
ITAIPULÂNDIA					
FV	GL	Quadrados médios			
		NDM	APM	PP	PROD
Blocos	2	1,23	172,01	145125,01	208711,04
Tratamentos	29	70,17**	255,76**	1167040,23 ^{ns}	90977,13**
Resíduo	58	0,60	58,02	1104717,26	28887,82
TOTAL	89				
Média		140,20	95,91	280,57	2039,79
C.V. %		0,55	7,94	11,85	8,33
QMR/QMR		1,88	2,73	1,22	1,49

Resumo da análise de variância de número de dias para a maturação (NDM), altura de plantas na maturação (APM), número de vagens por planta (NVPP), número de grãos população de plantas (PP) e produtividade de grãos (PROD) dos 30 genótipos de soja avaliados em Pato Bragado, Itaipulândia e Mamborê, no ano agrícola 2017/18.

PATO BRAGADO							
FV	GL	Quadrados médios					
		NDM	APM	PP	NVPP	NGPP	PROD
Blocos	2	0,01	60,88	2697,01	279,27	2554,41	13772,48
Tratamentos	29	6,22**	233,04 ^{ns}	19819,71 ^{ns}	166,21 ^{ns}	846,51 ^{ns}	73015,43*
Resíduo	58	0,48	338,56	18239,87	140,90	1023,91	37860,18
TOTAL	89						
Média		129,92	76,58	629,66	54,72	133,18	1690,44
C.V. %		0,53	24,03	21,45	21,69	24,03	11,51
ITAIPULÂNDIA							
FV	GL	Quadrados médios					
		NDM	APM	PP	NVPP	NGPP	PROD
Blocos	2	0,14	742,85	1300,00	649,31	9993,36	39602,41
Tratamentos	29	55,28**	333,11**	19135,96**	279,69**	2281,68**	598394,04**
Resíduo	58	0,41	44,57	8652,38	77,33	710,81	109263,77
TOTAL	89						
Média		129,62	69,67	567,73	54,54	137,70	1912,60
C.V. %		0,49	9,58	16,38	16,12	19,36	17,28
MAMBORÊ							
FV	GL	Quadrados médios					
		NDM	APM	PP	NVPP	NGPP	PROD
Blocos	2	0,34	37,54	16137,78	54,17	267,07	27657,83
Tratamentos	29	64,52**	95,58 ^{ns}	13867,43 ^{ns}	37,23 ^{ns}	331,87 ^{ns}	1530856,04 ^{ns}
Resíduo	58	0,27	73,30	20680,31	32,61	272,98	36645,73
TOTAL	89						
Média		132,88	99,05	698,89	40,66	103,50	2466,19
C.V. %		0,39	8,64	20,58	14,05	15,96	7,76
QMR/QMR		1,75	7,87	2,47	4,16	3,82	1,25