

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

ESTABILIDADE E ADAPTABILIDADE PARA CARACTERES
DE PRODUÇÃO EM LINHAGENS DE MILHO.

Fernando Akira Takada Koshima

Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**ESTABILIDADE E ADAPTABILIDADE PARA CARACTERES
DE PRODUÇÃO EM LINHAGENS DE MILHO.**

Fernando Akira Takada Koshima

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Moro

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas).

JABOTICABAL – SP
Novembro – 2009

K76e Koshima, Fernando Akira Takada
Estabilidade e adaptabilidade para caracteres de produção em
linhagens de milho. / Fernando Akira Takada Koshima. --
Jaboticabal, 2009
xii, 60 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009

Orientador: Jose Roberto Moro

Banca examinadora: Ricardo Machado da Silva, Sandra
Helena Unêda Trevisoli

Bibliografia

1. Adaptabilidade. 2. Estabilidade. 3. Linhagem. 4. Milho
I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias.

CDU 633.15:631.52

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

FERNANDO AKIRA TAKADA KOSHIMA, nascido em São Paulo/SP, em dois de outubro de mil novecentos e setenta e nove, filho de Akira Koshima e Lúcia Yoko Takada Koshima. Em fevereiro de 1997, iniciou curso de Agronomia na Faculdade Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Botucatu, que concluiu em janeiro de 2002 onde obteve o título de engenheiro Agrônomo. Foi bolsista pela FAPESP para realização de projeto de iniciação científica no período de agosto de 2000 até agosto de 2001. Em agosto de 2002 ingressou na empresa Monsanto do Brasil Ltda, e em agosto de 2007 iniciou o Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas em nível de Mestrado, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal – SP.

À minha querida esposa **Marina**,
e aos meus pais, **Akira** e **Lúcia**,
com muito amor.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal – SP, que possibilitou a realização deste curso de Mestrado.

À minha esposa, Marina Ayumi Jyo Koshima, pelo amor, paciência e dedicação, que nunca faltaram, e esteve sempre presente nos momentos em que mais precisei.

Aos meus pais, Akira Koshima e Lúcia Yoko Takada Koshima, às minhas irmãs, Carolina e Olivia, pelo incentivo e confiança.

Ao Prof. Dr. José Roberto Moro, pela orientação e ensinamentos.

Ao MSc. Pedro Guilherme Ramos Goya, pela convivência profissional, amizade, incentivo e apoio à realização deste trabalho.

Aos colegas da Monsanto, Rones Borges, Edson Bolson, Jorge Nori, Evanir Savenagi, pela amizade e auxílio na realização desse trabalho.

Aos funcionários da Pós-Graduação, pela atenção e disposição em nos atender sempre que necessário.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste projeto, nas suas diversas fases,

Meu sinceros “AGRADECIMENTOS”.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	ii
LISTA DE APÊNDICES.....	vi
RESUMO	ix
SUMMARY	xi
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1. Melhoramento do milho	03
2.2. Obtenção de híbridos	05
2.3. Interação genótipos x ambientes.....	08
2.4. Adaptabilidade e estabilidade.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1. Material genético	13
3.2. Ambientes.....	13
3.3. Características Agronômicas Avaliadas	16
3.4. Análises Estatísticas.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1. Análises Individuais	21
4.2. Análises Conjuntas.....	30
4.3. Análises de adaptabilidade e estabilidade.....	34
4.3.1. Produção de grãos	36
4.3.2. Peso de mil sementes	38
4.3.3. Sacos de sessenta mil sementes por hectare	39
4.3.4. Altura de planta	41
4.3.5. Altura de espiga.....	41
4.3.6. Comprimento de espiga.....	41
4.3.7. Considerações finais	42
5. CONCLUSÕES	44
6. REFERÊNCIAS.....	45
APÊNDICES	51

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Ambientes avaliados durante a safra 2007/08 em Barretos – SP e Rolândia – PR.	14
Tabela 2. Resumo da análise de variância individual para produção de grãos (kg ha^{-1}), envolvendo oito linhagens, em oito ambientes e quatro repetições (Barretos- SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08).	24
Tabela 3. Resumo da análise de variância individual para peso de mil sementes (g), envolvendo oito linhagens, em oito ambientes e quatro repetições (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08).	25
Tabela 4. Resumo da análise de variância individual para rendimento de número de sacos de 60 mil sementes ha^{-1} , envolvendo oito linhagens, em oito ambientes e quatro repetições (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08).	26
Tabela 5. Resumo da análise de variância individual para altura total das plantas (cm), envolvendo oito linhagens, em oito ambientes e quatro repetições (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08).	27

Tabela 6.	Resumo da análise de variância individual para altura de inserção de espiga das plantas (cm), envolvendo oito linhagens, em oito ambientes e quatro repetições (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08).	28
Tabela 7.	Resumo da análise de variância individual para comprimento de espigas (cm), envolvendo oito linhagens, em oito ambientes e quatro repetições (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)	29
Tabela 8.	Resumo da análise de variância conjunta da produção de grãos (kg/ha), envolvendo oito linhagens, em oito ambientes e quatro repetições (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)	31
Tabela 9.	Resumo da análise de variância conjunta da peso de mil sementes (g), envolvendo oito linhagens, em oito ambientes e quatro repetições (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)	31
Tabela 10.	Resumo da análise de variância conjunta do rendimento de número de sacos de 60 mil sementes ha ⁻¹ , envolvendo oito linhagens, em oito ambientes e quatro repetições (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)	32

Tabela 11.	Resumo da análise de variância conjunta de altura total de planta (cm), envolvendo oito linhagens, em oito ambientes e quatro repetições (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)	32
Tabela 12.	Resumo da análise de variância conjunta de altura de inserção de espiga (cm), envolvendo oito linhagens, em oito ambientes e quatro repetições (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)	33
Tabela 13.	Resumo da análise de variância conjunta de comprimento de espiga (cm), envolvendo oito linhagens, em oito ambientes e quatro repetições (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)	33
Tabela 14.	Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade segundo modelo de EBERHART & RUSSELL (1966) para produção de grãos (kg ha^{-1}), peso de mil sementes (g) e rendimento de sacos de 60 mil sementes (número de sacos ha^{-1}), em 8 ambientes e quatro repetições (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)	35
Tabela 15.	Índices ambientais e produções médias das linhagens nos ambientes avaliados (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)	38

- Tabela 16. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade segundo modelo de EBERHART & RUSSELL (1966) para altura de planta (cm), altura de espiga (cm) e comprimento de espiga (cm), em oito ambientes e quatro repetições (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08) 40
- Figura 1. Retas ajustadas da produção de grãos (kg ha^{-1}) das oito linhagens de milho, em resposta às variações ambientais, conforme o método de EBERHART & RUSSELL (1966) (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08). 37

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1A.	Dados de precipitação pluviométrica mensal, temperatura máxima e temperatura mínima para as cidades de Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08	52
Apêndice 2A.	Retas ajustadas da produção de grãos (kg ha^{-1}) da linhagem 1-F de milho, em resposta às variações ambientais, conforme o método de EBERHART & RUSSELL (1966) (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)	53
Apêndice 3A.	Retas ajustadas da produção de grãos (kg ha^{-1}) da linhagem 2-F de milho, em resposta às variações ambientais, conforme o método de EBERHART & RUSSELL (1966) (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)	54
Apêndice 4A.	Retas ajustadas da produção de grãos (kg ha^{-1}) da linhagem 3-F de milho, em resposta às variações ambientais, conforme o método de EBERHART & RUSSELL (1966) (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)	55

Apêndice 5A.	Retas ajustadas da produção de grãos (kg ha^{-1}) da linhagem 4-F de milho, em resposta às variações ambientais, conforme o método de EBERHART & RUSSELL (1966) (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)	56
Apêndice 6A.	Retas ajustadas da produção de grãos (kg ha^{-1}) da linhagem 5-M de milho, em resposta às variações ambientais, conforme o método de EBERHART & RUSSELL (1966) (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)	57
Apêndice 7A.	Retas ajustadas da produção de grãos (kg ha^{-1}) da linhagem 6-F de milho, em resposta às variações ambientais, conforme o método de EBERHART & RUSSELL (1966) (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)	58
Apêndice 8A.	Retas ajustadas da produção de grãos (kg ha^{-1}) da linhagem 7-M de milho, em resposta às variações ambientais, conforme o método de EBERHART & RUSSELL (1966) (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)	59

Apêndice 9A.

Retas ajustadas da produção de grãos (kg ha^{-1}) da linhagem 8-F de milho, em resposta às variações ambientais, conforme o método de EBERHART & RUSSELL (1966) (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)

60

ESTABILIDADE E ADAPTABILIDADE PARA CARACTERES DE PRODUÇÃO EM LINHAGENS DE MILHO.

RESUMO – O presente trabalho foi realizado em duas Fazendas Experimentais da Monsanto do Brasil Ltda, localizadas nos municípios de Barretos – SP e Rolândia – PR, na safra verão 2007/08. O objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros de estabilidade e adaptabilidade de oito linhagens elites de milho (seis utilizadas como fêmea e duas como macho em cruzamentos de híbridos simples comerciais e experimentais) em oito ambientes pelo modelo de EBERHART & RUSSELL. Os ambientes foram caracterizados por duas localidades, duas épocas de semeadura (setembro e outubro) e dois sistemas de manejo de solo (convencional e plantio direto). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Avaliaram-se os caracteres de produção de grãos (kg ha^{-1}), rendimento de sacos de sessenta mil sementes por hectare, altura de plantas, altura de espiga e comprimento de espiga. Constataram-se efeitos significativos para as linhagens, ambientes e interação linhagens x ambiente para todas as características avaliadas. Observou-se que todas as linhagens tiveram comportamento imprevisível para produção de grãos. De uma forma geral, observou-se uma maior produção de grãos no ambiente de Rolândia, semeado em setembro no sistema de plantio direto. O ambiente que propiciou a maior produção de grãos, necessariamente não é o ambiente com maior rendimento de sacos de 60 mil sementes por hectare. Os ambientes de Barretos se mostraram propícios para aumentar os parâmetros de altura de planta e altura de espiga. Três das oito linhagens mostraram uma adaptabilidade a ambientes desfavoráveis, enquanto que as demais linhagens mostraram uma adaptabilidade em ambientes favoráveis. Apenas

duas linhagens apresentaram o coeficiente de determinação acima de 80%. De uma forma geral, a linhagem 8-F teve a quarta maior produção de grãos ($2675,3 \text{ kg ha}^{-1}$) e apresentou boa adaptabilidade em condições favoráveis. A linhagem com menor média de produção de grãos foi a linhagem 5-M com adaptabilidade à ambientes desfavoráveis.

Palavras chaves: adaptabilidade, estabilidade, linhagem, milho

STABILITY AND ADAPTABILITY FOR PRODUCTION TRAITS IN CORN INBRED LINES.

SUMMARY – This work was conducted in two Monsanto's farms, located in the cities of Barretos – SP and Rolândia – PR during the 2007/08 summer season. The objective of this work was to evaluate the parameters of stability and adaptability of eight Elite inbred lines of maize (six used as female and two used as male in single crosses of commercial and experimental hybrids) in eight environments by EBERHART & RUSSELL's method. The environments were characterized by two locations, two planting dates (September and October) and two systems of soil tillage (no till and tillage). The experimental design used was a complete randomized block with four replications. It was observed the characters of grain yield (kg ha^{-1}), weight of thousands kernels, yield of sixty thousand kernels bag ha^{-1} , plant height, ear height and ear length. It was evidenced significant effects for inbred lines, environments and inbred lines x environment interaction for all traits evaluated. It was observed that all inbred lines showed unstable behaviour. In general, there was a higher grain yield in environment of Rolândia, planted in September in no till system. The environment with the highest grain yield, not necessarily is the environment with highest yield of 60 thousand kernels bags ha^{-1} . Environments of Barretos showed conditions to increasing the parameters of plant height and ear height. Three of eight inbred lines showed an adaptability to unfavorable environments, while other inbred lines showed an adaptability to favorable environments. Only two inbred lines showed the coefficient of determination above 80%. In general, the inbred line 8-F had the fourth highest grain yield ($2675.3 \text{ kg ha}^{-1}$) and

showed good adaptability in favorable conditions. The inbred line with lower average grain yield was the 5-M with adaptability to unfavorable environments.

Key words: adaptability, corn, inbred line, stability

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais importantes no mundo em função de sua elevada produção de carboidratos. Segundo um levantamento realizado pela CONAB, a produção de milho de 2008/2009 no Brasil foi de 49,88 milhões de toneladas, em uma área plantada de 14,12 milhões de hectares. O Brasil é um dos maiores produtores de milho, sendo ele cultivado em todo território nacional. A elevada produção do País é devida à aptidão agrícola nacional e multiplicidade de aplicações da cultura, quer para a alimentação humana quer para a animal, assumindo relevante papel sócio-econômico.

Percebe-se uma grande revolução nos ganhos de produtividade, desde a época do cultivo somente de variedades, depois de híbridos duplos e até a adoção de híbridos simples pelo agricultor. Atualmente o mercado de sementes de milho híbrido tem participação maior do que 70% da área cultivada no Brasil (APPS, 2009).

Existem inúmeras instituições públicas e privadas, na área de melhoramento e produção de sementes híbridas de milho, que visam maior produtividade e caracteres agronômicos desejáveis nos híbridos, associados à maior facilidade e menor custo na produção de sementes. O fato do híbrido simples apresentar, na maioria das vezes, maior produtividade e uniformidade tem aumentado sua participação no mercado.

Entre os principais objetivos das instituições de pesquisa em melhoramento genético de milho estão, desenvolver e recomendar linhagens que configurem bons parentais com características específicas entre macho ou fêmea, em determinado ambiente e que resultem na redução de custo de produção de sementes dos híbridos.

Cabe ao melhorista a identificação e obtenção de linhagens que funcionem bem como macho ou fêmea, que atendam às necessidades do mercado de sementes híbridas de milho.

Análises para identificar as melhores performances "*per se*" das linhagens e o tipo de interação com ambiente de produção, são estratégias importantes para identificar linhagens responsivas em ambientes mais favoráveis e que merecerão maior investimento para ter maior produtividade e para identificar linhagens não responsivas que não valem investimento em melhores ambientes.

O presente trabalho propõe a avaliação dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para caracteres de produção em oito linhagens elites comerciais, provenientes do programa de melhoramento da Monsanto do Brasil Ltda, os quais poderão ser utilizadas na produção comercial de sementes de híbrido simples e triplos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Melhoramento do milho

O milho tem origem nas Américas (HALLAUER, 1985) de onde teve início a disseminação da cultura para outras regiões do mundo. Com o advento da descoberta do vigor híbrido no século XX (SHULL, 1909 e EAST, 1909), utilizando o cruzamento entre linhas puras, as produtividades alcançaram recordes sucessivos e o mercado impulsionou as instituições públicas e privadas de produção de sementes a serem cada vez mais competitivas.

O sucesso da performance dos híbridos de milho, para algumas características de interesse agrônomo, é resultado do efeito heterótico alcançado pelo cruzamento de linhagens que possuem boa capacidade combinatória (HALLAUER & MIRANDA, 1981).

Ao se iniciar um programa de melhoramento de milho, várias decisões devem ser tomadas, entre elas, a escolha da população, que servirá de origem para obtenção das linhagens que, quando cruzadas, resultem em híbridos mais produtivos e com melhores características agrônomicas (PATERNIANI, 1969).

A obtenção de linhagens e o seu comportamento em combinações híbridas (capacidade de combinação), bem como o potencial “*per se*” é um dos objetivos básicos num programa de melhoramento genético, devido ao seu emprego na formação de híbridos comerciais (ALLARD, 1971).

O agricultor, quando se utiliza de plantadeiras a disco, requer sementes classificadas em grupos de peneiras, que facilita o ajuste da densidade populacional desejada. Uma parte da produção de sementes de milho híbrido, não se adequa ao perfil das peneiras comerciais, resultando em descarte. Atualmente, observa-se no mercado de sementes de milho híbrido uma tendência de comercialização de sacos com sessenta mil sementes, classificadas em grupo de peneiras, ao invés de sacos com 20 kg de sementes híbridas, pelo fato de atender, em geral, uma recomendação de população de 60 mil plantas por hectare. Portanto, o melhorista deve observar, além da simples produtividade de grãos (kg/ha), outro parâmetro de produtividade, que implica no rendimento de peneiras comerciais.

As pesquisas de melhoramento para produção de híbridos no Brasil foram iniciadas em 1932, porém o primeiro híbrido duplo foi lançado somente em 1946 e o primeiro híbrido simples em 1952 (FANCELLI, 1994). O milho é produzido em quase todo o território Brasileiro, em diferentes regiões e sistemas de produção. Muitos programas de pesquisa no Brasil se concentram na região Centro-Sul (MIRANDA FILHO & VIÉGAS, 1987) que representa a maior porcentagem do mercado. As unidades de produção de milho híbrido também se instalaram nessas regiões, pois permitem a obtenção de duas safras por ano e conseqüentemente, aumento na capacidade de produção de sementes.

2.2. Obtenção de híbridos

As linhagens endogâmicas constituem-se na base para o desenvolvimento de um programa de sementes de milho híbrido (MIRANDA & VIÉGAS, 1987). Uma linhagem endogâmica é mais comumente obtida através da técnica de autofecundação. Neste caso, a planta é selecionada e o pólen é conduzido para os estilo-estigmas da espiga da mesma planta. A seleção é feita entre e dentro das progênes e são consideradas diversas características fenotípicas desejáveis. Sucessivas autofecundações levam à homozigose e sua conseqüente perda de vigor, das linhagens endogâmicas.

Quando essas linhagens atingem certa porcentagem de endogamia, elas entram em um processo de avaliação em cruzamentos, que visam a identificação dos híbridos com maior heterose (produtividade e caracteres agrônômicos). O cruzamento de duas linhagens endogâmicas restaura o vigor em uma combinação híbrida específica. A linhagem utilizada como fornecedora de pólen é chamada de *macho* ou *polinizador*, enquanto a receptora de pólen e que terá a espiga colhida, é considerada *fêmea*. (PATERNIANI & MIRANDA FILHO, 1987)

A obtenção de novas linhagens é um processo relativamente simples. Milhares de linhagens podem ser criadas por ano em um programa de melhoramento, mas apenas algumas conseguem aliar boas características “*per se*” à capacidade específica ou geral de combinação para gerar bons híbridos. Apenas algumas linhagens são extremamente importantes em um banco de germoplasma. A essas linhagens é atribuído o nome de linhagens Elites.

Híbrido simples é o produto obtido do cruzamento de duas linhagens endogâmicas: uma com função de parental fêmea e outra com função de macho ou polinizador. A semente de um híbrido simples é produzida a partir de uma linhagem endogâmica que tem potencial limitado de produtividade devido à perda de vigor causada pela endogamia e, por este fato, tem um custo de produção de sementes relativamente mais alto, devido à baixa produtividade.

Híbrido triplo é o produto do cruzamento de um híbrido simples com uma terceira linhagem. Devido ao maior potencial produtivo do híbrido simples, o mesmo é utilizado como parental fêmea e a linhagem é utilizada como parental macho, sendo fonte de pólen ou polinizadora.

Híbrido duplo é o produto do cruzamento de dois parentais híbridos simples, constituindo, portanto, por quatro linhagens endogâmicas distintas. Neste caso são necessárias duas gerações para se obter o híbrido duplo. Na primeira geração são produzidos os híbridos simples e, na segunda, são utilizados os dois híbridos simples para obtenção do híbrido duplo.

Atualmente as sementes de milho híbrido no Brasil representam mais de 70% das sementes para cultivo do milho no Brasil com maior participação do híbrido simples, segundo APPS (2009).

Para se estabelecer os cruzamentos entre parentais fêmea e macho, é necessário o plantio de linhas intercaladas dos mesmos. As épocas de plantio das linhas dos parentais podem variar, conforme o ciclo de florescimento dos progenitores, com a finalidade de coincidir a polinização do parental macho com a emissão dos estilos estigma do parental fêmea. A proporção de linhas de fêmea para macho

depende das características atribuídas ao parental macho como bom polinizador. Em geral, as plantas das linhas do parental fêmea têm os pendões removidos antes de iniciar a polinização.

O parental macho deve ter características com boa produção de pólen e capacidade de polinizar adequadamente as linhas do parental fêmea. As características atribuídas ao parental macho devem ser um bom porte, tamanho do pendão e volume de pólen.

O parental fêmea, que receberá o pólen da linha masculina, produzirá as sementes híbridas. As características atribuídas ao parental fêmea devem estar relacionadas com uma boa produtividade, bom rendimento de peneiras comerciais e sanidade de grãos.

O decréscimo da produção em linhagens endogâmicas pode ser tão drástico, a ponto de limitar o seu uso em programas de híbridos (HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1981).

2.3. Interação Genótipos x Ambientes

O genótipo diz respeito à constituição genética do indivíduo, com relação aos caracteres considerados. Ao se reproduzirem, os organismos repassam para seus descendentes os seus genes.

O ambiente consiste no conjunto das circunstâncias ou condições sob as quais os organismos se desenvolvem e pode ser representado por regiões, locais, épocas, anos, práticas culturais ou de manejo ou pela combinação de todas essas condições ao mesmo tempo.

O fenótipo é o resultado do efeito do genótipo, do ambiente e da interação destes fatores (interação genótipo x ambiente). Assim, o valor fenotípico dos descendentes é resultado do efeito do genótipo somado ao ambiente, aliado ao efeito da interação, que influenciam conjuntamente na manifestação das características dos indivíduos, tornando mais difícil a recomendação de cultivares (CRUZ & CARNEIRO, 2003; VENCOSKY et al., 1990).

Sabe-se há muito que ocorre interação genótipo x ambiente (MATHER & JINKS, 1971) e o comportamento dos genótipos, em cada ambiente, é distinto. Interação genótipo-ambiente têm sido o grande desafio para os melhoristas de plantas por muitos anos (EBERHART & RUSSELL, 1966). Pode-se citar vários trabalhos que relatam a importância da interação genótipo x ambiente na cultura do milho no Brasil (SOUZA, 1989; CARVALHO et al., 1992; ARIAS, 1995; GONÇALVES, 1997).

As variações ambientais podem ser classificadas como previsíveis ou não previsíveis. A variação ambiental classificada como previsível é atribuída a fatores

permanentes do ambiente, como tipo de clima, tipo de solo e outros aspectos influenciados pela decisão do agricultor, tais como época de semeadura, adubação, etc. A imprevisível é atribuída a fatores variáveis do ambiente, como por exemplo, regime de chuvas, variação de temperatura, ocorrência de pragas e doenças. (ALLARD & BRADSHAW, 1964)

O comportamento de um genótipo, exposto a uma gama de ambientes, pode ser classificado em quatro grupos (CECCARELLI, 1989): a) genótipos com elevada produtividade média e baixa interação genótipo x ambiente, considerados com ampla adaptação; b) genótipos com elevada produtividade média e alta interação, considerados responsivos; c) genótipos com reduzida produtividade e baixa interação genótipo x ambiente; d) genótipos com reduzida produtividade e elevada taxa de interação genótipo x ambiente.

A identificação de cultivares específicos para cada ambiente, a realização de zoneamento ecológico e a identificação de cultivares com maior estabilidade fenotípica são opções para se trabalhar com a interação genótipo x ambiente (RAMALHO et al., 1993).

Foram observados muitos trabalhos que mostraram uma maior estabilidade de híbridos duplos, híbridos triplos, híbridos intervaritais e variedades, em relação à genótipos mais homogêneos, devido a uma maior variabilidade genotípica (SPRAGUE & FEDERER, 1951, EBERHART et al., 1964; RUSCHEL, 1968; EBERHART & RUSSELL, 1969).

2.4. Adaptabilidade e Estabilidade

O termo adaptabilidade refere-se à capacidade dos genótipos aproveitarem vantajosamente o estímulo do ambiente, enquanto a estabilidade refere-se à capacidade dos genótipos apresentarem um comportamento altamente previsível em função do estímulo do ambiente (EBEHART & RUSSELL, 1966). Portanto, o estudo de adaptabilidade e estabilidade tem grande importância em qualquer programa de melhoramento vegetal.

Para a avaliação da adaptabilidade e da estabilidade de genótipos, existem várias metodologias que são complementares à análise de variância individual e conjunta dos dados experimentais, resultantes de ensaios realizados em uma série de ambientes. Essas metodologias devem ser empregadas quando há interação GxA (CRUZ & REGAZZI, 1997; CRUZ & CARNEIRO, 2003) e podem ser agrupadas em classes:

a) Aquelas baseadas em análises de variância informam sobre a estabilidade dos genótipos avaliados. As estimativas do parâmetro de estabilidade são expressas em componentes quadráticos (quadrados médios ou componentes de variância) que, em certos casos, podem ser de baixa precisão (CRUZ, 2001). Entretanto, estes métodos proporcionam resultados de fácil interpretação e são vantajosos por serem aplicáveis mesmo quando o número de ambientes for relativamente reduzido. Entre essas metodologias, estão os métodos propostos por YATES & COCHRAN (1938) (método tradicional), PLAISTED & PETERSON (1959), WRICKE (1965) e ANNICCHIARICO (1992);

b) Aquelas baseadas a partir de equações de regressão linear, em que a variável dependente, geralmente a produtividade de grãos (ou seus componentes), é expressa em função de um índice ambiental que mede a qualidade dos ambientes avaliados (CRUZ, 2001). Nesta classe estão as metodologias propostas por FINLAY & WILKINSON (1963), EBERHART & RUSSELL (1966) e TAI (1971). O método de EBERHART & RUSSELL (1966) tem sido empregado quando se dispõe de um número de ambientes acima de três. Com ambientes em número igual ou maior do que oito, pode-se adotar um modelo bissegmentado.

c) As metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade baseadas em regressão bissegmentada não-linear (TOLER, 1990) e linear (SILVA & BARRETO, 1985; CRUZ et al., 1989) contemplam uma variável indexadora, que permite avaliar o comportamento dos genótipos de forma diferenciada nos ambientes desfavoráveis (que apresentam valores negativos do índice ambiental) e favoráveis (que apresentam valores positivos do índice ambiental). Já as metodologias de HUEHN (1990) e LIN & BINNS (1988) modificada por CARNEIRO (1998), inserem-se na classe de análise baseada em estatísticas não-paramétricas;

d) A análise *Additive Main effects and Multiplicative Interaction* (AMMI), que significa análises de efeitos principais aditivos e interação multiplicativa, constitui outra classe. Esta metodologia combina a análise de variância dos efeitos aditivos principais de genótipos e ambientes com a análise de componentes principais do efeito multiplicativo da interação GxA (ZOBEL et al., 1988; DUARTE & VENCOSKY, 1999).

Não se encontrou na literatura trabalhos específicos para avaliação de adaptabilidade e estabilidade em linhagens endogâmicas. Então foi proposta a

avaliação pelo modelo de EBERHART & RUSSELL (1966) o qual segue descrito em maiores detalhes. A análise da estabilidade de EBERHART & RUSSELL (1966) permite desmembrar a interação genótipo x ambiente em dois componentes: variação determinada pela resposta dos genótipos a índices ambientais que podem variar e desvios da resposta linear. O coeficiente de regressão (β_1) está associado ao componente linear, indicando a adaptabilidade do genótipo. Os desvios da regressão (S_{2d}) estão associados ao componente não linear e indicam a estabilidade de comportamento do genótipo. Assim, cada genótipo é caracterizado por três parâmetros: produção média em relação a todos os ambientes; um coeficiente de regressão linear, relativo aos índices ambientais e os desvios do modelo linear (D.M.S.).

Um genótipo é estável quando $S_{2d} = 0$ e instável quando S_{2d} é diferente de zero. Podemos dizer que o genótipo é de adaptabilidade ampla, se $\beta_1 = 1$. Se $\beta_1 > 1$, o genótipo é de adaptabilidade em ambientes favoráveis e se $\beta_1 < 1$, o genótipo é tido como de adaptabilidade em ambientes desfavoráveis.

Linhagens que apresentem $\beta_1 > 1$ significativos serão classificados como responsivos e que justificam investimento para melhoria do ambiente, pois agrega em produção. Linhagens que apresentem $\beta_1 = 1$ ou $\beta_1 < 1$ significativos serão classificados como não responsivos e que não justificam investimento para melhoria do ambiente, pois não agrega produção.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material genético

Para realização dos experimentos foram utilizados 8 tratamentos, compostos por duas linhagens de milho com função de macho (M) e seis linhagens de milho com função de fêmea (F), codificadas como: 1-F, 2-F, 3-F, 4-F, 5-M, 6-F, 7-M e 8-F. As linhagens foram obtidas do banco de germoplasma da Monsanto do Brasil Ltda e selecionadas a partir da participação em maior número de híbridos simples no programa de híbridos comerciais e experimentais.

3.2. Ambientes

Os experimentos foram instalados em oito ambientes distintos caracterizados por: dois municípios, duas épocas de semeadura e duas condições de preparo de solo, conforme a Tabela 1 a seguir.

Tabela 1. Ambientes avaliados durante a safra 2007/08 em Barretos – SP e Rolândia – PR

Ambiente	Local	Data plantio	Preparo de solo
1	Barretos-SP	25/Out/07	Convencional
2	Barretos-SP	25/Out/07	Plantio direto
3	Barretos-SP	25/Set/07	Convencional
4	Barretos-SP	25/Set/07	Plantio direto
5	Rolândia-PR	25/Out/07	Convencional
6	Rolândia-PR	25/Out/07	Plantio direto
7	Rolândia-PR	25/Set/07	Convencional
8	Rolândia-PR	25/Set/07	Plantio direto

Os experimentos foram conduzidos em duas Fazendas Experimentais, localizadas no município de Barretos – SP e no município de Rolândia – PR com as respectivas coordenadas geográficas: 48 graus e 31 minutos, oeste de longitude, 20 graus e 29 minutos, sul de latitude e 520 metros de altitude; 51 graus e 20 minutos, oeste de longitude, 23 graus e 18 minutos, sul de latitude e 700 metros de altitude.

As épocas de semeadura foram em 25 de setembro de 2007 (época de plantio normal) e 25 de outubro de 2007 (época de plantio tardio). As áreas de sistema convencional foram preparadas com subsolagem, aração e gradagens, 3 dias antes da semeadura. As áreas de plantio no sistema de plantio direto foram semeadas sobre palhada mista de *Brachiaria ruziziensis* e Guandu.

A cidade de Barretos está situada em região cujo clima, baseado pelo sistema de classificação de Koppen, é do tipo Cwa, caracterizado como subtropical com chuvas de verão, inverno relativamente seco e temperatura média anual de 23°C. Rolândia está situada em região com clima tipo Cfa, caracterizado como clima subtropical, com temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média

no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco freqüentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida. O solo da estação de Barretos é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, enquanto o solo da estação de Rolândia é classificado como Terra Roxa Estruturada.

Foram recolhidas amostras de solo nos locais dos experimentos, à profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40cm, que foram enviadas para análise antes da semeadura. Os locais dos experimentos foram corrigidos com calcário, com intuito de elevar a saturação por bases do solo para 70%. A adubação de base foi de 40kg/ha de nitrogênio, 120 kg/ha de fósforo e 60 kg/ha de potássio em todos os ambientes. Posteriormente, realizou-se duas adubações de cobertura, totalizando 100 kg/ha de nitrogênio.

Foram plantadas, manualmente, duas sementes por cova e realizado desbaste em estágio V3, afim de garantir um estande final de cinco plantas por metro, simulando uma população de 62500 plantas por hectare. Os experimentos foram irrigados, quando necessário, para o bom desenvolvimento da cultura.

Os controles de ervas daninhas e pragas foram realizados com a aplicação de herbicida pré-emergente (Atrazina e Metolacolor), pós emergentes (Atrazina) e inseticidas (Espinósade, Lufenuron e Fenpropratrina) para que a cultura pudesse se desenvolver sem interferência das mesmas.

Os experimentos foram realizados em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições e oito tratamentos, totalizando trinta e duas parcelas por ambiente. A parcela experimental foi constituída por seis fileiras de seis metros de comprimento,

espaçadas 0,80 metros entre si. A fim de minimizar o efeito de alocompetição entre as parcelas, foram consideradas apenas dois metros das duas linhas centrais, como parcela útil.

Durante a fase de pré-colheita foram anotadas as alturas das plantas e de inserção de espiga de 20 plantas subsequentes obtidas da área útil das parcelas. Foram realizadas as colheitas das espigas principais referentes às 20 plantas de cada área útil da parcela entre os meses de janeiro e fevereiro de 2008 com umidade do grão aproximada de 25%, sendo as espigas secas até atingir 12,5% de umidade em secadores à gás liqüefeito de petróleo (GLP).

3.3. Características Agronômicas Avaliadas

Altura de planta (cm) – foi obtida pela medição da distância do solo até a extremidade do pendão, com uso de uma régua graduada de cinco centímetros. Linhagens altas são desejáveis para os parentais com função macho, pois permite uma maior cobertura de linhas de fêmeas durante a polinização.

Altura da inserção da espiga (cm) – foi obtida através da medição da distância do solo até a base do entre-nó onde estava localizada a espiga principal, com uso de uma régua graduada de cinco centímetros. Linhagens com característica de menor altura de inserção de espigas são desejáveis para parentais fêmeas, pois possibilita a colheita

mecanizada e propicia uma melhor relação da altura do pendão do macho e a altura do estilo-estigma da espiga da fêmea.

Comprimento de espiga (cm) – foi obtida através da medição individual, da ponta até a base das espigas sem palha de cada parcela. Linhagens com característica de maior comprimento de espiga pode estar correlacionado com maior rendimento de grãos e, conseqüentemente, maior produção, que é uma característica desejável no parental fêmea.

Produção de grãos (kg/ha) – foi obtida através da debulha manual e triadas em uma mini mesa densimétrica para determinação de produção total das 20 espigas de cada parcela. Todos os dados de produção por parcela foram extrapolados para quilogramas por hectare para posterior análise. A característica de produção de grãos é desejável no parental fêmea, pois representa maior rendimento de produção de sementes híbridas.

Peso de mil sementes – PMS (g) – foi obtido através de oito amostras de 100 sementes, do total de sementes debulhadas de cada parcela, conforme Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). O peso de mil sementes pode estar relacionado com a qualidade fisiológica (germinação e vigor) da semente. Quanto maior o peso de mil sementes espera-se uma melhor qualidade fisiológica das sementes. Neste trabalho não será avaliada a relação do peso de mil sementes com a qualidade fisiológica das sementes, sendo utilizado apenas como índice para estimar o rendimento de sementes

ha⁻¹. Dessa forma, quanto menor o peso de mil sementes, maior o rendimento de sacos de 60 mil sementes. As linhagens que apresentarem menor PMS terão maior rendimento de sacos com 60 mil sementes.

Rendimento de peneiras – uma amostra de 400g das sementes de cada parcela foram classificadas, utilizando-se um conjunto de peneiras manuais de laboratório. Primeiramente as sementes foram classificadas por espessura em, chatas e redondas, empregando-se peneira de crivos oblongos 13/64” x 3/4”; ambas as frações foram, em seguida, separadamente classificadas por largura, passando-as, seqüencialmente, em peneiras de crivos circulares 24/64”, 22/64”, 20/64”, 18/64” e 16/64”. As sementes que passaram através da peneira 16/64”, tanto chatas quanto redondas, foram consideradas descarte. Os resultados foram expressos em peso de sementes retidas em cada uma das peneiras. O total de sementes retidas nas peneiras, exceto descarte, foram consideradas sementes úteis, com resultados expressos em kg.ha⁻¹.

Rendimento de sacos de 60 mil sementes ha⁻¹ – foi obtido, através das estimativas de produção de sementes úteis (kg/ha) e do peso de mil sementes de cada parcela, o número total de sementes produzidas ha⁻¹. Posteriormente esse número foi dividido por 60 mil, para a obtenção do rendimento de número de sacos ha⁻¹. A característica de rendimento de sacos de 60 mil sementes é desejável no parental fêmea, pois representa o rendimento efetivo de produção de sementes híbridas, visto que no mercado são vendidos sacos com esse número de sementes, ao invés de uma unidade padrão de peso.

3.4. Análises Estatísticas

Foram feitas análises da variância individual por ambiente para cada característica avaliada. O modelo matemático adotado foi o de delineamento em blocos casualizados:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + b_j + \varepsilon_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} é o valor observado na parcela do genótipo i no bloco j ;

μ é a média geral do experimento;

g_i é o efeito devido ao genótipo i ;

b_j é efeito devido ao bloco j ;

ε_{ij} é o efeito dos fatores não controlados ou acaso.

A análise conjunta dos experimentos foi realizada com a finalidade de detectar a interação genótipo x ambiente e foi considerado como fixo o efeito do genótipo e o efeito do ambiente como sendo aleatório, de acordo com o modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + b/a_{jk} + a_j + ga_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Onde:

Y_{ijk} é o valor observado na parcela do genótipo i , no bloco k , no ambiente j ;

μ é a média geral do experimento;

g_i é o efeito fixo devido ao genótipo i ;

b/a_{jk} é efeito do bloco k dentro do ambiente j ;

a_j é o efeito aleatório devido ao ambiente j ;

ga_{ij} é a interação do genótipo i com ambiente j ;

ε_{ijk} é o efeito dos fatores não controlados ou acaso.

Quando houve significância na interação genótipos x ambientes, foi realizada análise de adaptabilidade e estabilidade, segundo a metodologia de EBERHART & RUSSELL (1966), de acordo com o modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu_1 + \beta_1 l_j + \delta_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Onde:

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

μ_1 é a média geral do genótipo i em todos os ambientes;

β_1 é o coeficiente de regressão linear que mede a resposta do i -ésimo genótipo à variação do ambiente;

l_j é o índice ambiental;

δ_{ij} é o desvio de regressão; e

ε_{ij} é a média do efeito dos fatores não controlados.

As análises foram realizadas utilizando-se o programa estatístico GENES, versão 2007.0.0. da Universidade Federal de Viçosa – MG.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análises individuais

As análises de variância individual por ambiente para produção de grãos (kg/ha), números de sacos de 60 mil sementes por hectare, peso de 1000 sementes (g), altura total de planta (cm), altura de inserção de espiga (cm) e comprimento de espigas (cm), estão apresentadas nas Tabelas 2 a 7. Nessas tabelas podem também ser observados os valores estimados de graus liberdade, médias, coeficiente de variação e os quadrados médios de bloco, de tratamento e de resíduo, com os respectivas significâncias pelo teste F.

As análises de variância individual para todas as características avaliadas foram significativas, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F para o efeito de linhagens em todos os ambientes (Tabelas 2 a 7).

Os coeficientes de variação (CV%) dos ensaios, variaram de 5,24% a 19,24% para produção de grãos e são considerados médios (Tabela 2), segundo SCAPIN et al. (1995). Os maiores valores médios de produção foram obtidos nos experimentos instalados na Fazenda experimental de Rolândia, na época de semeadura de setembro de 2007 e no sistema de plantio direto. Na obtenção de linhagens, um critério importante é que elas apresentem uma produtividade “*per se*” suficiente para viabilizar comercialmente a produção de sementes híbridas. Portanto, linhagens com maiores produtividades devem ser selecionadas.

Os coeficientes de variação (CV%), entre os ensaios, variaram de 2,56% a 5,7% para peso de mil sementes e são considerados baixos (Tabela 3), segundo SCAPIN et al. (1995). Os maiores valores médios de peso de mil sementes foram obtidos nos experimentos instalados na Fazenda experimental de Rolândia, na época de semeadura de setembro de 2007 e no sistema de plantio direto.

Os coeficientes de variação (CV%), entre os ensaios, variaram de 4,08% a 18,97% para rendimento de sacos de sessenta mil sementes por hectare e são considerados de baixo a médio (Tabela 4), segundo SCAPIN et al. (1995). Os maiores valores médios para número de sacos de sessenta mil sementes foram obtidos nos experimentos instalados na Fazenda experimental de Rolândia, na época de semeadura de outubro de 2007 e no sistema de plantio direto.

Os coeficientes de variação (CV%), entre os ensaios, variaram de 1,75% a 3,76% e são considerados baixos (Tabela 5), segundo SCAPIN et al. (1995). Os maiores valores médios de altura de plantas foram obtidos nos experimentos instalados na Fazenda Experimental de Barretos, independente da época de semeadura ou sistema de plantio.

Os coeficientes de variação (CV), entre os ensaios, variaram de 2,24% a 5,26% para altura de inserção de espiga e são considerados baixos (Tabela 6), segundo SCAPIN et al. (1995). Os maiores valores médios de altura de inserção de espiga foram obtidos nos experimentos instalados na Fazenda Experimental de Barretos, independente da época de semeadura ou sistema de plantio.

Os coeficientes de variação (CV), entre os ensaios, variaram de 2,28% a 5,32% para comprimento da espiga e são considerados baixos (Tabela 7), segundo SCAPIN et

al. (1995). Os valores médios de comprimento de espiga foram semelhantes nos diferentes ambientes.

TABELA 2. Resumo da análise de variância individual para produção de grãos (kg ha^{-1}), envolvendo oito linhagens, em oito ambientes e quatro repetições (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08).

Localidade	Barretos				Rolândia				
	Outubro		Setembro		Outubro		Setembro		
Época plantio	Conv.	PD	Conv.	PD	Conv.	PD	Conv.	PD	
Sistema plantio	1	2	3	4	5	6	7	8	
Ambiente									
Fontes									
Varição	GL	QM _{A1}	QM _{A2}	QM _{A3}	QM _{A4}	QM _{A5}	QM _{A6}	QM _{A7}	QM _{A8}
Blocos	3	72940,51	55925,88	48830,26	147808,81	8230,02	10270,75	405711,7	62302,56
Linhagens	7	963217,50**	689644,46**	732931,17**	1140264,94**	1093066,02**	1351414,42**	1337379,71**	894553,24**
Resíduo	21	119387,08	95534,63	84423,58	105899,65	57883,79	22167,26	255008,35	73912,91
Média (kg/ha)		2158,69	2014,89	2682,86	2645,02	2711,57	2838,92	2624,51	3008,69
C.V.(%)		16,01	15,34	10,83	12,3	8,87	5,24	19,24	9,04

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Conv. – convencional e PD – plantio direto. GL – Graus Liberdade. QM_{A1} até QM_{A8} – Quadrados Médios do Ambiente 1 até Ambiente 8. C.V. (%) – Coeficiente de variação

TABELA 3. Resumo da análise de variância individual para peso de mil sementes (g), envolvendo oito linhagens, em oito ambientes e quatro repetições (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08).

Localidade	Barretos				Rolândia				
	Outubro		Setembro		Outubro		Setembro		
Época plantio	Conv.	PD	Conv.	PD	Conv.	PD	Conv.	PD	
Sistema plantio	1	2	3	4	5	6	7	8	
Ambiente									
Fontes									
Varição	GL	QM _{A1}	QM _{A2}	QM _{A3}	QM _{A4}	QM _{A5}	QM _{A6}	QM _{A7}	QM _{A8}
Blocos	3	277,02	28,54	58,85	21,18	30,96	45,65	120,63	64,56
Linhagens	7	3926,79**	3069,41**	1381,66**	2107,15**	5888,39**	4534,71**	7139,23**	4494,86**
Resíduo	21	226,8	188,1	50,51	189,24	125	108,02	73	155,24
Média (g)		264,19	261,08	277,93	275,14	259,4	257,62	270,16	279,75
C.V.(%)		5,7	5,25	2,56	5	4,31	4,03	3,16	4,45

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Conv. – convencional e PD – plantio direto. GL – Graus Liberdade. QM_{A1} até QM_{A8} – Quadrados Médios do Ambiente 1 até Ambiente 8. C.V. (%) – Coeficiente de variação

TABELA 4. Resumo da análise de variância individual para rendimento de sacos de 60 mil sementes ha^{-1} , envolvendo oito linhagens, em oito ambientes e quatro repetições (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08).

Localidade	Barretos						Rolândia					
	Outubro		Setembro		Outubro		Setembro		Outubro		Setembro	
Época plantio	Conv.	PD	Conv.	PD	Conv.	PD	Conv.	PD	Conv.	PD	Conv.	PD
Sistema plantio	1	2	3	4	5	6	7	8	7	8	7	8
Ambiente												
Fontes												
Varição	GL	QM _{A1}	QM _{A2}	QM _{A3}	QM _{A4}	QM _{A5}	QM _{A6}	QM _{A7}	QM _{A8}			
Blocos	3	132,07	201,35	156,77	421,21	50,94	7,81	1232,18	148,51			
Linhagens	7	2657,65**	2318,98**	2020,04**	2351,09**	1774,68**	2958,53**	2496,89**	2583,93**			
Resíduo	21	281,99	260,57	279,36	281,89	105,16	55,96	944,07	368,1			
Média (scs/ha)		135,97	128,77	160,78	159,17	173,76	183,17	162	180,37			
C.V.(%)		12,35	12,54	10,4	10,55	5,9	4,08	18,97	10,64			

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Conv. – convencional e PD – plantio direto. GL – Graus Liberdade. QM_{A1} até QM_{A8} – Quadrados Médios do Ambiente 1 até Ambiente 8. C.V. (%) – Coeficiente de variação

TABELA 5. Resumo da análise de variância individual para altura das plantas (cm), envolvendo oito linhagens, em oito ambientes e quatro repetições (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08).

Localidade	Barretos				Rolândia				
	Outubro		Setembro		Outubro		Setembro		
Época plantio	Conv.	PD	Conv.	PD	Conv.	PD	Conv.	PD	
Sistema plantio	1	2	3	4	5	6	7	8	
Ambiente	1	2	3	4	5	6	7	8	
Fontes									
Varição	GL	QM _{A1}	QM _{A2}	QM _{A3}	QM _{A4}	QM _{A5}	QM _{A6}	QM _{A7}	QM _{A8}
Blocos	3	12,56	6,9	17,19	45,17	39,36	29,46	47,33	20,78
Resíduo	21	18,41	24,23	17,09	25,5	9,28	32,56	29,09	43,43
Média (cm)		191,29	188,83	187,75	189,99	173,91	167,8	178,57	175,25
C.V.(%)		2,24	2,61	2,2	2,66	1,75	3,4	3,02	3,76

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Conv. – convencional e PD – plantio direto. GL – Graus Liberdade. QM_{A1} até QM_{A8} – Quadrados Médios do Ambiente 1 até Ambiente 8. C.V. (%) – Coeficiente de variação

TABELA 6. Resumo da análise de variância individual para altura de espiga (cm), envolvendo oito linhagens, em oito ambientes e quatro repetições (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08).

Localidade	Barretos				Rolândia				
	Outubro		Setembro		Outubro		Setembro		
Época plantio	Conv.	PD	Conv.	PD	Conv.	PD	Conv.	PD	
Sistema plantio	1	2	3	4	5	6	7	8	
Ambiente									
Fontes									
Variação	GL	QM _{A1}	QM _{A2}	QM _{A3}	QM _{A4}	QM _{A5}	QM _{A6}	QM _{A7}	QM _{A8}
Blocos	3	11,44	2,46	13,01	5,06	12,39	2,59	25,55	3,43
Resíduo	21	11,87	20,26	13,84	7,18	9,37	9,02	12,21	27,82
Média (cm)		119,59	117,14	116,95	119,44	93,03	89,66	102,1	100,24
C.V.(%)		2,88	3,84	3,18	2,24	3,29	3,35	3,42	5,26

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Conv. – convencional e PD – plantio direto. GL – Graus Liberdade. QM_{A1} até QM_{A8} – Quadrados Médios do Ambiente 1 até Ambiente 8. C.V. (%) – Coeficiente de variação

TABELA 7. Resumo da análise de variância individual para comprimento de espigas (cm), envolvendo oito linhagens, em oito ambientes e quatro repetições (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)

Localidade	Barretos						Rolândia		
	Outubro		Setembro		Outubro		Setembro		PD
	Conv.	PD	Conv.	PD	Conv.	PD	Conv.	PD	
Ápoca plantio	1	2	3	4	5	6	7	8	
Sistema plantio									
Ambiente									
Fontes									
Varição	GL	QM _{A1}	QM _{A2}	QM _{A3}	QM _{A4}	QM _{A5}	QM _{A6}	QM _{A7}	QM _{A8}
Blocos	3	0,2067	0,1388	0,1057	0,0196	0,0719	0,2955	0,1982	0,0827
Linhagens	7	14,67**	12,38**	9,50**	12,50**	7,23**	9,29**	6,20**	8,27**
Resíduo	21	0,168	0,1683	0,1969	0,1851	0,2022	0,1466	0,5219	0,1005
Média (cm)		13,18	13,1	13,52	13,7	13,24	13,72	13,57	13,92
C.V.(%)		3,11	3,13	3,28	3,14	3,4	2,79	5,32	2,28

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Conv. – convencional e PD – plantio direto. GL – Graus Liberdade. QM_{A1} até QM_{A8} – Quadrados Médios do Ambiente 1 até Ambiente 8. C.V. (%) – Coeficiente de variação.

4.2. Análises Conjuntas

Foram realizadas análises de variância conjuntas, envolvendo os dados de todos os ambientes, com o objetivo de se obter as estimativas da interação linhagem x ambiente.

As análises de variância conjunta para todas as características (produção de grãos, peso de mil sementes, rendimento de sacos de sessenta mil sementes por hectare, altura de plantas, altura de inserção de espiga, comprimento de espiga) apresentaram efeitos significativos, ao nível de 1% de probabilidade, para linhagens, ambientes e para interação linhagens x ambientes (Tabelas 8 a 13).

A significância da interação linhagem x ambiente indica que os efeitos dos fatores linhagens e ambientes não explicam, individualmente, toda a variação encontrada nas características de produção de grãos (kg/ha), peso de mil sementes, rendimento de sacos de sessenta mil sementes por hectare, altura de plantas, altura de inserção de espiga, comprimento de espiga .

O coeficiente de variação (CV%) de 12,34% para produção de grãos e 11,18% para rendimento de sacos de sessenta mil sementes ha^{-1} são considerados médio (Tabelas 8 e 10), segundo SCAPIN et al. (1995). O coeficiente de variação (CV%) de 4,4% para peso de mil sementes, 2,75% para altura de plantas, 3,48% para altura de inserção de espiga e 3,41% para comprimento de espiga são considerados baixo (Tabelas 9, 11, 12 e 13), segundo SCAPIN et al. (1995).

TABELA 8. Resumo da análise de variância conjunta da produção de grãos (kg/ha), envolvendo oito linhagens, em oito ambientes e quatro repetições (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos/amb.	24	2436061,44	101502,6	
Blocos	3	87014,24	29004,7	
Bloco x amb.	21	2349047,20	111859,4	
Linhagens	7	27577989,89	3939713	6,47**
Ambientes	7	25008167,42	3572595	35,20**
Linhag. x amb.	49	29839310,44	608965,5	5,98**
Resíduo	168	17098562,48	101777,2	
Total	255	101960091,70		
Média	2585,65			
C.V.(%)	12,34			

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

F.V. – Fonte de Variação. G.L. – Graus Liberdade. S.Q. – Soma de Quadrados. Q.M. – Quadrados Médios. F – Valor para teste de F

TABELA 9. Resumo da análise de variância conjunta da peso de mil sementes (g), envolvendo oito linhagens, em oito ambientes e quatro repetições (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos/amb.	24	1942,16	80,92	
Blocos	3	44,10	14,70	
Bloco x amb.	21	1898,06	90,38	
Linhagens	7	74678,83	10668,41	3,41**
Ambientes	7	17159,58	2451,37	30,29**
Linhag. x amb.	49	153116,61	3124,83	22,40**
Resíduo	168	23434,07	139,49	
Total	255	270331,25		
Média	268,16			
C.V.(%)	4,4			

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

F.V. – Fonte de Variação. G.L. – Graus Liberdade. S.Q. – Soma de Quadrados. Q.M. – Quadrados Médios. F – Valor para teste de F

TABELA 10. Resumo da análise de variância conjunta do rendimento de número de sacos de 60 mil sementes ha⁻¹, envolvendo oito linhagens, em oito ambientes e quatro repetições (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos/amb.	24	7052,47	293,85	
Blocos	3	292,23	97,41	
Bloco x amb.	21	6760,23	321,92	
Linhagens	7	70176,96	10025,28	7,68**
Ambientes	7	86302,37	12328,91	41,96**
Linhag. x amb.	49	63955,52	1305,21	4,05**
Resíduo	168	54119,15	322,14	
Total	255	281606,47		
Média	160,5			
C.V.(%)	11,18			

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

F.V. – Fonte de Variação. G.L. – Graus Liberdade. S.Q. – Soma de Quadrados. Q.M. – Quadrados Médios. F – Valor para teste de F

TABELA 11. Resumo da análise de variância conjunta para o caráter altura de planta (cm), envolvendo oito linhagens, em oito ambientes e quatro repetições (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos/amb.	24	656,26	27,34	
Blocos	3	112,01	37,34	
Bloco x amb.	21	544,25	25,92	
Linhagens	7	55860,66	7980,09	50,29**
Ambientes	7	17707,70	2529,67	92,51**
Linhag. x amb.	49	7775,39	158,68	6,36**
Resíduo	168	4191,56	24,95	
Total	255	86191,58		
Média	181,67			
C.V.(%)	2,75			

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

F.V. – Fonte de Variação. G.L. – Graus Liberdade. S.Q. – Soma de Quadrados. Q.M. – Quadrados Médios. F – Valor para teste de F

TABELA 12. Resumo da análise de variância conjunta para o caráter altura de inserção de espiga (cm), envolvendo oito linhagens, em oito ambientes e quatro repetições (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos/amb.	24	227,79	9,49	
Blocos	3	77,89	25,96	
Bloco x amb.	21	149,90	7,14	
Linhagens	7	8376,38	1196,62	12,76**
Ambientes	7	34565,75	4937,96	520,26**
Linhag. x amb.	49	4594,87	93,77	6,72**
Resíduo	168	2342,97	13,95	
Total	255	50107,76		
Média	107,27			
C.V.(%)	3,48			

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

F.V. – Fonte de Variação. G.L. – Graus Liberdade. S.Q. – Soma de Quadrados. Q.M. – Quadrados Médios. F – Valor para teste de F

TABELA 13. Resumo da análise de variância conjunta para o caráter comprimento de espiga (cm), envolvendo oito linhagens, em oito ambientes e quatro repetições (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos/amb.	24	3,36	0,14	
Blocos	3	0,02	0,01	
Bloco x amb.	21	3,34	0,16	
Linhagens	7	466,52	66,65	34,86**
Ambientes	7	19,49	2,78	19,90**
Linhag. x amb.	49	93,67	1,91	9,05**
Resíduo	168	35,48	0,21	
Total	255	618,52		
Média	13,49			
C.V.(%)	3,41			

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

F.V. – Fonte de Variação. G.L. – Graus Liberdade. S.Q. – Soma de Quadrados. Q.M. – Quadrados Médios. F – Valor para teste de F

4.3. Análise de adaptabilidade e estabilidade

A Tabela 14 apresenta os resultados da análise de adaptabilidade e estabilidade para as variáveis produção (kg/ha), peso de mil sementes (g) e rendimento de sacos de sessenta mil sementes ha⁻¹, de acordo com o modelo proposto por EBERHART & RUSSELL (1966).

TABELA 14. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade segundo modelo de EBERHART & RUSSELL (1966) para produção de grãos (kg ha^{-1}), peso de mil sementes (g) e rendimento de sacos de 60 mil sementes (número de sacos ha^{-1}), em 8 ambientes e quatro repetições (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)

Linhagem	Produção de grãos				Peso mil sementes				Rendimento scs 60 mil sementes			
	μ_1	β_1	S ² d	R ² (%)	μ_1	β_1	S ² d	R ² (%)	μ_1	β_1	S ² d	R ² (%)
1-F	2571,44	0,01	236404,56**	00,01	248,27	0,94	1074,50 ^{ns}	6,8	172,00	0,48	215,29 ^{ns}	33
2-F	2646,63	1,22**	66408,06**	74,37	279,83	0,72	1791,50 ^{ns}	2,5	171,73	2,07**	150,36 ^{ns}	93
3-F	2839,11	1,11*	71215,76**	69,19	287,61	-0,22	129,20 ^{ns}	3,5	164,24	0,99**	143,56 ^{ns}	76
4-F	2516,85	1,22**	19714,19**	90,70	246,00	1,56	458,71 ^{ns}	32,0	170,00	0,90**	133,14 ^{ns}	73
5-M	1778,32	0,42*	15991,83**	58,72	251,04	2,20**	143,68 ^{ns}	75,0	118,17	0,31**	8,96 ^{ns}	83
6-F	2902,59	0,48	82633,09**	26,26	290,34	1,58*	213,08 ^{ns}	51,0	166,69	0,53*	127,01 ^{ns}	50
7-M	2754,88	1,41*	194907,18**	56,98	282,06	-0,87	1700,67 ^{ns}	3,8	161,11	0,79**	72,38 ^{ns}	80
8-F	2675,34	2,15**	141117,04**	81,00	276,45	2,01**	121,14 ^{ns}	76,0	160,06	1,92**	465,10 ^{ns}	78

(β_1) *, ** Significativamente diferente de um, pelo teste t, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

(S²d) ** Significativamente diferente de zero, pelo teste F, a 1% de probabilidade, ns – não significante.

μ_1 – Média. β_1 – Coeficiente de regressão. S²d – Variância do desvio de regressão. R²(%) – Coeficiente de determinação

4.3.1. Produção de grãos

A linhagem 5-M apresentou resultado de $\beta_1 < 1$ significativo a 1% de probabilidade pelo teste t, indicando adaptabilidade a ambientes desfavoráveis, enquanto as linhagens 2-F, 3-F, 4-F, 7-M e 8-F apresentaram resultados de $\beta_1 > 1$ significativos a 1 ou 5% de probabilidade pelo teste t, indicando uma adaptabilidade a ambientes favoráveis e classificadas como responsivas.

As estimativas das variâncias dos desvios da regressão (S^2d) indicam um comportamento imprevisível para todas as linhagens avaliadas, uma vez que todos foram significativos ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Os valores de coeficiente de determinação (R^2) são relativamente altos indicando uma boa adequação da regressão linear aos dados observados, exceto para linhagens 1-F (0,01%) e 6-F (26,26%).

A produção de grãos é uma das características mais importantes para as linhagens utilizadas como fêmea nos cruzamentos para produção de híbridos simples. As linhagens 6-F e 3-F apresentaram as maiores produções médias, no entanto observa-se na Figura 1, que as retas ajustadas sugerem as linhagens 8-F e 7-M como aquelas com maior potencial de produção, por serem mais responsivas.

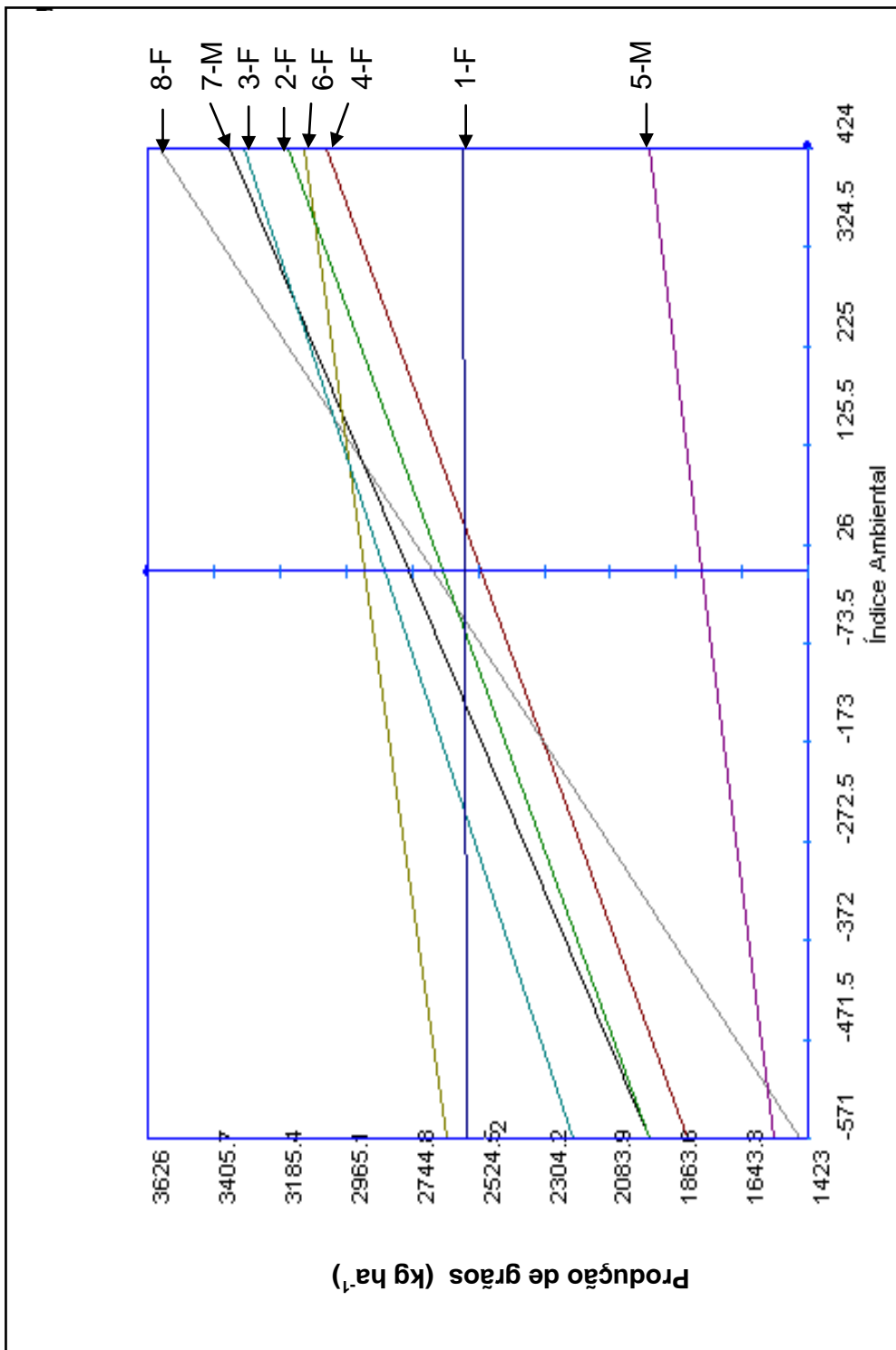


Figura 1. Retas ajustadas para o caráter produção de grãos (kg ha^{-1}) das oito linhagens de milho, em resposta às variações ambientais, conforme o método de EBERHART & RUSSELL (1966) (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08).

Os índices ambientais, estimados para produção de grãos, estão apresentados na Tabela 15. A variação de produção verificada, em cada ambiente, evidencia a instabilidade nas condições edafoclimáticas dos ambientes. Dois ambientes podem ser classificados como desfavoráveis: 1 - Barretos/outubro/convencional e 2 – Barretos / outubro / plantio direto. Os demais ambientes apresentaram-se como favoráveis.

TABELA 15. Índices ambientais e produções médias das linhagens nos ambientes avaliados (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)

Ambiente	Produção média (kg/ha)	Índice ambiental (kg/ha)
1 - Barretos/outubro/convencional	2158,69	-426,95
2 - Barretos/outubro/plantio direto	2014,89	-570,75
3 - Barretos/setembro/convencional	2682,86	97,22
4 - Barretos/setembro/plantio direto	2645,02	59,38
5 - Rolândia/outubro/convencional	2711,57	125,93
6 - Rolândia/outubro/plantio direto	2838,92	253,27
7 - Rolândia/setembro/convencional	2624,51	38,87
8 - Rolândia/setembro/plantio direto	3008,69	423,05

4.3.1. Peso de mil sementes

As linhagens 5-M, 6-F e 8-F apresentaram adaptabilidade a ambientes favoráveis e valores de coeficiente de determinação (R^2) maiores que 51%. Todas as linhagens comportaram-se como previsíveis para o caráter peso de mil sementes (Tabela 14).

4.3.2. Sacos de sessenta mil sementes por hectare

As linhagens 2-F e 8-F apresentaram-se adaptadas a ambientes favoráveis. A linhagem 1-F, 2-F e 4-F apresentaram as maiores médias de rendimento de sacos de sessenta mil sementes por hectare. Os valores de coeficiente de determinação (R^2) observados são altos, exceto para linhagem 1-F (33%). Esta característica é tão importante quanto a de produção de grãos, para as linhagens utilizadas como fêmea, pois representa o número efetivo de sacos com potencial de vendas. Destaca-se a linhagem 2-F com a segunda maior média de sacos de 60 mil sementes, porém mais responsiva e valor de R^2 em 93%.

A Tabela 16 apresenta os resultados de análise de estabilidade e adaptabilidade para as variáveis de altura de plantas (cm), altura de inserção de espiga (cm) e comprimento de espiga (cm), de acordo com o modelo proposto por EBERHART & RUSSELL (1966).

TABELA 16. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade segundo modelo de EBERHART & RUSSELL (1966) para altura de planta (cm), altura de espiga (cm) e comprimento de espiga (cm), em oito ambientes e quatro repetições (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)

Linhagem	Altura Planta				Altura espiga				Comprimento espiga			
	μ_1	β_1	S ² d	R ² (%)	μ_1	β_1	S ² d	R ² (%)	μ_1	β_1	S ² d	R ² (%)
1-F	173,31	0,82*	42,61**	59	101,17	0,80**	21,62*	84	14,16	-0,99	0,94**	9,5
2-F	177,12	1,04**	6,42	94	112,26	1,17**	3,61	99	15,01	-0,58	0,62**	5,1
3-F	190,68	1,37**	66,54**	72	109,41	1,09**	17,89*	92	12,59	0,05	0,02**	1,2
4-F	196,11	0,38	25,86**	34	118,81	0,95**	9,30	95	10,91	1,65*	0,25**	52,0
5-M	174,43	1,00*	51,68**	64	103,89	0,94**	21,32*	88	13,43	1,14*	0,10*	67,0
6-F	166,17	1,22**	19,15*	88	103,48	1,40**	4,20	99	14,56	2,24**	0,17*	75,0
7-M	165,45	0,89**	18,17*	80	101,28	0,86**	22,96*	85	14,89	1,59*	0,23*	52,0
8-F	210,12	1,3**	28,58**	84	107,84	0,81**	37,36**	76	12,38	2,62*	0,29*	71,0

(β_1) *, ** Significativamente diferente de zero, pelo teste t, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

(S²d) ** Significativamente diferente de zero, pelo teste F, a 1% de probabilidade.

μ_1 – Média. β_1 – Coeficiente de regressão. S²d – Variância do desvio de regressão. R²(%) – Coeficiente de determinação.

4.3.4. Altura de planta

As linhagens 2-F, 3-F, 6-F e 8-F apresentaram-se adaptadas a ambientes favoráveis. Todas as linhagens, exceto a 2-F, apresentaram comportamento imprevisível (Tabela 16). Os valores de coeficiente de determinação (R^2) observados são altos, exceto para linhagem 4-F (34%).

Esta característica é importante para linhagens com função de macho, pois quanto mais alta a planta, maior o potencial de polinizar maior número de linhas de fêmeas. A linhagem 8-F apresentou maior média de altura.

4.3.5. Altura de espiga

As linhagens 2-F, 3-F e 6-F apresentaram-se adaptadas a ambientes favoráveis. As linhagens 2-F, 4-F e 6-F apresentaram comportamento previsível para este caráter. Os valores de coeficiente de determinação (R^2) observados são todos altos. Uma menor altura de espiga é uma característica desejável nas linhagens fêmeas, pois potencializa a capacidade de polinização das linhas de macho. Destaca-se a linhagem 1-F com a menor altura de espiga (101,17 cm).

4.3.6. Comprimento de espiga

As linhagens 4-F, 5-M, 6-F, 7-M, e 8-F apresentaram-se adaptadas a ambientes favoráveis e os maiores valores de coeficiente de determinação (R^2) observados entre

52 até 75%. Todas as linhagens mostraram-se imprevisíveis para o caráter comprimento de espiga. Esta característica pode estar relacionada com o potencial de produção de grãos e espera-se que quanto maior o comprimento de espiga, maior seja o rendimento de grãos. A linhagem 2-F apresentou maior a média de comprimento de espiga associado, com o segundo maior rendimento de sacos de sessenta mil sementes.

4.3.7. Considerações Finais

Este trabalho foi proposto para estudar um método de avaliação de adaptabilidade e estabilidade em linhagens endogâmicas de milho. Ressalta-se que durante a revisão bibliográfica, não se encontrou trabalhos semelhantes na literatura que permitissem comparar os resultados obtidos neste trabalho.

Os modelos propostos para análise de adaptabilidade e estabilidade, inclusive o utilizado neste trabalho, de EBERHART & RUSSELL (1966), foram desenvolvidos a partir de trabalhos utilizando genótipos não endogâmicos. A homozigose em culturas alógamas, como o milho, tende a aumentar as probabilidades de ocorrer um duplo recessivo para genes deletérios, que limitam o potencial de adaptação e de produção das linhagens, mesmo em ambientes favoráveis. No entanto, observou-se que em algumas linhagens avaliadas, a análise de adaptabilidade e estabilidade indicou valores de coeficiente de determinação relativamente altos, indicando uma boa adequação do modelo de regressão para explicar os valores observados em cada ambiente.

Outra consideração é sobre o ponto de vista da produção de sementes de híbridos: linhagens com maior produção, bom rendimento de sacos comerciais e comprimento de espiga são desejáveis para fêmeas; enquanto linhagens com maior altura de planta é desejável em machos. No entanto, a seleção de linhagens Elites depende muito mais da sua capacidade intrínseca de gerar um híbrido com características superiores. Cabe ao melhorista, depois de descobrir um cruzamento que produza um ótimo híbrido, auxiliar na avaliação das linhagens parentais e ambientes para verificar a viabilidade econômica e operacional na produção de sementes.

Destaca-se a análise de produção de grãos que permitiu identificar que as linhagens 6-F e 3-F apesar de apresentaram as maiores produções médias, teoricamente não são as linhagens com maior potencial produtivo: 8-F e 7-M. Verificou-se que a linhagem 6-F, que têm a maior média de produção ($2902,59\text{kg ha}^{-1}$), não é responsiva e indica que não haveria aumento de produção com ambientes mais favoráveis. A linhagem 2-F com maior potencial de rendimento de sacos de 60 mil sementes não é a linhagem com maior média ou potencial de produção de grãos.

5. CONCLUSÕES

A avaliação de adaptabilidade e estabilidade nos programas de melhoramento e produção comercial de sementes pode facilitar na tomada de decisão sobre os ambientes mais favoráveis de produção de sementes híbridas e manutenção das linhagens Elites da empresa.

6. REFERÊNCIAS

- ALLARD, R. W. Aspectos gerais da heterozigose e da depressão causada pela endogamia. In: **Princípios do melhoramento genético de plantas**. São Paulo: Edgard Blucher. 1971. 381p.
- 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. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics & Breeding**, Roma, v.46, n.1, p.269-278, 1992.
- APPS, 2009. Evolução da oferta e demanda de sementes de milho no Brasil. <http://www.apps.agr.br/upload/de_0207200963987700_evolucao-oferta-demanda-milho-brasil.pdf>. (05 Dez. 2009).
- ARIAS, C. A. A. **Componentes de variância e covariância genética relacionados à seleção recorrente intra e interpopulacional no milho (*Zea mays* L.)**. Piracicaba: ESALQ, 1995. 139p. Tese de Doutorado.
- BRASIL Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. DNDV/CLAV, Brasília, 1992. 365p.
- CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 1998. 155f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa.
- CARVALHO, H. W. L. de; MAGNAVACA, R.; LEAL, M. L. S. Estabilidade da produção de cultivares de milho no Estado de Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.7, p.1073-1082, jul. 1992.

CECCARELLI, S. Wide adaptation: how wide? **Euphytica**, v. 40, p. 197-205, 1989.

CONAB, 2009. Safra 2008/2009/ Milho Total (1 e 2 safras).
<<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=131>> . (31 Set. 2009).

CRUZ, C. D. **Programa GENES - versão Windows. Aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2001. 648p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v. 2, Viçosa: UFV, 2003. 585p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: UFV, 1997. 390p.

CRUZ, C. D.; TORRES, R. A.; VENCOVYSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva e Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, v.12, p.567-580, 1989.

DUARTE, J.B.; VENCOVYSKY, R. **Interação genótipos x ambientes**: uma introdução à análise AMMI. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1999. 60p. (Monografias, 9).

EAST, E. M. The distinction between development and heredity in breeding. **American Naturalist**, v.43, p. 173-181, 1909.

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

- EBERHART, S. A.; RUSSEL, W. A. Yield and stability for a 10 line diallel of single cross and double cross maize hybrids. **Crop Science**, v. 9, p. 357-361, 1969.
- EBERHART, S. A.; RUSSEL, W. A.; PENNY, L. H. Double-cross hybrid prediction in maize when epistasis is present. **Crop Science**, v. 4, p. 363-366, 1964.
- FANCELLI, A. L. **Tecnologia da produção do milho para alta produtividade**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura e Luiz de Queirós, Universidade de São Paulo, 222p. 1994.
- FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v.14, p.742-754, 1963.
- GONÇALVES, F. M. A. **Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho avaliadas em "safrinha" no período de 1993 a 1995**. Lavras : UFLA, 1997. 86p. Dissertação de Mestrado.
- HALLAUER, A. R. Compendium of recurrent selection methods and their application. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.3, p. 1-33, 1985.
- HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames: Iowa State University Press, 1981. 468 p.
- HUEHN, M. Nonparametric measures of phenotypic stability. Part I: theory. **Euphytica**. v.47, p.189-194, 1990.
- LIN, C. S.; BINNS, M. R. A method of analysing cultivars x location x year experiments: new stability parameter. **Theoretical Applied Genetics**, Berlim, v.76, p.425-430, 1988.

- LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v.68, p.193-198, 1988.
- MATHER, K. & JINKS, J. L. Biometrical Genetics. **Chapman and Hall**, London, 1971.
- MIRANDA FILHO, J. B.; VIÉGAS, G. P. O melhoramento de milho no Brasil. **Melhoramento e produção do milho**, Campinas, v. 1, p. 325, 1987.
- PATERNIANI, E. Melhoramento de populações de milho. **Ciência e cultura**, v. 21, p. 3-10, 1969.
- PATERNIANI, E.; MIRANDA FILHO, J. B. Melhoramento de populações. **Melhoramento e produção do milho**, Campinas, v. 1, p. 217-264, 1987.
- PLAISTED, R. L.; PETERSON, L. C. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations and seasons. **American Potato Journal**, v.36, p.381-385, 1959.
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. O. Genética quantitativa em plantas autógamas: **aplicação no melhoramento do feijoeiro**. Goiânia, Editora UFG, cap. 6, p. 131-169, 1993.
- RUSCHEL, R. **Interação genótipo x localidade na região Centro-Sul em milho (*Zea mays* L.)**. Piracicaba : ESALQ, 1968. 60p. Dissertação de Mestrado.
- SCAPIN, C. A.; CARVALHO, C. G. P.; COSME, D. C. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 5, p. 683-686, 1995.

- SHULL, G. H. A pure line method of corn breeding. **Report “American Breeders Association”**, Washington, v.5, p. 51-59, 1909.
- SILVA, J. G. C.; BARRETO, J. N. Aplicação da regressão linear segmentada em estudos da interação genótipo x ambiente. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 1985, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargil, 1985. p.49-50.
- SOUZA, F. R. S. **Estabilidade de cultivares de milho (*Zea mays* L.) em diferentes épocas e locais de plantio em Minas Gerais**. Lavras : ESALQ, 1989. 80p. Dissertação de Mestrado.
- SPRAGUE, G. F.; FEDERER, W. T. A comparison of variance components in corn yield trials: I. Error year x variety, location x variety and variety components. ***Agronomy Journal***, v.43, n. 11, p. 535-541, 1951.
- TAI, G. C .C. Genotype stability analysis and its application to potato regional trials. ***Crop Science***, v.11, p.184-190, 1971.
- TOLER, J. E. **Patterns of genotypic performance over environmental arrays**. Clemson : Clemson University, 1990. 154p. Ph.D. Thesis.
- VENCOVSKY, R.; CRUZ, C. D.; SILVA, A. C. Uma avaliação do potencial de diferentes locais para a discriminação genotípica entre cultivares de milho (*Zea mays* L.). ***Revista Brasileira de Genética***, Ribeirão Preto, v. 13, n. 2, p. 323-334, 1990.
- WRICKE, G. Zur Berechnung der okovalenz bei sommerweizen und hafer. ***Zeitschrift fur Pflanzenzuchtung***, v.52, p.127-138, 1965.

YATES, F.; COCHRAN, W. G. The analysis of group of experiments. **Journal Agriculture Science**. v.28, p.556-580, 1938.

ZOBEL, R. W.; WRIGHT, M. J.; GAUCH JR, H. G. Statistical analysis of a yield trial. **Agronomy Journal**, v.80, p.388-393, 1988.

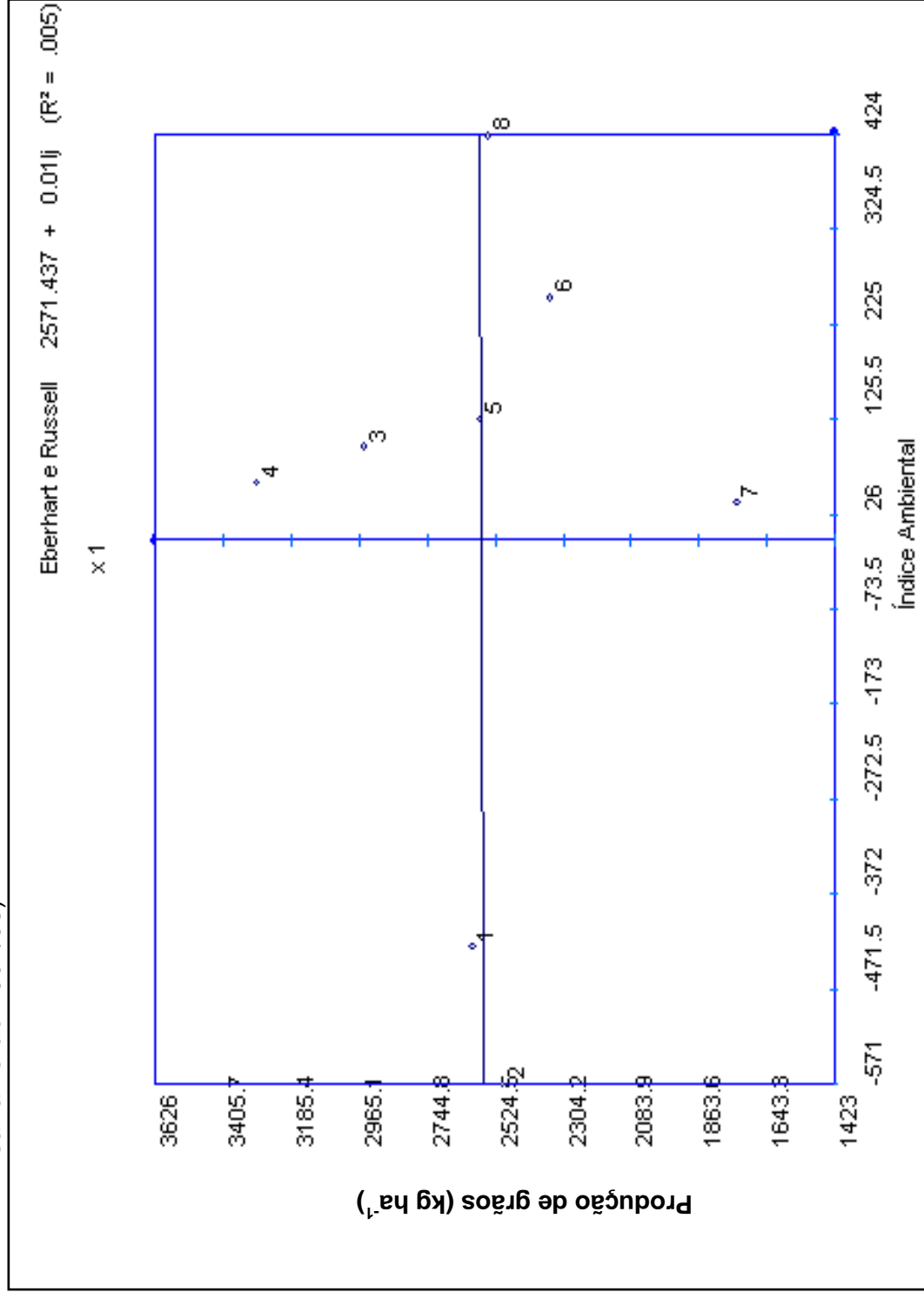
APÊNDICE

Apêndice 1A. Dados de precipitação pluviométrica mensal, temperatura máxima e mínima para as cidades de Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08

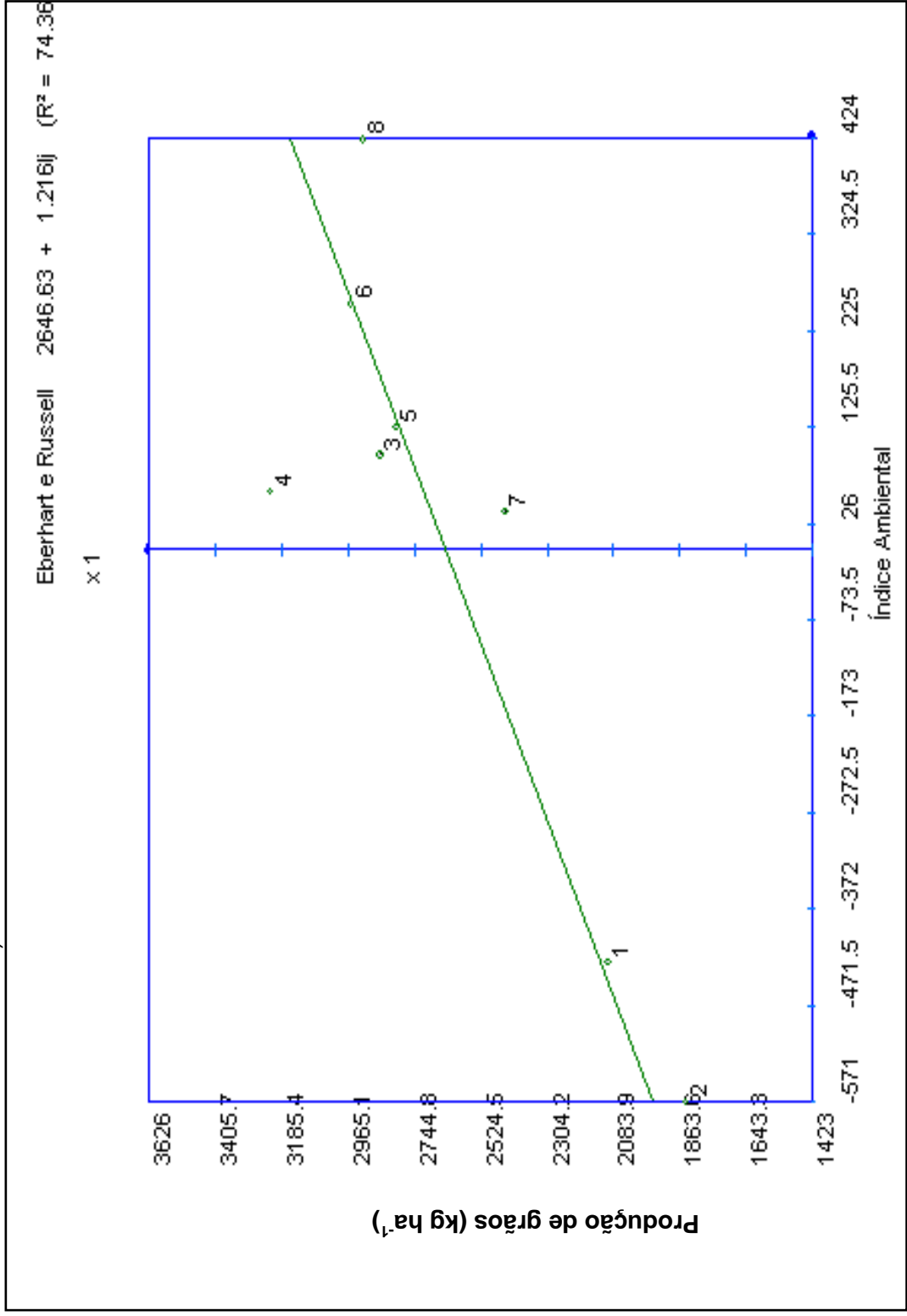
Mês/ano	Barretos - SP			Rolândia - PR		
	Precipitação (mm)	Temperatura máxima (C°)	Temperatura mínima (C°)	Precipitação (mm)	Temperatura máxima (C°)	Temperatura mínima (C°)
Agosto/2007	0,0	35,6	10,0	8,0	31,0	11,0
Setembro/2007	3,1	38,0	12,0	3,0	35,0	10,0
Outubro/2007	60,9	39,0	16,0	84,0	37,0	15,0
Novembro/2007	104,2	35,0	17,0	235,0	35,0	14,0
Dezembro/2007	129,7	37,0	18,0	277,0	37,0	15,0
Janeiro/2008	292,7	35,0	18,0	175,0	34,0	16,0
Fevereiro/2008	162,6	34,0	18,0	136,0	34,0	17,0
Março/2008	192,4	33,0	17,0	232,0	32,0	16,0
Abril/2008	101,5	33,6	12,0	128,0	32,0	15,0
Total	1047,1			1278,0		

Fonte: estações meteorológicas das fazendas experimentais.

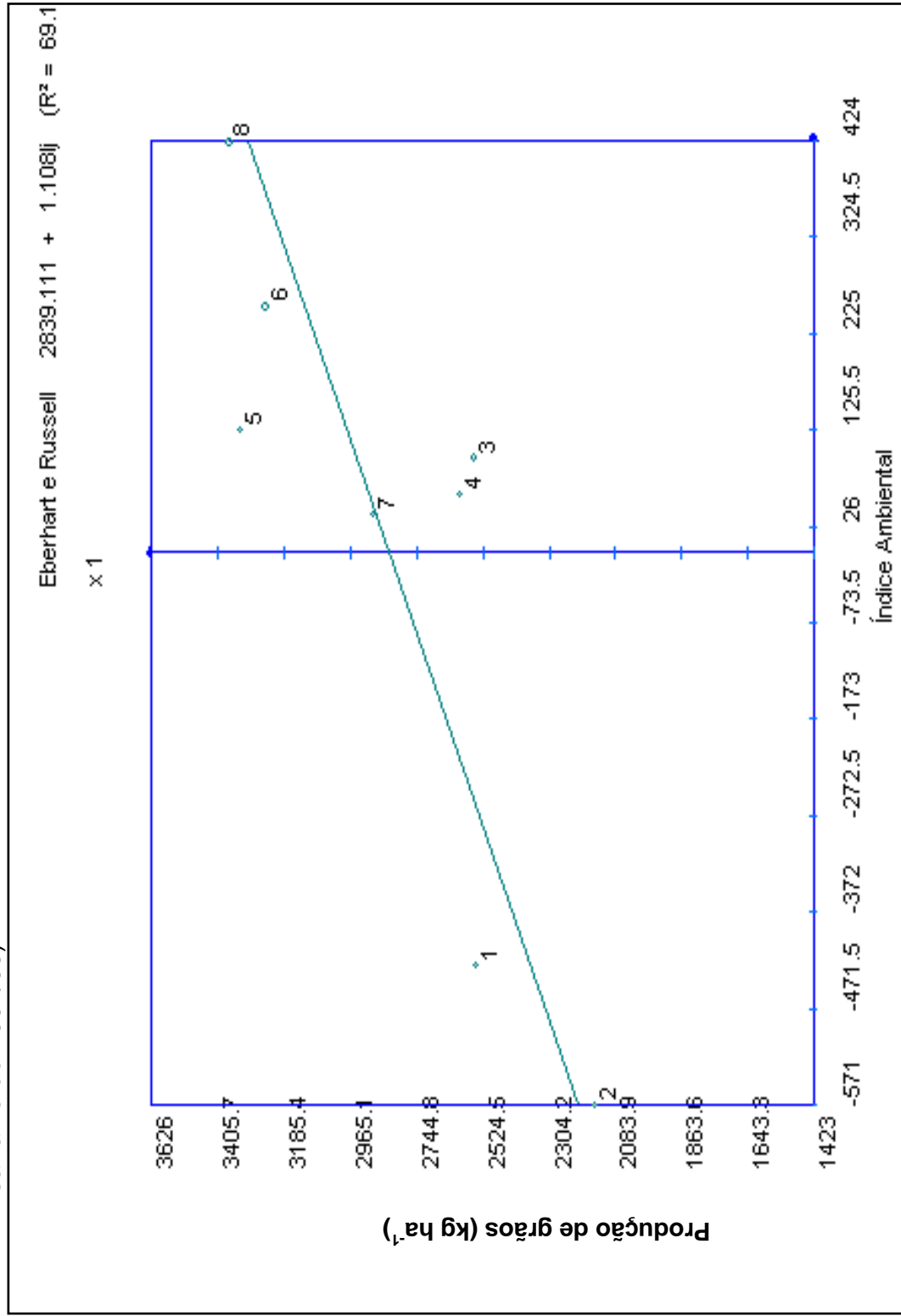
Apêndice 2A. Retas ajustadas da produção de grãos (kg ha⁻¹) da linhagem 1-F de milho, em resposta às variações ambientais, conforme o método de EBERHART & RUSSELL (1966) (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)



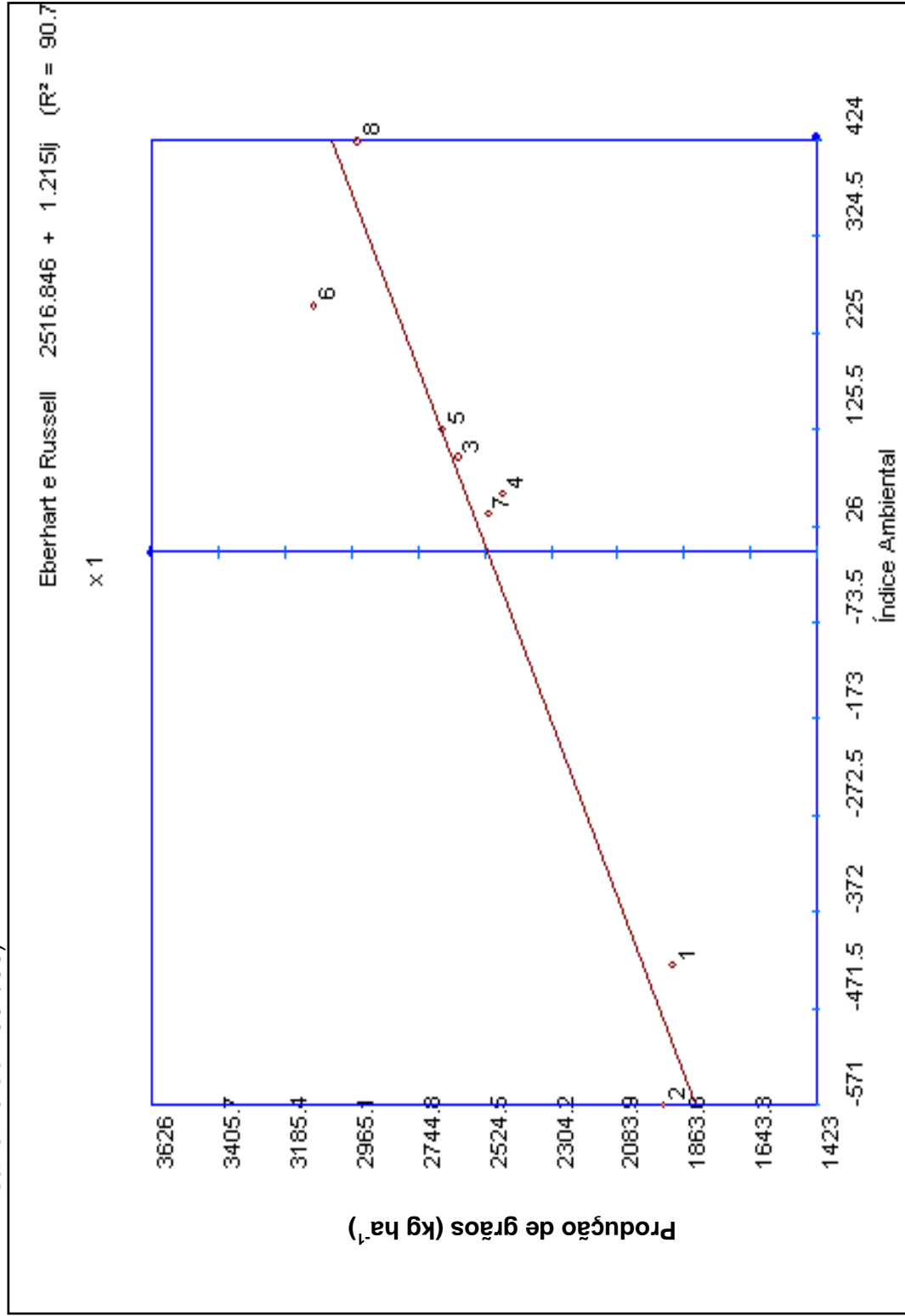
Apêndice 3A. Retas ajustadas da produção de grãos (kg ha⁻¹) da linhagem 2-F de milho, em resposta às variações ambientais, conforme o método de EBERHART & RUSSELL (1966) (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)



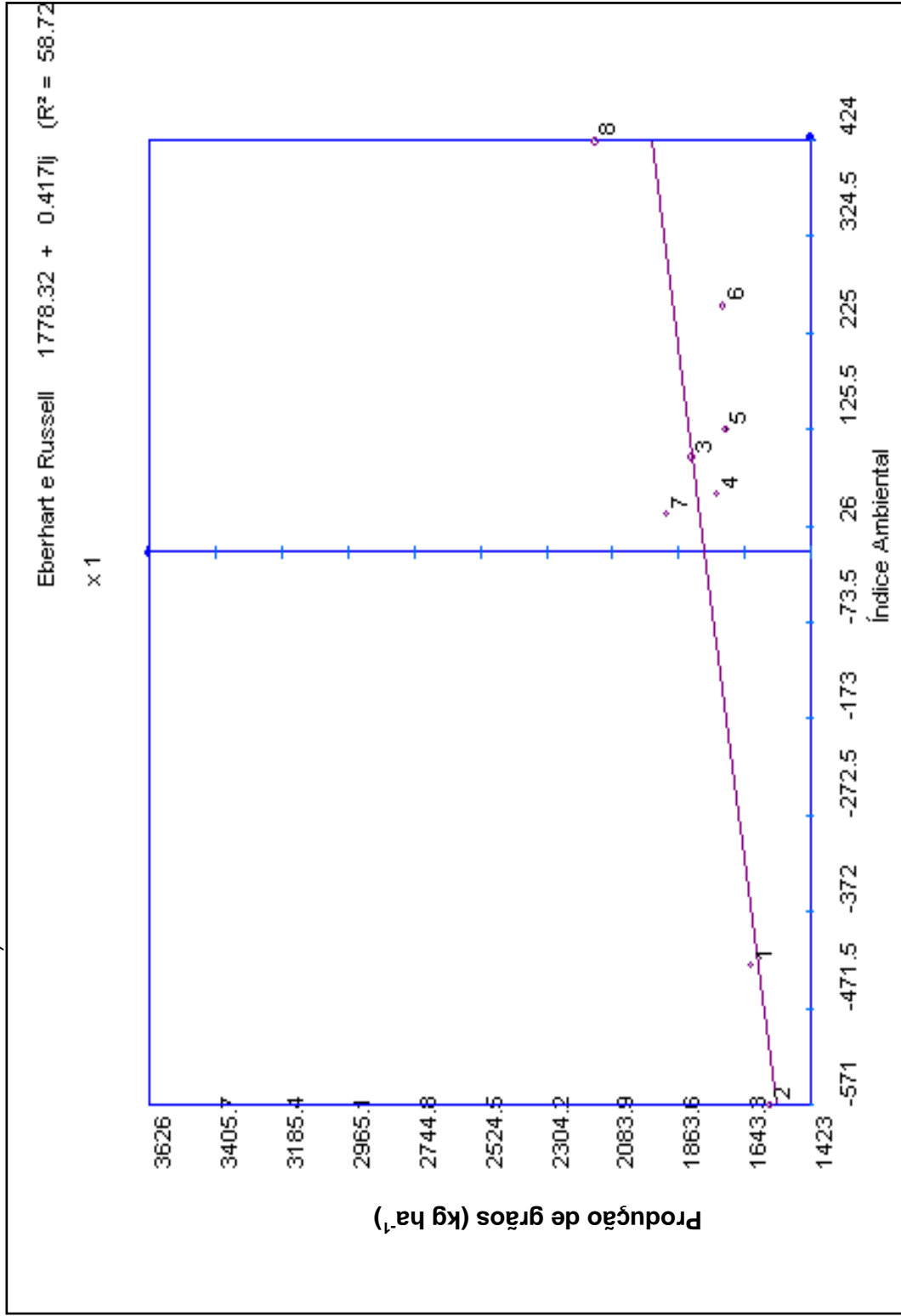
Apêndice 4A. Retas ajustadas da produção de grãos (kg ha^{-1}) da linhagem 3-F de milho, em resposta às variações ambientais, conforme o método de EBERHART & RUSSELL (1966) (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)



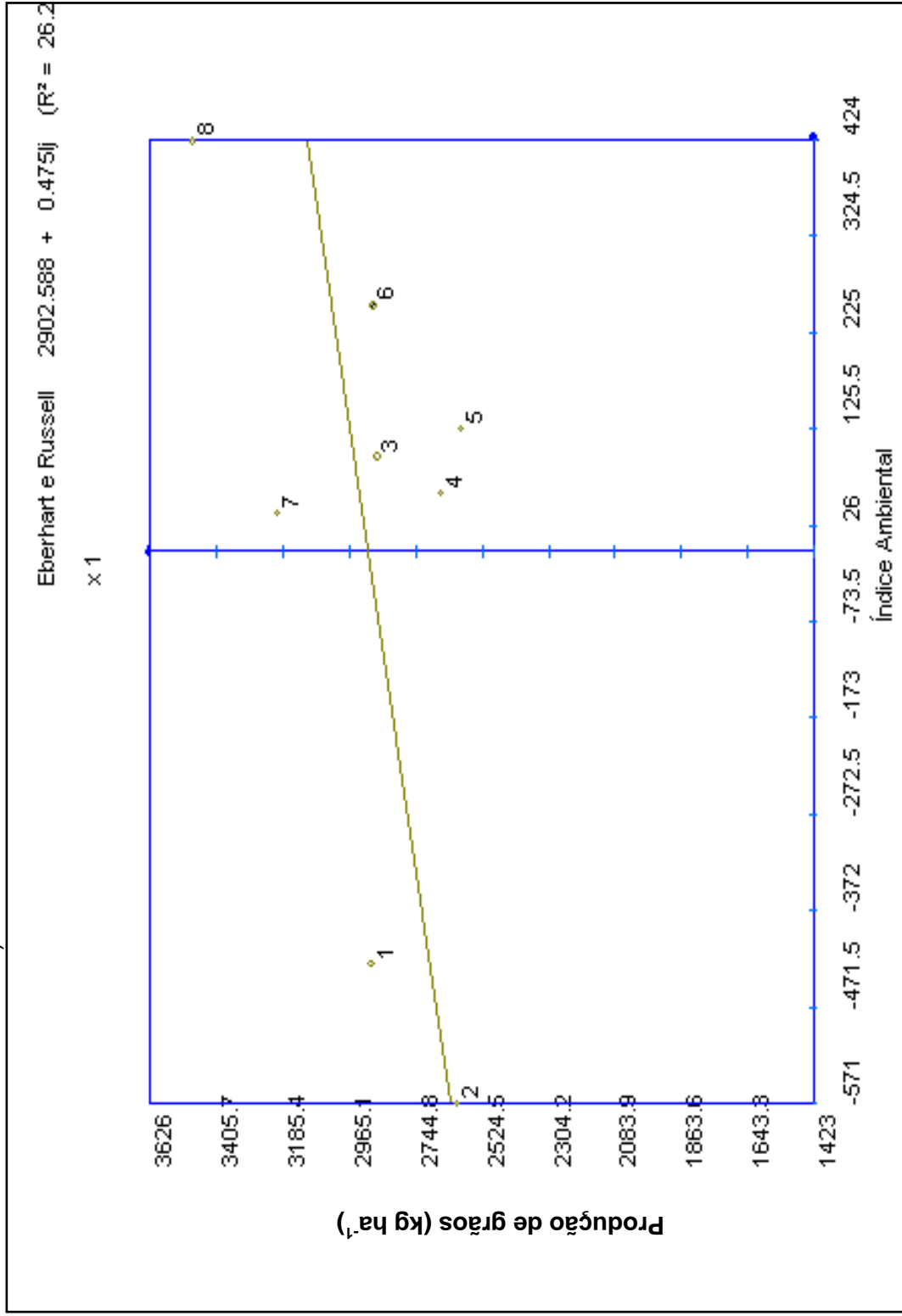
Apêndice 5A. Retas ajustadas da produção de grãos (kg ha^{-1}) da linhagem 4-F de milho, em resposta às variações ambientais, conforme o método de EBERHART & RUSSELL (1966) (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)



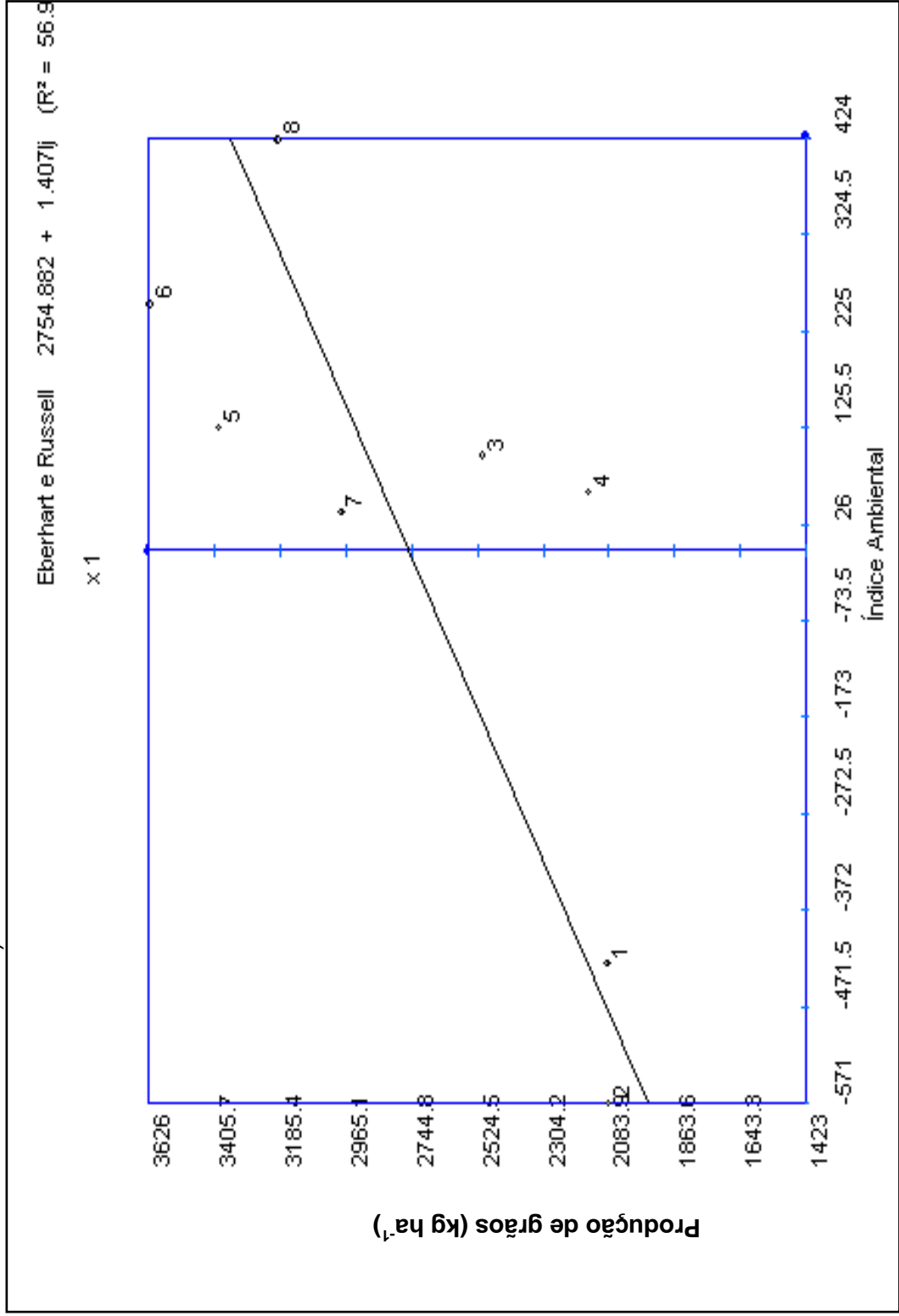
Apêndice 6A. Retas ajustadas da produção de grãos (kg ha⁻¹) da linhagem 5-M de milho, em resposta às variações ambientais, conforme o método de EBERHART & RUSSELL (1966) (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)



Apêndice 7A. Retas ajustadas da produção de grãos (kg ha⁻¹) da linhagem 6-F de milho, em resposta às variações ambientais, conforme o método de EBERHART & RUSSELL (1966) (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)



Apêndice 8A. Retas ajustadas da produção de grãos (kg ha⁻¹) da linhagem 7-M de milho, em resposta às variações ambientais, conforme o método de EBERHART & RUSSELL (1966) (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)



Apêndice 9A. Retas ajustadas da produção de grãos (kg ha⁻¹) da linhagem 8-F de milho, em resposta às variações ambientais, conforme o método de EBERHART & RUSSELL (1966) (Barretos-SP e Rolândia-PR na safra verão 2007/08)

