



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS DE ADAPTABILIDADE E
ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.) EM
DIFERENTES ÉPOCAS E CONDIÇÕES DE CULTIVO**

GILMA ROSA DO NASCIMENTO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA/DF
FEVEREIRO/2016



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS DE ADAPTABILIDADE E
ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.) EM
DIFERENTES ÉPOCAS E CONDIÇÕES DE CULTIVO**

GILMA ROSA DO NASCIMENTO

ORIENTADORA: NARA OLIVEIRA SILVA SOUZA

CO-ORIENTADOR: FÁBIO AKYIOSHI SUINAGA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

PUBLICAÇÃO: 108/2016

BRASÍLIA/DF
FEVEREIRO/2016



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS DE ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE
GENÓTIPOS DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.) EM DIFERENTES ÉPOCAS E
CONDIÇÕES DE CULTIVO

GILMA ROSA DO NASCIMENTO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM AGRONOMIA.

APROVADA POR:

NARA OLIVEIRA SILVA SOUZA (ORIENTADORA), Dr.^a/ Universidade de Brasília/CPF: 033.300.726-36/ Email: narasouza@unb.br

JOSÉ RICARDO PEIXOTO (EXAMINADOR INTERNO) PHD/ Universidade de Brasília/ CPF: 354.356.236-34/ Email: peixoto@unb.br

LEONARDO BOITEUX (EXAMINADOR EXTERNO) Dr./ Embrapa Hortaliças/ CPF: 381.496.721-68/ Email: leonardo.boiteux@embrapa.br

BRASÍLIA/DF, 26 de fevereiro de 2016

ESPAÇO FICHA CATALOGRÁFICA

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

NASCIMENTO, G. R. Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de genótipos de alface (*Lactuca sativa* L.) em diferentes épocas e condições de cultivo. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2016, 61 p. Dissertação de Mestrado.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: GILMA ROSA DO NASCIMENTO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS DE ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.) EM DIFERENTES ÉPOCAS E CONDIÇÕES DE CULTIVO.

GRAU: MESTRE ANO: 2016

É concedida à Universidade de Brasília de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

Nome: Gilma Rosa do Nascimento

CPF: 641878026-49

Email:gilmarosanascimento@hotmail.com

Agradeço:

À **Deus** por tudo:

Pela estrutura resistente com eixo principal forte; na pessoa de minha mãe **Dorma Maria Rosa**
Pelas irmãs **Gilda e Gircélia** que sempre estão comigo desde os primeiros passos nessa longa caminhada.

Por meus irmãos: **Gerson, Geraldo e Gilberto**, não somente pela atuação precisa e imediata como pela grande certeza que me veio de que não estava só.

Pela orientação da professora **Nara Souza** que sem ela nada seria possível.

Pelo co-orientador Doutor **Fábio Suinaga** que dividiu comigo conhecimentos, sendo único, toda uma escola.

Pelos amigos (a): **Danielle, Shara, Fabio Pedro (Biô), Flivia** que agiram como irmãos.

Pelos novos amigos adquiridos durante a execução do experimento na Embrapa Hortaliças: **Mourão, Wilson, Sr. João (John), Edivaldo, Jaiza, Adejá, Ataide, Maria** e todos os outros que compartilharam comigo dia a dia deste experimento.

Pela forte presença do Dr. **Leonardo Boiteux**.

Pela presença do meu grande mestre Prof. Dr. **José Ricardo Peixoto**.

À **UnB**, ao **CNPq** por promover condição para o desenvolvimento do projeto, e à **CAPES**, pela concessão de bolsas de estudos.

Dedico:

A minha muito amada mãe, irmãos e sobrinhos

A Norley Rosa

A Sumeire Aparecida Brandão, (in memorian)

RESUMO

Vários cultivares de alface são exigentes quanto ao ambiente, são sensíveis à temperatura, as chuvas e ao fotoperíodo, esses fatores ambientais alteram a qualidade final do produto, inviabilizando a comercialização, por perderem vigor, turgescência, e outros fatores desejáveis para uma boa aparência. Os experimentos foram conduzidos em campo com manejo convencional e orgânico na Embrapa Hortaliças no DF para avaliar cultivares de alface dos tipos Americana (Crisphead lettuce), Angelina, Lagunna, Laurel, Lucy Brown, Silvana, Tainá, TPC 18614; do tipo crespa (Leaf lettuce), CNPH 5060, Deisy, Lavinia, Malice, Milena, Solaris, Vanda e Veneranda, em três épocas de plantio. Foram delineamentos em blocos casualizados com quatro repetições com plantios realizados com dista de aproximadamente 20 dias, no período de abril a agosto de 2015, com ciclo de 50 dias após o transplante. Época 1: semeadura 27/04/2015, transplante 26/05/2015; época 2: semeadura 18/05/2015, transplante 19/06/2015; época 3: semeadura 08/06/2015, transplante 10/07/2015. A produção média de massa fresca (g/planta) dos genótipos do tipo americana, nos tipos de cultivo convencional foi de 601,10 g/planta e de 581,67g/planta no cultivo orgânico. E no tipo crespa foi de 526,84 g/planta no convencional e de 551,56 g/planta no orgânico. Considerando todos os ambientes o genótipo que mais se sobressaiu foi Tainá. Analisando numericamente os genótipos, percebe-se que o genótipo Deisy apresenta maior média. No cultivo convencional, o genótipo com maior média, considerando os valores numéricos, foi Lagunna. Já no orgânico, foi a Laurel. O teste de médias, as cultivares com valores maiores foram Laguna e Tainá, tanto no cultivo convencional quanto no orgânico. Entre os tipos de alfaces comercializados foram positivos apenas os ambientes 1 e 6, ou seja, época 1 convencional e época 3 orgânico. Já para crespa, foram positivos os ambientes 4, 5 e 6. Índices positivos são considerados favoráveis ao cultivo. Já para as condições específicas destaca Laurel para condição desfavorável e Bálamo para condição favorável. No tipo crespa, Milena e Vanda apresentaram adaptabilidade geral. Para as condições específicas, verifica-se CNPH 5060 para condição favorável e Deisy para condição desfavorável. Nenhum dos genótipos testados apresentou comportamento ideal, nas três épocas avaliadas, segundo metodologia de Hebehart e Russel, (1966), metodologia de Cruz et al, (1989) e metodologia proposta por Carneiro (1998). Todos adquirindo bom desempenho em cultivo orgânico e convencional.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L., adaptabilidade, estabilidade

ABSTRAT

Several lettuce cultivars are demanding on the environment, are sensitive to temperature, rainfall and photoperiod, these environmental factors affect the final quality of the product, preventing the marketing, by losing force, swelling, and other desirable factors to look good. The experiments were conducted in the field of conventional and organic management at Embrapa Vegetables in Brasilia City to evaluate lettuce cultivars of American types (Crisphead lettuce), Angelina, Lagunna, Laurel, Lucy Brown, Silvana, Taina, TPC 18614; the crinkly type (Leaf lettuce), CNPH 5060, Deisy, Lavinia, Malice, Milena, Solaris, Vanda and venerable in three growing seasons. They were randomized complete block with four replications with plantations made with dista about 18 days, from April to August 2015, with a cycle of 50 days after transplantation. Season 1: sowing 27.04.2015, 05.26.2015 transplanting; time 2: sowing 05.18.2015, 19.06.2015 transplanting: time 3: sowing 08.06.2015, 10.07.2015 transplanting. The average production of fresh mass (g / plant) genotype of the American type, the types of conventional cultivation was 601.10 g / plant and 581,67g / plant in organic farming, and the curly type was 526.84 g / plant in the conventional and 551.56 g / plant in organic. Considering all environments genotype that most stood out was Taina numerically analyzing the genotypes, Deisy, genotype has a higher average. In conventional farming, the genotype with the highest average considering the numerical values was Lagunna. In the organic, it was Laurel. Considering the mean test, cultivars with higher values were Laguna and Taina, both in conventional farming as the organic. Among the types of lettuce were positive only marketed locations 1 and 6, conventional time 1 to time 3 organic. As for frizzy, it was positive environments 4, 5 and 6, positive indices are considered favorable for cultivation. As for the specific conditions highlights Laurel to unfavorable and balm favorable condition condition. In crisped type, Milena and Vanda had high adaptability. For specific conditions, CNPH 5060 appears to favorable condition and Deisy to unfavorable condition. None of the tested genotypes showed optimal behavior in the three periods evaluated, according to the methodology of Hebehart and Russell (1966), methodology of Cruz et a, (1989) and methodology proposed by Carneiro (1998). All getting good performance in organic and conventional farming.

Keywords: *Lactuca sativa* L., adaptability, stability

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Esquema da análise de variância individual e esperanças de quadrado.	33
Tabela 2 Esquema da análise de variância conjunta e esperanças de quadrado médio.....	34
Tabela 3 Resumo das análises de variância individuais dos ensaios de competição de genótipos de alface dos tipos varietais americana e crespa conduzidos sob os cultivos convencional e orgânico quanto à produção (g/planta). Brasília, DF, 2015.....	42
Tabela 4 Peso médio (g/planta) obtidos nos ensaios de competição de genótipos de alface americana conduzidos sob os cultivos convencional e orgânico. Brasília, DF, 2015.	43
Tabela 5 Peso médio (g/planta) obtidos nos ensaios de competição de genótipos de alface crespa conduzidos sob os cultivos convencional e orgânico. Brasília, DF, 2015.	43
Tabela 6 Resumo da análise de variância conjunta dos ensaios de competição de genótipos de alface dos tipos varietais americana e crespa conduzidos sob os cultivos convencional e orgânico. Brasília, DF, 2015.....	44
Tabela 7 Resumo da análise de variância conjunta com a decomposição da soma de quadrados/ambientes e estimativa da produção (g/planta) (β_{0i}), dos coeficientes de regressão (β_{1i}), desvios da regressão (σ^2_{di}) e de determinação (R^2) de dez genótipos de alface americana avaliadas em seis ambientes, segundo a metodologia de Eberhart & Russell (1966). Brasília, DF, 2015.	48
Tabela 8 Resumo da análise de variância conjunta com a decomposição da soma de quadrados/ambientes e estimativa da produção (g/planta) (β_{0i}), dos coeficientes de regressão (β_{1i}), desvios da regressão (σ^2_{di}) e de determinação (R^2) de oito genótipos de alface crespa avaliadas em cinco ambientes, segundo a metodologia de Eberhart & Russell (1966). Brasília, DF, 2015.	49
Tabela 9 Índices ambientais (I_j) obtidos por cada ambiente avaliado nos ensaios de competição de genótipos de alface americana e crespa. Brasília, DF, 2015.....	49
Tabela 10 Estimativas das médias de produção em g/planta (β_0), dos coeficientes (β_1 e $\beta_1 + \beta_2$), desvios da regressão (σ^2_{di}) e de determinação (R^2) de dez genótipos de alface americana avaliadas em seis ambientes, segundo a metodologia de Cruz et al. (1989). Brasília, DF, 2015.	51
Tabela 11 Estimativas das médias de produção em g/planta (β_0), dos coeficientes (β_1 e $\beta_1 + \beta_2$), desvios da regressão (σ^2_{di}) e de determinação (R^2) de oito genótipos de alface crespa	

avaliadas em cinco ambientes, segundo a metodologia de Cruz et al. (1989). Brasília, DF, 2015.

..... 51

Tabela 12 Produção (g/planta) e estimativas de estabilidade (Pi_g), pela metodologia do trapézio quadrático ponderado pelo CV, segundo metodologia de Lin & Binns (1988) modificada por Carneiro (1998), para os 10 genótipos de alface americana, avaliados em seis ambientes, a partir da decomposição em ambientes favoráveis (Pi_f), desfavoráveis (Pi_d) e suas classificações (Class.). Brasília, DF, 2015. 53

Tabela 13 Produção (g/planta) e estimativas de estabilidade (Pi_g), pela metodologia do trapézio quadrático ponderado pelo CV, segundo metodologia de Lin e Binns (1988) modificada por Carneiro (1998), para os oito genótipos de alface crespa, avaliados em cinco ambientes, a partir da decomposição em ambientes favoráveis (Pi_f), desfavoráveis (Pi_d) e suas classificações (Class.). Brasília, DF, 2015. 53

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Produção de mudas (Embrapa Hortaliças, Brasília-DF).....	30
Figura 2 Ensaio em campo (plantio convencional), Embrapa Hortaliças, Brasília-DF.	32
Figura 3 Ensaio em campo (plantio orgânico), Embrapa Hortaliças, Brasília-DF.....	32
Figura 4 Ilustração da distância de um genótipo qualquer em relação ao cultivar ideal, dada pela diferença de área de trapézios.....	39

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DA ALFACE	15
2.2 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA	16
2.3 TIPOS DE ALFACE	17
2.4 MELHORAMENTO DE ALFACE	18
2.5 ESTRESSES ABIÓTICOS.....	20
2.6 CULTIVOS CONVENCIONAL E ORGÂNICO	21
2.7 INTERAÇÃO: GENÓTIPOS X AMBIENTES	24
2.8 ANÁLISE DE ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE	25
2.9 MÉTODOS DE MODELOS BIOMÉTRICOS	26
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1 LOCALIZAÇÃO EXPERIMENTAL E ÉPOCA.....	29
3.2 GENÓTIPOS	29
3.3 PRODUÇÃO DE MUDAS.....	29
3.4 CONDIÇÕES DE CULTIVO.....	30
3.4.1 Cultivo convencional.....	30
3.4.2 Cultivo orgânico.....	31
3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA	31
3.5.1 Modelo estatístico para análise individual	32
3.5.2 Modelo estatístico para análise conjunta.....	33
3.5.3 Análise de adaptabilidade e estabilidade da produtividade da alface.....	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1 ANÁLISES DE VARIÂNCIA INDIVIDUAIS	40
4.2 ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA	43
4.3 ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DOS GENÓTIPOS.....	45
4.3.1 Método de Eberhart & Russel (1966).....	45
4.3.2 Método de Cruz et al. (1989).....	49
4.3.3 Método do Trapézio quadrático segundo Carneiro (1998).....	51
5. CONCLUSÕES.....	54
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

1. INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das hortaliças folhosas mais produzida e conhecida no mundo, e teve seu desenvolvimento no Brasil a partir de 1960, através do pesquisador Hiroshi Nagai junto a investimentos financeiros do governo federal, na área do melhoramento genético visando tolerância as altas temperaturas, às doenças e adaptadas ao fotoperíodo (Melo & Melo, 2003).

Apresenta muita importância comercial e pelo seu vasto consumo em todo o território nacional, está entre as principais hortaliças, no que se refere à produção, à comercialização e ao valor nutricional (Oliveira et al, 2010).

A produção se restringe às áreas próximas aos centros de comercialização e caracteriza-se pela produção em pequenas propriedades rurais (Boas, 2004), principalmente no cinturão verde das cidades devido a fragilidade das folhas, as quais devem estar sempre frescas, por manter forte apelo visual e necessariamente exibindo máxima turgescência, potencial produtivo, dentro das características descritas a cada tipo cultivado em diferentes regiões.

Originária de países de clima temperado, com temperaturas amenas, enfrenta forte influência do clima quente encontrado no Brasil (Grangeiro et al., 2006), causando quedas na produção, ocasionando aumentos de preços ao consumidor. Para minimizar esses danos, é importante o emprego de cultivares que sejam adaptadas a essas condições.

Os estudos sobre a interação genótipos x ambientes vêm sendo importantes no desenvolvimento de novas cultivares, não somente olerícolas como também, cereais, fruteiras, espécies florestais, entre outras. No caso da alface, mesmo na literatura mundial, são poucas pesquisas sobre a interação genótipos x ambientes, sendo que pouco estudo tem contribuído para que sejam tomadas decisões, acerca da utilização de cultivares em ambientes específicos (Gualberto et al., 2009).

A avaliação de genótipos em diferentes ambientes permite estimar parâmetros genéticos estatísticos que visam quantificar a interação genéticos x ambientes presente na expressão fenotípica de cada tipo. Tais estimativas são úteis para aumentar a eficiência da seleção (Rossmann, 2001).

A necessidade de se obter variedades, dos vários grupos de alface, as que melhor se adaptam as diferentes condições climáticas, mantendo um bom desempenho, e boa adaptabilidade aos ecossistemas do território brasileiro, como também na região central, no

Distrito Federal, incentivou trabalhos realizados por Suinaga (2013a), na Embrapa Hortaliças, por Diamante, (2013) na UFC e outros pesquisadores em diversas universidades.

Esses estudos são imprescindíveis para os produtores dessa hortaliça, na busca por variedades de alfaces adaptadas às condições ambientais e que atendam a preferência do consumidor. A existência da interação genótipos x ambientes pode ser verificada com as avaliações dos genótipos em diferentes épocas de plantio e em diferentes condições de cultivo.

Atualmente, existem pelo menos quatro sistemas produtivos de alface no Brasil: o cultivo convencional e o sistema orgânico em campo aberto; o cultivo protegido no sistema hidropônico e no solo (Filgueira, 2005; Resende et al., 2007). Os quatro sistemas diferem entre si em vários aspectos de manejo da cultura e também no manuseio pós-colheita. Além disso, é de grande importância que tenha a indicação de genótipos para cada um desses tipos de cultivo, uma vez que existe o efeito da interação genótipos x ambientes.

O objetivo deste trabalho foi estudar diferentes métodos, para a obtenção dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de genótipos de alface dos tipos varietais, americana e crespa, através do desempenho produtivo em diferentes épocas sob dois tipos de cultivo, tradicional e orgânico para as condições do Distrito Federal.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DA ALFACE

Conhecida popularmente, a alface se tornou a hortaliça mais apreciada na culinária do mundo todo, sendo produzida apenas no Brasil, área: 35.000 ha (Costa & Sala, 2005), com produção anual de 525.602t no Brasil e 15.437t em Brasília (IBGE, 2006). Volume comercializado empregando aproximadamente cinco pessoas/ha; na agricultura familiar e em pequenas propriedades (Costa & Sala, 2005). De acordo com dados da Embrapa Hortaliças, existem 66.301 propriedades rurais produzindo alface comercialmente, na região Centro-Oeste, os maiores produtores são os municípios de Goiânia, Anápolis e a região do Entorno de Brasília, chamada cinturão verde, foram comercializados 163.065 kg de alface no Distrito Federal.

A composição química da alface contém: água 94%, valor calórico 18 kcal, proteínas 1,3%, lipídeos 0,3g, carboidratos totais 3,5g, fibra 0,7g, cálcio 68mg, fosforo 27mg, ferro 1,4mg, potássio 24mg, também vitaminas e ácidos orgânicos variando a porcentagem de acordo com a cultivar (Magalhães, 2006). Possui grande importância alimentar, sendo fonte de vitaminas e sais minerais (Santi et al., 2010), além de flavonoides e lactucina (Chitarra & Chitarra, 2005).

Possui também forte apelo medicinal, isso tem refletido nos pontos de plantio, com exigências por regularidade e qualidade do produto ofertado, obrigando o produtor a se adequar às modernas técnicas de plantio, com mão-de-obra especializada (Santi et al, 2010), evidenciando a importância da integração dos programas de melhoramento de alface com as necessidades requeridas pelo mercado consumidor (Suinaga et al., 2014b).

Vários pesquisadores classificam a alface (*Lactuca sativa* L.) como a hortaliça folhosa mais conhecida mundialmente e Chung et al. (2007) e Sousa et al. (2007), como a de maior importância econômica.

Segundo Pereira & Machado (1987), para fazer uma análise da produção econômica final de uma cultura deve considerar a relação planta- ambiente, e compreender as interações nela proposta. Somente assim, citou Hunt (1978), o pesquisador poderá obter comparações significativas e detalhadas para análises de crescimento da planta se desenvolvendo em condições naturais, seminaturais ou plantio protegido. Logo a agricultura tem sofrido fortes alterações, para atender a demanda, minimizar os impactos ambientais, trazer lucros, e benefícios sociais, favorecendo a preservação do homem no campo (Boas et al., 2004).

Oliveira et al (2004), relatou o aumento da produção, a cada ano novas cultivares são lançadas no mercado, entretanto, muitas não estão em condições de ser produzidas em qualquer local, seja em campo como em plantio protegido, limitando a produtividade em determinadas regiões e épocas por não haver disponíveis genótipos melhorados, que agregam características necessárias às demandas do mercado, que possuam uniformidade de cabeça e tolerância ao pendoamento precoce.

2.2. CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA

O gênero compreende cerca de 100 espécies conhecidas, sendo que a atual *Lactuca sativa* L., é considerada descendente da *Lactuca serriola* (espécie de planta espontânea) como várias do gênero. Ainda não está exatamente claro quais as espécies estavam envolvidas no processo de evolução que deu origem a alface moderna, porém é certo que *Lactuca serriola* é um dos ancestrais direto, entre eles apenas quatro possuem compatibilidade e podem ser cruzadas por métodos de hibridação convencional, formando o grupo mais importante para o melhoramento (Mou, 2008). Estão inclusos a *Lactuca sativa* L., *Lactuca serriola* L., *Lactuca saligna* L., *Lactuca virosa* L., são diploides auto fertilizado com $2n = 2x = 18$ cromossomos.

Lactuca serriola, alface selvagem, é a mais comum e encontrada em todos os continentes onde a alface é cultivada, sendo utilizada como fonte de valiosos genes, principalmente os de resistência a doenças.

Lactuca saligna é encontrada principalmente na Europa e na Ásia ocidental e central, encontrada também na América do Norte, na América central e Austrália

Lactuca virosa é encontrada na Europa ocidental e Norte da África, possui forte tendência para formar roseta. Essa espécie tem sido utilizada como fonte de resistência a doenças (Mou, 2008).

A alface cultivada, *Lactuca sativa* L., família das *Asteraceas*, do gênero *Lactuceae*. Trata-se de uma planta autógama, monoica, herbácea anual ou perene, raiz superficial, pouco ramificada podendo sofrer alterações de acordo com as técnicas de manejo empregadas e as condições do solo, temperatura, luminosidade. As folhas que são as partes comercializadas podem ser lisas ou repicadas, crocantes ou macias, verdes claras, escuras e rosadas, (com mais e com menos antocianinas) em diversas conformações, algumas formam cabeça, outras se dispõem em rosetas, podendo ser redonda, lanceolada, em forma oblonga, e outras. Os caules são geralmente curtos na fase vegetativa, medindo aproximadamente 30 mm, podendo alcançar mais de um metro na fase reprodutiva, quando o caule se desenvolve formando uma haste com

flores dispostas de forma alternada, onde se inicia a produção de sementes. As flores são formadas em uma panícula densa composta por vários capítulos, cada um composto por muitas flores pequenas, amarelas, chamadas perfeitas, o número de florzinha varia de 12 a 20, como pode ser pequeno, entre sete e oito (Mou, 2008).

Esse conjunto de estruturas é chamado de verticilos florais, são formadas através de folhas modificadas com função de reprodução (Filgueira, 2003). Presas a um ramo denominado pedicelo com as estruturas divididas em gineceu, parte feminina formada por carpelos ou megasporófilos onde são formados os óvulos e o androceu que é a parte masculina composta por um conjunto de estames ou microsporófilos, onde são formados os grãos de pólen (Blanco et al. 1997).

2.3. TIPOS DE ALFACE

Existe grande diversidade entre as cultivares de alfaces disponíveis que são classificadas basicamente pelas características apresentadas; formato da folha, tamanho e coloração das plantas (Suinaga et. al., 2013b). Segundo Ryder (1999), existem seis tipos de alface: americana (crisphead), aspargo ou caule (stem), crespa (leaf), lisa (butterhead), romana (cos) e oleaginosa (oilseed).

As primeiras cultivares introduzidas no Brasil, com boa produtividade foram alfaces do tipo lisa que durante um longo período se manteve à frente da preferência da população, são as cultivares lisas provenientes dos USA, do tipo repolhuda (Costa & Sala, 2005).

Em seguida os cultivares do tipo crespa, verde claro, borda desuniforme, em roseta, tem tido a preferência dos produtores, por possuir vantagens no transporte e comercialização, apesar do mercado de produção de sementes de hortaliças, com modernas técnicas de produção vir se inovando a cada ano (Costa & Sala, 2005). Com participação efetiva de 65% do mercado, seguidas as variedades americana e lisa detendo 20% e 10% respectivamente, as romanas, roxas, extra frizz e outras dividem a participação de 5% (Suinaga et al., 2013a).

Com surgimento de novas variedades sempre com vantagens principalmente ao que se refere à resistência a doenças e pragas, pois quanto à duração do ciclo produtivo sofre severas alterações dependendo do ambiente e a cultivar escolhida, podendo variar de 45 a 70 dias para o ponto de comercialização (Sala & Costa, 2012).

Do grupo das americanas foi lançado a partir de 1993, em programa de melhoramento internacional, com um comportamento favorável, a cultivar Lucy Brown apresentando boa adaptabilidade no verão. Entre tantas limitações enfrentadas pelos melhoristas e produtores no

referente ao cultivo da alface americana, as temperaturas elevadas inibindo a formação da cabeça foi o grande desafio a ser superado (Sala, 2011).

Esse tipo americano também chamada de iceberg, produz uma cabeça compacta, esférica, e quando cultivadas em campo as primeiras folhas são longas formadas em roseta, as folhas que seguem são amplas, e a partir da decima, sofre alterações na forma e começa a sobrepor umas às outras, na formação da cabeça. No interior do bojo já formado, novas folhas continuam a emergir fazendo o preenchimento, tornando as cabeças firmes e bem compactas. Ainda para esse grupo há também o tipo Batávia, com menores cabeças, menos compactas e com sabor suave (Mou, 2008).

Stem, também chamado de alface aspargo ou caule, são cultivadas principalmente para se consumir a haste ereta (4-10 cm de diâmetro), alcançando aproximadamente 50-60 cm de comprimento (Mou, 2008).

A alface do tipo romana possui folha alongada e vertical, com nervuras claras, levemente fibrosa com um sabor marcante.

A oleaginosa é um tipo selvagem, utilizado somente a semente para extração de óleo comestível (Mou, 2008).

Pesquisas realizadas em diversas situações têm demonstrado um comportamento diversificado. Assim a escolha do cultivar a ser plantado em determinada região é decisiva para o sucesso do sistema de cultivo, seja convencional ou orgânico (Domingos Neto, 2014). Esse avanço somente foi possível devido a contribuição dos programas de melhoramento genético de alface (Suinaga et al., 2014).

2.4. MELHORAMENTO DE ALFACE

O melhoramento inicia-se pela seleção fenotípica de dois ou mais progenitores que são escolhidos por apresentar características de interesse agrônômico, que haja divergências genéticas entre si, e alto grau de compatibilidade (Borém & Miranda, 2009).

Os principais métodos de seleção adotados no melhoramento de alface são: método genealógico, retrocruzamento, seleção massal e SSD ou DUS (descendente de única semente). A tentativa de produzir híbridos F₁ comercialmente não teve êxito, pois o pólen da alface é pegajoso e pesado, não são conduzidos com facilidade pelo vento, possui poucos insetos polinizadores e os trabalhos manuais não são eficientes na produção de grandes números de sementes (Mou, 2008).

O método genealógico é comumente utilizado para combinar caracteres de interesse utilizando dois ou mais genitores, e para eliminar traços indesejáveis dos pais (Mou, 2008).

O retrocruzamento é mais utilizado quando o objetivo é a introdução de um gene específico de um doador (pai), para outro recorrente (pai), as plantas selecionadas a cada geração deve possuir o gene transferido semelhante ao progenitor recorrente, podendo se valer de marcadores moleculares ligado ao gene desejado (Mou, 2008).

A seleção massal pode ser utilizada para produzir variantes consideradas novas, embora sejam semelhantes às do cultivar inicial (Mou, 2008).

O método SSD, Consiste em avançar as gerações segregantes, tomando uma única semente de cada indivíduo, já a partir da geração F₂, para obter a geração seguinte, dessa forma, cada linhagem corresponde a uma planta F₂ diferente e, portanto, reduz-se a perda devido à amostragem deficiente (Allard, 1960).

O pesquisador Hiroshi Nagai, iniciou as pesquisas visando o melhoramento genético das alfaces no ano de 1968, com o objetivo de se obter cultivares do tipo manteiga resistentes ao vírus-do-mosaico da alface e ao calor, surgindo em 1973 a série 'Brasil 48'. Designadas Brasil 202, Brasil 221, Brasil 303 e Brasil 311 tiveram o mesmo sucesso como suas versões comerciais (Sala, 2011).

Na década de 1990, o pesquisador deu ênfase à Série Brasil 500, com o objetivo de se obter cultivares de folhas crespas e resistentes ao mosaico-da-alface, ao vira-cabeça e ao calor. Em seguida à serie Brasil 600, são linhagens desenvolvidas através do cruzamento entre os cultivares e PI 342517, do tipo manteiga resistente ao vírus do vira cabeça (TSWV), com a cultivar Regina, com fortes características de adaptação ao calor (Sala, 2011).

Desenvolvida pelo Dr. Cyro Paulino da Costa na USP-ESALQ. 'Regina' mudou o padrão de alface lisa repolhuda para o tipo sem cabeça com boa produção durante todo o ano. Permitiu ampliar o período de cultivo da alface no verão onde as condições climáticas limitavam seu cultivo. Sua arquitetura de planta aberta e sem formação de cabeça possibilitou a ampliação de seu cultivo em muitas regiões por não permitir acúmulo de água nas folhas e conseqüentemente, reduzindo suas perdas (Sala, 2011).

Esse cultivar abriu portas para o desenvolvimento de novas culturas nacionais, reduzindo as exportações da Europa e dos EUA, Regina, foi uma importante contribuição da pesquisa pública no desenvolvimento de novas cultivares para a alfacicultura brasileira sendo uma das últimas cultivares de alface liberadas pela pesquisa pública no país (Costa & Sala,

2005). Nos anos subsequentes, foram surgindo outras cultivares resistentes a doenças e ao calor (Melo & Melo, 2003).

Por volta de 1980 foram lançadas as principais cultivares de alface desenvolvidos pelos programas de melhoramento da ESALQ e do IAC, consubstanciadas pelas séries Regina e Brasil (Nagai, 1998). Atualmente vários pesquisadores em grandes centros de pesquisa buscam selecionar genótipos resistentes ao calor (Suinaga et al., 2013b), resistentes a doenças (Chung et al., 2007), com bom desenvolvimento nas condições de inverno (Yuri et al., 2004a), que possuam alto desempenho sob ambiente protegido (Figueiredo et al., 2004) e campo (Yuri et al., 2004b).

2.5. ESTRESSES ABIÓTICOS

Em alfaces (*Lactuca sativa* L.), altas temperaturas causam o aceleração dos processos bioquímicos a estágios indesejáveis a produção agrícola (Filgueira, 2003), impedindo que a cultura expresse todo o seu potencial genético (Grangeiro et al., 2006). O aumento da temperatura de solo causa estresse à planta, acelera o metabolismo, dificulta a absorção de nutrientes e retarda o desenvolvimento radicular (Santos et al., 2010).

A temperatura ótima para a produção de folhas de alface é entre 12 e 22°C (Suinaga et al., 2013b). Sem as condições adequadas às reações bioquímicas sofrem alterações que podem antecipar cessar e até mesmo acelerar o metabolismo das plantas (Cruz, 2005). Esse fator ambiental altera todo desenvolvimento, atuando na germinação da semente, afetando a dormência e a viabilidade. (Filgueira, 2003).

Segundo Bezerra Neto et al. (2005), a fase reprodutiva da planta tem início quando a planta atinge a máxima turgescência na folha. Em altas temperaturas a alface acelera a fase vegetativa, com a emissão do pendão floral causando alterações na textura, produzindo látex e tornando o sabor amargo (Mou, 2008).

Este estímulo ao pendoamento induz o alongamento do caule, reduz a produção de folhas, impede a formação da cabeça, antecipando o ciclo reprodutivo (Luz et al., 2009). Quando superior a 20°C, vai se tornando mais intenso à medida que a temperatura se eleva (Croda et al., 2008), causando uma colheita antecipada, com plantas fora do padrão comercial, de baixa produção e pouco valor.

A ausência de algum micronutrientes necessário ao desenvolvimento, pode provocar distúrbios fisiológicos nas plantas, que se manifestam na forma de murcha excessiva nas horas

mais quentes do dia, queima das bordas das folhas, chamada de tipburn, causando perdas na produtividade da cultura (Huett, 1994).

O fotoperíodo é outro fator que afeta o desenvolvimento da cultura, algumas espécies são exigentes quanto ao comprimento da faixa de luminosidade, sendo menos afetadas em dias curtos durante a fase vegetativa, onde se espera melhor aspecto e vigor nas folhas que são as partes comercializadas da cultura (Souza et al., 2008).

As alfaces não toleram solos ácidos exigindo um pH de 6,0 a 6,8 para boa produção, pois possui raízes com exploração nas camadas superficiais de aproximadamente 20 a 25 cm, por isso a demanda da cultura é por solos drenados, calados e convenientemente adubados. No caso das *Asteraceas*, a adubação orgânica com aplicação de esterco de curral é favorável quando economicamente viável, ao contrário a utilização da adubação organo-química, do ponto de vista econômico torna-se indispensável aplicadas no sulco ou a lanço (Malavolta, 1989).

Em relação às altas temperaturas, existe uma série de dificuldades ao cultivo dessa hortaliça nas condições brasileiras, principalmente a baixa tolerância as condições ambientais, apesar de estar inseridas em um sistema produtivo bem estabelecido (Suinaga, et al, 2013b).

Assim, estudos preliminares referentes à adequação de manejo das culturas às condições regionais devem ser as primeiras considerações a se fazer para o sucesso do cultivo (Gomes, et. al., 2005). Considerações essas, responsáveis por 50% do desenvolvimento de espécies cultivadas nos últimos anos, os outros 50% são exclusivamente do melhoramento genético vegetal (Fehr, 1987), utilizado como fator de grande importância para alavancar o desenvolvimento agrícola mundial (Yuri et al. 2004a).

2.6. CULTIVOS CONVENCIONAL E ORGÂNICO

No Brasil, a cultura da alface pode ser cultivada de diversas formas, tais como, o cultivo convencional e o sistema orgânico em campo aberto; o cultivo protegido no sistema hidropônico e no solo (Filgueira, 2005; Resende et al., 2007). Esses quatro sistemas diferem entre si em vários aspectos de manejo da cultura e também no manuseio pós-colheita.

O cultivo de alface a campo no sistema tradicional é o mais importante em termos de área e de produção, concentrando-se geralmente perto dos grandes centros urbanos. Há produtores especializados no cultivo de folhosas que produzem alface de forma contínua na mesma área durante o ano, com ou sem rotação de culturas, e também pequenos produtores que possuem apenas alguns canteiros de alface juntamente com outras espécies de hortaliças. O

custo da alface em cultivo tradicional é relativamente baixo quando comparado com outras hortaliças, como o tomate, o pimentão e o pepino híbrido (Henz & Suinaga, 2009).

Em campo, a alface pode ser cultivada diretamente nos canteiros ou com “mulching”, técnicas de cobertura de solo. As aplicações de “mulching” com coberturas de solo opacas à luz solar com diferentes reflectâncias (preto, branco, aluminizado) visam, entre outros aspectos, diminuir a competição com plantas invasoras, propiciar um microclima mais favorável ao desenvolvimento da cultura e evitar o contato direto das folhas com o solo. Dentre as formas frequentemente utilizadas de “mulching” estão as coberturas com plástico preto e com cobertura morta ou palhada. As amplitudes térmicas tendem a ser menores sob solo nu, enquanto as temperaturas médias para as plantas podem ser em média maiores ou menores dependendo das propriedades físicas do “mulching” (Henz & Suinaga, 2009).

A alface também é cultivada a campo aberto no sistema orgânico, seguindo os preceitos básicos de uso de adubação orgânica, como compostos e adubos verdes, e manejo de doenças, insetos, artrópodes e plantas espontâneas de acordo com as normas preconizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) ou de certificadoras (Resende et al., 2007). O acompanhamento da produção e a auditoria pelas certificadoras são importantes ferramentas que garantem a origem e a qualidade dos produtos orgânicos, inclusive com um selo e rastreabilidade.

Os programas de melhoramento desenvolvidos por instituições de pesquisa, empresas privadas, algumas multinacionais buscam obter cultivares adaptadas as diferentes condições de cultivo. No Brasil uma grande parte da alface produzida vem de campo aberto convencional, apesar das limitações da cultura, da dificuldade de produzir no verão e dos danos causados por doenças e por ataque de pragas (Sala & Costa, 2012).

Por todo o mundo há coleções de germoplasma de alface, e os mais importantes com mais de 500 espécies são Institute of Plants Genetic and Plant Research, na Alemanha e Centre para recursos genéticos, nos Países Baixos, Vavilov Institute of Industria Flora, na Rússia; USDA Departamento de Agricultura dos EUA; Ocidental Introdução Station Planta Regional, nos EUA e Instituto de colheita de germoplasma Resources, na China (Mou, 2008).

As alfices mais conhecidas e consumidas são as crespas e as lisas, muitas delas foram melhoradas para o cultivo de verão ou adaptadas para regiões tropicais, com temperaturas e pluviosidade elevadas (Resende et al. 2007).

Para se alcançar o sucesso no cultivo de hortaliças é imprescindível a utilização de sementes selecionadas, e mudas de qualidade para redução de perdas, garantindo um produto

competitivo, adaptado e produtivo, para isso a pesquisa busca trazer ao produtor informações que torne sua atividade segura e estável (Bezerra, 2003). Favorecendo a modernização do setor através do lançamento de novas cultivares e modernas técnicas de cultivo, transporte, possibilitando maior qualidade, e produtividade (Sala & Costa, 2012).

A produção agrícola em campo convencional é fundamentada na produtividade, caracteriza-se pelo cultivo intenso a céu aberto, com o auxílio de irrigação (Leite, 2006), com adubação em solo, foliar, e a utilização constante de insumos químicos, para promover resultados rápidos e lucrativos (Souza, 2005).

A agricultura orgânica, propõe a utilização de recursos naturais, sem aditivos externos, agregando valores ao produto quando comercializado, gerando uma fonte de renda ao pequeno produtor com desenvolvimento sustentável e de forma holística, (Souza, 2001). Agir de forma sustentável é estudar, planejar e implementar atitudes pensando no hoje e no amanhã.

A temperatura ótima de uma cultura ou cultivar estimula reações metabólicas, utilizadas para fazer o planejamento da época adequada ao plantio, como também os aspectos qualitativos e quantitativos (Cruz & Regazzi, 1997). Modelos biométricos para avaliar a estabilidade e adaptabilidade dos genótipos comercializados possibilita a escolha da melhor cultura a ser produzida em determinada região (Cruz e Carneiro, 2006). A adubação é outro fator fortemente relacionado ao cultivo de alface, sendo observado respostas significativas a adubos orgânicos, quanto nitrogenada (Kiehl, 1985).

A adubação orgânica segundo Silva et al. (2011), produz plantas com características qualitativas superiores, aumenta a produção e melhora a qualidade nutricional da alface. E a adubação mineral segundo Oliveira et al. (2010), promove uma redução na atividade biológica do solo podendo afetar o desempenho produtivo das hortaliças folhosas que respondem muito bem à adubação orgânica e a utilização de adubos minerais.

O potencial produtivo de um genótipo é a manifestação da adaptabilidade, e depende da interação com o ambiente, assim a escolha do cultivar adequado torna-se a decisão mais importante para o sucesso do sistema de cultivo adotado (Echer et al., 2001).

Modernas tecnologias alavancam a produção agrícola, as práticas de cultivo convencional e o sistema orgânico em campo aberto; o cultivo protegido no sistema hidropônico e no solo (Resende et al., 2007), permitem a produção estável o ano todo com qualidade.

O conhecimento aprofundado do comportamento das diversas variedades, dos vários tipos de alface comercializadas no Distrito Federal, favorece a escolha segura das que melhor

se adaptam as condições ambientais para produção de alface o ano todo, mantendo estabilidade produtiva e desempenho esperado para atender os interesses agrícolas.

2.7. INTERAÇÃO: GENÓTIPOS X AMBIENTES

Cruz & Regazzi (1997) descreveram dois fatores importantes em favor das interações, o primeiro está associado às diferentes reações entre os genótipos em relação ao meio ambiente, e o segundo pela não relação entre eles. Esta não interação é relevante no melhoramento, e torna-se bastante complexa quando a superioridade de determinados genótipos são suscetíveis às diferentes condições ambientais, ou seja, alguns genótipos terão bom desempenho em determinados ambientes e ruim em outros.

A reação ao ambiente é a resposta do genótipo as condições oferecidas. Então para avaliar as interações genótipos x ambientes recomenda Cruz (1997) se ater, e quantificar sua ação sobre a técnica de melhoramento a ser usada, e montar as estratégias para possibilitar a redução dos danos, minimizando as perdas. Fatores fisiológicos e bioquímicos causam interações distintas em cada genótipo cultivado, desde a sementeira até a fase de maturação.

Robertson (1959) denomina as interações genótipos x ambientes como simples, que é aquela proporcionada pela diferença de variabilidade entre os genótipos nos ambientes e complexas, as que ocorrem pela falta de correlação entre o desempenho dos genótipos, que apresentam respostas distintas às variações ambientais.

Allard & Bradshaw (1964), definiram a resposta relativa dos genótipos em relação à variação dos ambientes como previsível, que inclui todos os fatores permanentes do ambiente como condições climáticas, tipo de solo, comprimento do dia, quanto os que podem ser alterados, como, data de plantio, densidade, manejo do solo e colheita, e imprevisível que inclui as variações ambientais como quantidade e distribuição das chuvas, variações na temperatura e outros.

Na escolha da melhor época de plantio dentre várias considerações deve-se levar em conta a altitude da localidade que influencia a temperatura como também o desenvolvimento da cultura. Em altitudes superiores a 800 m, planta-se durante todo o ano alcançando bons resultados, assim a cultura encontra melhores condições quando semeadas em fevereiro-agosto, pois todas as cultivares de alfaces produzem melhor no outono-inverno, baixas temperaturas resultam em melhores cabeças (Filgueira, 1982).

Os estudos e pesquisas a respeito dos efeitos do ambiente, solo, fotoperíodo e principalmente a temperatura sob a cultura da alface, é o grande desafio do melhoramento. Na

busca de características de grande interesse agrônomo, as interações genótipo ambiente sobre caracteres qualitativos e quantitativos trazem respostas valiosas para a implantação de programas de melhoramento de plantas, visando genótipos superiores selecionados ou provenientes de hibridações (Rossmann, 2001), podendo avaliar o grau de herdabilidade e a influência do ambiente (Cruz, 2005).

2.8. ANÁLISE DE ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE

As análises de adaptabilidade e estabilidade são procedimentos estatísticos que permitem, ao pesquisador, identificar as cultivares de comportamento mais estável e que a reação à variação ambiental seja previsível (Cruz & Regazzi, 1997). Algumas dessas análises favorece, a separação das reações, quando forem efeitos do genótipo, e quando forem do ambiente, identificando a contribuição de cada um para a interação total (Rocha, 2002). Assim, a estimação dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica tem sido uma forma bastante utilizada, entre os melhoristas de plantas, para qualificar, avaliar e recomendar novas cultivares (Silva & Duarte, 2006).

A adaptabilidade e a estabilidade estão ligadas à constituição genética de uma variedade, ou seja, dependem do número de genótipos que a constitui e do nível de heterozigose dos genótipos. São características que favorece as respostas positivas em ambientes favoráveis e tolerância as limitações do meio desfavorável. Uma variedade de sucesso deve se manter estável em diferentes condições ambientais, preservando a superioridade e alta produção (Borém & Miranda, 2009).

Segundo Mariotti et al, (1976) as dificuldades começam nas diversas definições dadas por diferentes autores, para ele a adaptabilidade seria a capacidade de os genótipos responder vantajosamente à melhoria do ambiente, enquanto a estabilidade refere-se à capacidade dos genótipos apresentarem comportamento altamente previsível em função das variações ambientais.

Há, segundo Borém & Miranda (2009) dois tipos de estabilidade: estática e dinâmica. Quando a cultivar apresenta um comportamento constante, independente das variações do ambiente não apresenta desvios em relação a performance denominam de estabilidade estática. Quando responde à variação do ambiente de forma previsível, é denominada estabilidade dinâmica.

Na expressão de determinada característica, a participação do genótipo é evidenciada em muitas situações e a participação dos fatores ambientais também altera o fenótipo, assim

indivíduos geneticamente idênticos se desenvolvem de modo diferente no mesmo ambiente, como indivíduos geneticamente idênticos desenvolvem-se de forma desigual em ambientes diferentes (Borém & Miranda, 2009).

A interação causada pelo ambiente sob o genótipo é de grande importância para o melhoramento de plantas, entretanto não apontam detalhes da ação do ambiente sobre o genótipo e se torna um dos maiores problemas dos programas de melhoramento, seja na fase inicial de seleção como na fase de recomendação do cultivar, tendo em vista ampla adaptabilidade e boa estabilidade (Cruz & Carneiro, 2006).

2.9. MÉTODOS DE MODELOS BIOMÉTRICOS

A biometria tem seus pilares nos princípios da genética Mendeliana, quantitativa e de populações, permite à interpretação de parâmetros e de fenômenos da natureza biológica como também a análise e processamento de dados (Cruz & Carneiro, 2006).

Metodologias de análise destinadas à avaliação da adaptabilidade e estabilidade são baseadas na existência das interações. A principal diferença está no parâmetro adotado para sua avaliação, ou seja, nos procedimentos biométricos utilizados na avaliação (Vencovsky & BARRIGA, 1992) ou na informação ou detalhamento da análise (Cruz & Regazzi, 1997).

A estabilidade de comportamento de um genótipo é o quanto é previsível sua adaptabilidade ao ambiente, em termos estatísticos como sendo o ajuste do genótipo ao modelo adotado, que pode ser linear, ou não linear (Cruz & Carneiro, 2006). Os procedimentos se baseiam em análises de variância, regressão linear, regressão não linear, análise multivariada e estatística não paramétrica (Bastos et al., 2007).

O método tradicional faz uma análise dos efeitos da interação genótipos x ambientes atentos aos efeitos do ambiente dentro de cada genótipo, e é utilizado como estimador de parâmetro estabilidade, esse método tem a vantagem de poder ser utilizado em pequeno número de ambiente, é um método pouco utilizado por pesquisadores (Cruz & Regazzi, 1997).

O trabalho de Queiroz et al. (2014) teve como objetivo estimar a adaptabilidade e estabilidade fenotípica das cultivares de alface tipo crespa em diferentes épocas de cultivo em condições de alta temperatura. Os autores adotaram o método tradicional e conseguiu separar os genótipos mais adaptados e estáveis para condições específicas de ambiente.

Método proposto por Plaisted & Peterson em 1959, faz a análise de variância entre cada par de genótipos, pode também ser aplicada a um pequeno número de ambientes, possui como

diferencial, o conceito de estabilidade adotado e quantifica a porcentagem de expressão do genótipo em relação ao meio.

Método proposto por Finlay & Wilkinson (1963) é baseado em análise de regressão linear para medir a resposta de cada genótipo ao ambiente, esses dados são transformados em uma escala logarítmica, para ser realizado a análise. Os ambientes desfavoráveis registram valores negativos e os favoráveis positivos.

Método proposto por Wricke (1965) denomina tal estabilidade como uma equivalência, que é estimada a partir da decomposição da soma de quadrados da interação genótipo x ambiente, possui a mesma vantagem do anterior.

Método proposto por Eberhart & Russel (1966) que propõe a utilização do coeficiente de regressão dos valores fenotípicos de cada genótipo em relação ao ambiente, gerando estimativa de parâmetro de estabilidade e adaptabilidade. Quando estiver superior a 1,0 tem comportamento melhor em ambiente favorável e para nota inferior a 1,0 possui desempenho melhor em ambientes desfavoráveis. O uso da variância dos desvios de regressão dará a estimativa do comportamento do genótipo a condição oferecida.

Método proposto por Tai (1971) quantifica o desempenho do genótipo através de dois parâmetros que medem a adaptabilidade e a estabilidade, o primeiro é a medida da resposta linear e o segundo é o desvio da resposta linear.

Método proposto por Verma et al. (1978) busca avaliar a resposta dos genótipos através de regressão linear em dois grupos de ambiente, o desfavorável caracterizado por índices negativos e os favoráveis por índices ambientais positivos, assim o genótipo ideal seria aquele com alta capacidade produtiva, alta estabilidade, resistente às condições desfavoráveis do meio, e com capacidade de respostas positivas as melhorias ambientais.

Método proposta por Cruz et al., (1989) baseia-se na análise de regressão bissegmentada usado como parâmetros de adaptabilidade utilizando a média e a resposta linear aos ambientes favoráveis e desfavoráveis, avaliando a estabilidade dos genótipos pelo desvio de regressão de cada cultivar.

Método proposto por Toler (1990), é baseado em análises de regressão não-linear para estudo da adaptabilidade e estabilidade, onde o conjunto de genótipos avaliados é classificado em cinco diferentes grupos de acordo com o padrão de resposta ao meio ambiente.

Método proposto por Huenh (1990), utiliza uma metodologia não-paramétrica para estimar os parâmetros de estabilidade e estabilidade.

Método proposto por Annicchiarico (1992), neste método a estabilidade é medida pela superioridade do genótipo em relação à média de cada ambiente.

Método proposto por Carneiro (1998), este método do trapézio quadrático ponderado pelo coeficiente de variação residual, usando o princípio básico do método de Lin & Binns (1988) utilizando para a estimação estatística a medida de adaptabilidade e estabilidade de comportamento (MAEC), é uma boa alternativa na avaliação da estabilidade, pois não apresenta as limitações mencionadas com o uso da regressão e possibilita a identificação de uma ou mais cultivares com desempenho próximo do máximo nos vários ambientes testados.

Diferentes métodos para avaliar a adaptabilidade e a estabilidade foram desenvolvidos e tem sido aprimorado, favorecendo um aumento no número de parâmetros para se avaliar a performance dos cultivares. Pode-se fazer o uso de único método ou associa-los (Cruz & Regazzi, 1997).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. LOCALIZAÇÃO EXPERIMENTAL E ÉPOCA

O trabalho foi realizado na área experimental da Embrapa Hortaliças (DF) situada na rodovia DF-158, área rural de Ponte Alta, Distrito Federal e localizada geograficamente a 15° 56' 32" de latitude, 48° 08' 25" de longitude Oeste e 997,6 metros de altitude. O clima na região, segundo classificação de Köppen é o tropical de savana (Aw) (SEBRAE-DF, 2004). O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho amarelo eutrófico de textura média (32% de argila) (EMBRAPA, 1999).

Dois tipos de cultivo foram adotados, o convencional e o orgânico. Ambos em três épocas de plantio,

Época 1: semeadura 27/04/2015, transplântio 26/05/2015; Tmax 28°, min 17° méd.22°C.

Época 2: semeadura 18/05/2015, transplântio 19/06/2015; Tmax 27°, min 15° méd.21°C.

Época 3: semeadura 08/06/2015, transplântio 10/07/2015. Tmax 27°, min 14° méd.20°C.

3.2. GENÓTIPOS

Foram avaliados genótipos de alface dos tipos “americana” e “crespa”:

- a) Dez do tipo americana: Angelina, Balsamo, Lady, Lagunna, Laurel, Lucy Brown, Perovana, Silvana, Tainá, TPC 18614;
- b) Oito do tipo crespa: CNPH 5060, Deisy, Lavínia, Malice, Milena, Solaris, Vanda e Veneranda.

3.3. PRODUÇÃO DE MUDAS

Em condição de casa de vegetação, as mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, contendo substrato terra de subsolo, esterco de curral curtido. A semeadura foi com duas sementes por célula. Após a semeadura, as bandejas foram cobertas com uma fina camada de substrato e mantidas sob condições protegidas (Figura 1). As bandejas permaneceram em antecâmara por 48 horas. As mudas foram repicadas 15 dias após a semeadura e com 25 dias transplantadas.



Figura 1. Produção de mudas (Embrapa Hortaliças, Brasília-DF).

3.4. CONDIÇÕES DE CULTIVO

O transplântio das mudas foi realizado para o campo sob duas condições, convencional e orgânico.

Em ambos, o preparo do solo foi realizado com uma aração na profundidade de 0,35 m, seguida de uma gradagem niveladora. Posteriormente foi realizado o preparo dos canteiros com rotoencanteirador com 1,50 m de largura com espaçamento de 0,30m entre as mudas.

Aos 50 dias aproximadamente após o transplântio, realizou-se a colheita na parcela útil, através do corte das plantas rente ao nível do solo. Avaliou-se a produção, que consiste na massa da matéria fresca da parte aérea (g/planta), em que a parte aérea de cada planta foi separada das raízes e pesada em balança digital. Foram considerados as folhas e os caules, como usualmente são comercializadas. Apenas as folhas exteriores em processo de senescência foram removidas.

Em ambos os cultivos, convencional e orgânico, o tipo de irrigação adotado foi por aspersão.

3.4.1. Cultivo convencional

No cultivo convencional (Figura 2), a correção do solo foi realizada conforme o preconizado por Ribeiro et al. (1999) e os canteiros foram previamente adubados com a fórmula 04-14-08 de N-P₂O₅-K₂O. Foi realizada cobertura de sulfato de amônia a cada 20 dias. Não houve aplicação de defensivo químico.

3.4.2. Cultivo orgânico

O sistema orgânico estabelecido na área de pesquisa de produção orgânica da Embrapa Hortaliças segue o regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção vegetal regido pela Instrução Normativa nº64 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2011).

No campo orgânico (Figura 3), os canteiros foram adubados somente com esterco bovino, e cobertura de bokachi aos 25 dias após o transplante.

3.5. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com 4 repetições, em que cada parcela foi constituída por cinco plantas e a parcela útil de três plantas mais desenvolvidas.

Os ensaios com os genótipos dos tipos varietais Americana e Crespa foram conduzidos em três épocas, nas duas condições de cultivo, convencional e orgânico, totalizando seis experimentos. Foram realizadas análises de variância individuais para cada um dos ensaios.

Constituíram-se seis ambientes para cada tipo varietal:

Ambiente 1: época 1, cultivo convencional;

Ambiente 2: época 1, cultivo orgânico;

Ambiente 3: época 2, cultivo convencional;

Ambiente 4: época 2, cultivo orgânico;

Ambiente 5: época 3, cultivo convencional;

Ambiente 6: época 3, cultivo orgânico.



Figura 2 Ensaio em campo (plântio convencional), Embrapa Hortaliças, Brasília-DF.



Figura 3 Ensaio em campo (plântio orgânico), Embrapa Hortaliças, Brasília-DF.

3.5.1 Modelo estatístico para análise individual

Para a análise de variância de cada ensaio foi adotado o seguinte modelo estatístico:

Cada ensaio foi conduzido em três épocas diferentes, com dista de 20 dias constituído inicialmente por seis experimentos com 18 genótipos em dois ambientes, convencional e orgânico.

A análise de variância nos dois ambientes favorece a compreensão dos resultados, pois mostra a existência de variabilidade genética através das medias dos genótipos avaliados em

cada ensaio, além de evidenciar a magnitude dos parâmetros genéticos nestes ambientes (Tabela 1).

Para as análises de variância de cada experimento foi adotado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ik} = \mu + G_i + B_k + e_{ik}$$

Onde:

Y_{ik} = valor observado no i-ésimo genótipo, no k-ésimo bloco;

μ = média geral;

G_i = efeito de i-ésimo genótipo (i=1,2,...,g);

B_k = efeito do bloco k (k=1, 2,..., r); e

e_{ik} = erro aleatório.

Os efeitos de genótipos foram considerados fixos e os demais aleatórios. Foram admitidas as seguintes conjecturas:

$$\sum_{i=1}^g g_i = 0;$$

$$B_k \sim \text{NID}(0, \sigma_b^2);$$

$$e_{ik} \sim \text{NID}(0, \sigma^2);$$

B_k e e_{ik} , são independentes.

O esquema da análise de variância para cada ensaio, está exposto na tabela 1.

Tabela 1. Esquema da análise de variância individual e esperanças de quadrado.

FV	GL	QM	E (QM)
Blocos	r - 1	QMB	$\sigma^2 + g\sigma_b^2$
Genótipos	g-1	QMG	$\sigma^2 + r\phi_g$
Resíduo	(r - 1)(g - 1)	QMR	σ^2
$\phi_g = \sum_i G_i^2 / (g - 1)$			

3.5.2 Modelo estatístico para análise conjunta

Na análise conjunta foram selecionados aqueles experimentos que mantiveram o maior quadrado médio residual dos ensaios incluídos em análise conjunta (tabela 2). Obedecendo ao critério proposto por Pimentel Gomes (1985) esse valor não deve superar em sete vezes o menor quadrado médio, assim o modelo utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + B/A_{jk} + A_j + GA_{ij} + e_{ijk}$$

Onde:

Y_{ijk} = valor observado do i-ésimo genótipo, no j-ésimo ambiente e no k-ésimo bloco;

μ = média geral do ensaio;

G_i = efeito do i-ésimo genótipo ($i = 1, 2, \dots, g$);

B/A_{jk} = efeito do bloco k dentro do ambiente A_j ($k = 1, 2, \dots, r$);

A_j = efeito do j-ésimo ambiente; ($j = 1, 2, \dots, a$); e

GA_{ij} = efeito da interação do i-ésimo genótipo com o j-ésimo ambiente;

e_{ijk} = erro aleatório.

O esquema da análise de variância conjunta encontra-se na Tabela 2.

Tabela 2 Esquema da análise de variância conjunta e esperanças de quadrado médio.

FV	GL	QM	E(QM)
Blocos/Ambientes	$a(r-1)$	QMB	$\sigma^2 + g\sigma_{b/a}^2$
Ambientes (A)	$a-1$	QMA	$\sigma^2 + g\sigma_{b/a}^2 + gr\sigma_a^2$
Genótipos (G)	$g-1$	QMG	$\sigma^2 + r \mid \sigma_{ga}^2 + ar\sigma_g^2$
GxA	$(g-1)(a-1)$	QMGxA	$\sigma^2 + r \mid \sigma_{ga}^2$
Resíduo	$a(g-1)(r-1)$	QMR	σ^2

3.5.3. Análise de adaptabilidade e estabilidade da produtividade da alfaca

Método Tradicional

Este método consiste na análise conjunta dos experimentos, considerando todos os ambientes, e o posterior desdobramento da soma de quadrados dos efeitos de ambientes e da interação genótipos x ambientes em efeitos de ambientes dentro de cada genótipo.

A variação de ambientes dentro de cada genótipo é utilizada como estimativa de estabilidade, de tal forma que o genótipo que proporcionar menor quadrado médio, nos vários ambientes, será considerado o mais estável.

O estimador do parâmetro estabilidade é descrito por:

$$QM(A/G_i) = \frac{1}{(a-1)} \left[\sum_j Y_{ij}^2 - \frac{(Y_i)^2}{a} \right]$$

Método da Regressão linear simples de Eberhart e Russell (1966)

Este método baseia-se na análise de regressão linear, que mede a resposta de cada genótipo às variações ambientais. O coeficiente de regressão dos valores fenotípicos de cada genótipo em relação ao índice ambiental e os desvios desta regressão proporcionam estimativas dos parâmetros adaptabilidade e estabilidade, respectivamente. O modelo adotado é dado por:

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i}I_j + \delta_{ij} + \bar{\epsilon}_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} – média do peso (g/planta) do genótipo i no ambiente j ;

β_{0i} – constante de regressão; dado por $\beta_{0i} = \bar{Y}_i$;

β_{1i} – coeficiente da regressão linear que mede a resposta do i -ésimo genótipo à variação dos ambientes;

I_j – índice ambiental codificado ($\sum_i I_j = 0$), dado por:

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

δ_{ij} = desvio da regressão

$\bar{\epsilon}_{ij}$ = erro experimental médio.

Estimação do coeficiente de regressão (β_{1i})

$$\hat{\beta}_{1i} = \frac{\sum_j Y_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2}$$

Teste de $\hat{\beta}_{1i} \begin{cases} H_0: \beta_{1i} = 1 \\ H_1: \beta_{1i} \neq 1 \end{cases} \quad t(\alpha: \text{glResíduo})$

$$t = \frac{\hat{\beta}_{1i} - 1}{\sqrt{\hat{V}(\hat{\beta}_{1i})}} \quad \hat{V}(\hat{\beta}_{1i}) = \frac{\hat{\sigma}_{\delta_i}^2}{r \sum_j I_j^2}$$

Estimação do parâmetro de estabilidade $\sigma_{\delta_i}^2$

$$\hat{\sigma}_{\delta_i}^2 = \frac{\text{QMD}_i - \text{QMR}}{r}, \text{ em que } \text{QMD}_i = \frac{r}{a-2} \left[\sum_j Y_{ij} - \frac{Y_i^2}{a} - \frac{(\sum_j Y_{ij} I_j)^2}{\sum_j I_j^2} \right]$$

Teste do $\sigma_{\delta_i}^2 \begin{cases} H_0: \sigma_{\delta_i}^2 = 0 \\ H_1: \sigma_{\delta_i}^2 \neq 0 \end{cases} \quad \text{Ftab} (\alpha: a - 2: \text{glResíduo})$

$$F_c = \frac{\text{QMD}_i}{\text{QMR}}$$

Cálculo do R_i^2 (%)

$$R_i^2 (\%) = \frac{\text{SQ(Regressão)}}{\text{SQ(A/G}_i)} \cdot 100$$

Os genótipos foram classificados da seguinte maneira:

- Genótipo de adaptação geral: ($\beta_1 = 1, \sigma_{\delta_i}^2 = 0$ e β_0 acima da média geral);
- Genótipos adaptados a ambientes favoráveis: ($\beta_1 < 1, \sigma_{\delta_i}^2 = 0$ e β_0 acima da média geral);
- Genótipos adaptados a ambientes desfavoráveis: ($\beta_1 < 1, \sigma_{\delta_i}^2 = 0$ e β_0 abaixo da média geral);

Método da Regressão linear bi-segmentada de Cruz, Torres e Vencovsky (1989)

Este método baseia-se na análise de regressão bissegmentada e tem, como parâmetros de adaptabilidade, a média ($\hat{\beta}_{0i}$) e a resposta linear aos ambientes desfavoráveis ($\hat{\beta}_{1i}$) e aos ambientes favoráveis ($\hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i}$). A estabilidade dos genótipos é avaliada pelo desvio da regressão $\hat{\sigma}_{\delta_i}^2$ de cada genótipo em função das variações ambientais.

O modelo adotado é dado por:

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i} + \beta_{1i} I_j + \beta_{2i} T(I_j) + \delta_{ij} + \bar{\epsilon}_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} , β_{0i} , I_j , δ_{ij} e $\bar{\epsilon}_{ij}$ definidos como anteriormente;

β_{1i} – coeficiente da regressão linear que mede a resposta do i-ésimo genótipo à variação dos ambientes desfavoráveis;

$\beta_{1i} + \beta_{2i}$ – coeficiente da regressão linear que mede a resposta do i-ésimo genótipo à variação dos ambientes favoráveis;

Para cálculo dos parâmetros de estabilidade e adaptabilidade são necessárias as seguintes estatísticas auxiliares.

$$T(I_j) \begin{cases} = 0 \rightarrow se \rightarrow I_j < 0 \\ = I_j - \bar{I}_+ \rightarrow se \rightarrow I_j > 0 \end{cases}$$

\bar{I}_+ = média do índices I_j , positivos

$$\hat{\beta}_{0i} = \bar{Y}_i = \frac{\sum Y_{ij}}{a}$$

$$\hat{\beta}_{1i} = \frac{\sum Y_{ij} I_j - \sum Y_{ij} T(I_j)}{\sum I_j^2 - \sum T^2(I_j)}$$

$$\text{Teste de } \hat{\beta}_{1j}^2 \begin{cases} H_0: \beta_{1i} = 0 \\ H_0: \beta_{1i} \neq 0 \end{cases}$$

$$t = \frac{\hat{\beta}_{1i} - 0}{\sqrt{\hat{V}(\hat{\beta}_{1i})}}$$

$$\hat{V}(\hat{\beta}_{1i}) = \frac{\hat{\sigma}^2}{r[\sum_j I_j^2 - \sum_j T^2(I_j)]}$$

$$\text{Teste de } \beta_{2i} \begin{cases} H_0: \beta_{2i} = 1 \\ H_0: \beta_{2i} \neq 1 \end{cases}$$

$$t = \frac{\hat{\beta}_{2i} - 1}{\sqrt{\hat{V}(\hat{\beta}_{2i})}}$$

$$\hat{\beta}_{21} = \frac{\sum I_j^2 \sum Y_{ij} T(I_j) - \sum T^2(I_j) \sum Y_{ij} I_j}{\sum T^2(I_j) [\sum I_j^2 - \sum T^2(I_j)]}$$

$$\hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i} = \frac{\sum Y_{ij} T(I_j)}{\sum T^2(I_j)}$$

$$\text{Teste de } \hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i} \begin{cases} H_0 = \hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i} = 1 \\ H_a = \hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i} \neq 1 \end{cases}$$

$$t = \frac{(\hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i}) - 1}{\sqrt{\hat{V}(\hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i})}}$$

$$\hat{V}(\hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i}) = \frac{\hat{\sigma}^2}{r[\sum T^2(I_j)]}$$

O grau de estabilidade dos Genótipos é avaliado com base no QMDi (σ_{di}^2), e para sua estimativa tem-se:

$$SQ(\text{total da regressão})_1 = SQ(A/G_1)$$

$$\text{Teste do QM (Regressão)} \begin{cases} H_0 = \sigma_r^2 = 0 \\ H_a = \sigma_r^2 \neq 0 \end{cases}$$

$$F_c = \frac{QM(\text{regressão})}{QMR}$$

Estimativa do $\sigma_{\delta_i}^2$

$$\hat{\sigma}_{\delta_i}^2 = \frac{QMD1 - QMR}{r}$$

Cálculo do R_i^2 (%)

$$R_i^2 (\%) = \frac{SQ(\text{Regressão})}{SQ(A/G_i)} \cdot 100$$

Os genótipos foram classificados da seguinte maneira:

- Genótipo ideal: ($\beta_1 < 1$, $\beta_1 + \beta_2 > 1$, $\sigma_{di}^2 = 0$ e β_o acima da média geral);
- Genótipos com adaptabilidade específica a ambientes favoráveis:
($\beta_1 > 1$, $\beta_1 + \beta_2 > 1$, $\sigma_{di}^2 = 0$ e β_o acima da média geral);
- Genótipos com adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis:

($\beta_1 < 1$, $\beta_1 + \beta_2 < 1$, $\sigma_{di}^2 = 0$ e β_0 acima da média geral);

Método do trapézio quadrático de Carneiro (1998)

Para a avaliação da adaptabilidade e estabilidade do peso médio das plantas de alface (g/planta), foi adotado o método do trapézio quadrático ponderado pelo coeficiente de variação residual (CV), proposta por Carneiro (1998), dada pela estatística a seguir:

$$P_i = \sum_{j=1}^n \left[\left(\frac{Y_{g(j+1)} + Y_{gj}}{2} \right) - \left(\frac{Y_{i(j+1)} + Y_{ij}}{2} \right) \right]^2 (\bar{Y}_{\cdot(j+1)} - \bar{Y}_{\cdot j})$$

Onde:

P_i : estimativa da estatística MAEC (Medida de Adaptabilidade e Estabilidade de Comportamento) do genótipo i ;

Y_{ij} : produtividade do i -ésimo genótipo no j -ésimo ambiente;

Y_{mj} : estimativa do peso médio do genótipo hipotético ideal no ambiente j ;

Dado que: $Y_g = Y_{mj}$, estabelecido conforme Cruz et al. (1989), dado a seguir:

$$Y_g = Y_{mj} = \beta_{0m} + \beta_{1m} l_j + \beta_{2m} T(l_j)$$

Y_{mj} = resposta ideal do genótipo hipotético do ambiente j ;

β_{0m} = valor fornecido para que resposta ideal seja máxima para todos os ambientes.

(l_j) =índice ambiental codificado dado por:

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

Que apresenta as seguintes pressuposições:

$$T(l_j) \begin{cases} = 0 \rightarrow \text{se} \rightarrow l_j < 0 \\ = l_j - \bar{l}_+ \rightarrow \text{se} \rightarrow l_j > 0 \end{cases}$$

Foi atribuído o valor máximo de produtividade em todo o ensaio, pois assim elimina-se o risco de excluir alguma linhagem por apresentar valores que ultrapassem o genótipo ideal em qualquer que seja o ambiente considerado. Desse modo, a cultivar de melhor performance é a que mais se aproxima da produtividade ideal para cada ambiente (Figura 4).

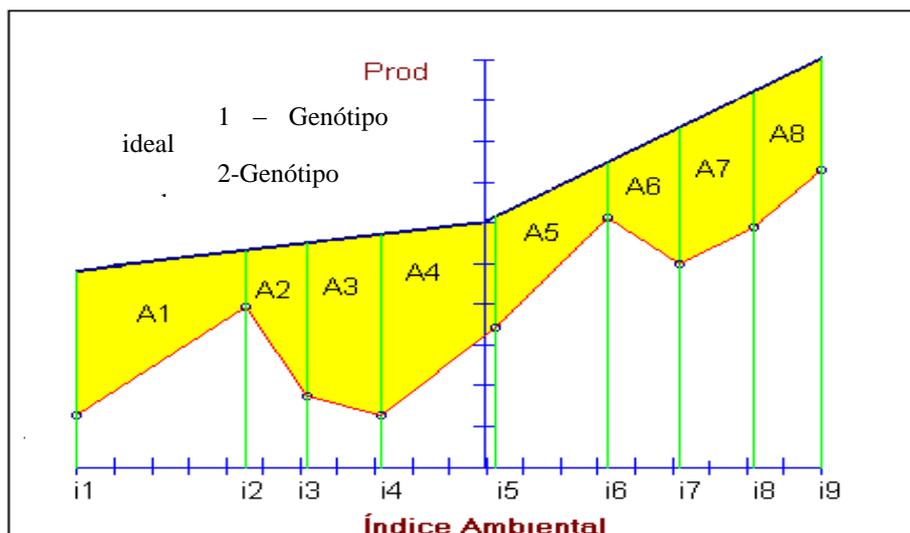


Figura 4 Ilustração da distância de um genótipo qualquer em relação ao cultivar ideal, dada pela diferença de área de trapézios.

Essa estatística é ponderada pelo fator f dado a seguir;

$$f = \frac{CV_i}{CVT}$$

Em que:

CV_i , representa o coeficiente de variação residual do ambiente j ;

CVT a soma dos coeficientes de variação dos j ambientes. Dessa forma, os ensaios com maior precisão experimental (menor CV) terão maior peso na estimativa da adaptabilidade e estabilidade dos genótipos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ANÁLISES DE VARIÂNCIA INDIVIDUAIS

Os resumos das análises de variância individuais da característica produção (g), dos genótipos de alface (Americana e Crespa), para cada ambiente (época x condição de cultivo) estão apresentados na tabela 3.

Os coeficientes de variação encontrados ficaram abaixo de 20% (Tabela 3), com exceção do tipo crespa no cultivo convencional, época 1, que foi 29,09%. Isso demonstra confiança nos resultados obtidos, e esses valores estão condizentes com os encontrados na literatura em avaliações de produção com alface (Hotta, 2008; Gualberto et al., 2009; Blatt et al., 2011; Viana et al., 2013; Queiroz et al., 2014).

Observa-se na tabela 3 que, no tipo americana, o efeito de genótipos foi significativo, a 1% de probabilidade pelo teste F, na maioria dos ambientes, os quais compreendem as três épocas e as duas condições de cultivo. Apenas no cultivo orgânico, época 2 a significância foi de 5% de probabilidade. Não houve diferença significativa entre os genótipos na época 3, cultivo convencional.

Os únicos genótipos do tipo crespa que mostraram diferença significativa em nível de 1% de probabilidade pelo teste F foram nas condições de ambiente convencional, épocas 2 e 3 (Tabela 3).

Analisando os dados de produção (Tabela 3), observa-se para os dois tipos, americana e crespa, maior peso na época 1. Comparando-se os tipos de cultivo, observa-se que com exceção da época 1, em que a maior produção foi observada no cultivo convencional, nas demais épocas, o cultivo orgânico sobressai em maior peso, observado nos resultados da média. Isto demonstra que os genótipos avaliados nesse trabalho podem ser cultivados com sucesso no sistema orgânico, em temperatura média de 22°C.

A produção média de massa fresca (g/planta) dos genótipos do tipo americana, nos tipos de cultivo convencional foi de 601,10 g/planta e de 581,67g/planta no cultivo orgânico. E no tipo crespa foi de 526,84 g/planta no convencional e de 551,56 g/planta no orgânico. Observa-se que o cultivo convencional na época 1, para os dois tipos varietais foi favorecido (Tabela 3), isto porque pode ter ocorrido uma condição climática mais adequada à cultura. Os valores de produção obtidos estão com médias superiores aos encontrados em alguns trabalhos na literatura, como o de Blat et al. (2011) em que estudaram cultivares de alface crespa em casa

de vegetação climatizada e não climatizada em sistema hidropônico e obtiveram média de massa fresca da parte aérea de 130,6 g.

No trabalho de Blind & Silva Filho (2015) avaliando cultivares de alface tipo americana, cultivadas a campo, em canteiros na presença e ausência de mulching orgânico, as médias encontradas de matéria fresca comercial foram 296 g e 303 g/planta, respectivamente.

As estatísticas sobre produção e comercialização de produtos orgânicos no Brasil ainda são muito incipientes, mas estima-se que o país tem cerca de 800 mil hectares com cerca de 15.000 produtores ocupados com a agropecuária orgânica (Resende et al., 2007). A alface, juntamente com couve, tomate, cenoura, agrião e berinjela, são as principais hortaliças produzidas em sistema orgânico no Brasil (BRASIL, 2006). Nesse contexto, é de interesse dos agricultores a seleção de genótipos adaptados a esse tipo de cultivo.

Na tabela 4 estão apresentados os resultados dos pesos médios (matéria fresca da parte aérea) obtidos nos ensaios de competição de genótipos de alface americana sob duas condições de cultivo convencional e orgânico, nos seis ambientes (três épocas x duas condições de cultivo).

Observa-se que o genótipo Perovana foi o que apresentou menor média nos ambientes 1, 2 e 6. Sendo que estatisticamente, no ambiente 2, Angelina, Lagunna, Lucy Brown e TPC 18614 não diferem de Perovana. E no ambiente 6, Angelina e Lucy Brown estatisticamente são iguais também com Perovana, ou seja, as piores médias. Nos ambientes 3 e 4 as piores médias numéricas foram para Lucy Brown. Já os genótipos que sobressaíram com médias mais elevadas foram, no ambiente 1, Lagunna, Bálsamo, Lady, Laurel, Silvana, Tainá e TPC 18614. No ambiente 2 os melhores genótipos foram Laurel, Silvana, Bálsamo, Lady e Tainá. No ambiente 3, foram Tainá e Lagunna. No ambiente 4, foram Laurel, Lady, Perovana e Tainá. No ambiente 6 foram Bálsamo, Lagunna, Laurel, Silvana, Tainá e TPC 18614 (Tabela 4). Nessas épocas as temperaturas sofreram variações com média de 21°C.

Considerando todos os ambientes o genótipo que mais se sobressaiu foi Tainá. No ambiente 5 não foi encontrado diferença estatística entre os genótipos de alface americana (Tabela 4).

No trabalho de Jasse et al. (2006) os genótipos de alface americana Tainá e Laurel se destacaram em produtividade.

Hotta (2008) menciona que a cultivar Lucy Brown não possui característica de produzir cabeças compactas, reduzindo a massa fresca da cabeça comercial. E a cultivar Tainá possui

cabeças compactas, mas apresenta menor tamanho de planta, acarretando em uma menor massa fresca da cabeça comercial.

Pelos resultados, percebe-se que os genótipos apresentaram comportamento variável dependendo da condição ambiental. No cultivo convencional, o genótipo com maior média, considerando os valores numéricos, foi Lagunna. Já no orgânico, foi a Laurel. Considerando o teste de médias, as cultivares com valores maiores foram Laguna e Tainá, tanto no cultivo convencional quanto no orgânico.

Na tabela 5 são demonstrados os pesos médios (g/planta) nos ensaios de competição de genótipos de alface crespa em cultivos convencional e orgânico, nos seis ambientes. Pode-se verificar que não foram encontradas diferenças significativas entre os genótipos, nos ambientes 1, 2, 4 e 6.

No ambiente 3, ou seja, época 2, cultivo convencional, os genótipos CNPH 5060, Deisy, Lavínia, Milena e Vanda apresentaram os maiores pesos e não diferiram estatisticamente. Os que apresentaram menores médias foram Malice, Solaris e Veneranda, não diferindo (Tabela 5).

Analisando numericamente os genótipos, percebe-se que em três ambientes, 1, 2 e 3 o genótipo Deisy apresenta maior média (Tabela 5).

Tabela 3 Resumo das análises de variância individuais dos ensaios de competição de genótipos de alface dos tipos varietais americana e crespa conduzidos sob os cultivos convencional e orgânico quanto à produção (g/planta). Brasília, DF, 2015.

Ambientes		Tipos Varietais					
Época	Cultivo	Americana			Crespa		
		QMGen. ¹	Produção (g/planta)	CV (%)	QMGen. ¹	Produção (g/planta)	CV (%)
1	Convencional	121120,63**	801,84	14,39	42991,45 ^{ns}	668,59	29,09
1	Orgânico	122678,27**	491,00	18,0	16903,52 ^{ns}	443,22	13,73
2	Convencional	122540,15**	441,36	19,9	48367,90**	393,99	16,41
2	Orgânico	77855,54*	531,89	15,5	11055,55 ^{ns}	574,58	19,44
3	Convencional	35169,44 ^{ns}	560,10	18,5	26971,54**	517,94	15,28
3	Orgânico	38971,47**	22,14	15,0	48397,94 ^{ns}	636,87	17,50

¹ ns, ** e * não significativo (P>0,05), significativo a 1% e 5% pelo teste F, respectivamente.

Tabela 4 Peso médio (g/planta) obtidos nos ensaios de competição de genótipos de alface americana conduzidos sob os cultivos convencional e orgânico. Brasília, DF, 2015.

Genótipos	Ambientes					
	1	2	3	4	5	6
Angelina	673,33B	379,17B	427,78C	491,11B	424,17A	585,00B
Bálsamo	908,33A	565,00A	338,33C	408,89B	610,00A	864,44A
Lady	906,50A	537,50A	374,17C	660,83A	514,44A	690,00B
Lagunna	968,33A	403,33B	725,56A	490,00B	724,17A	762,50A
Laurel	903,93A	769,17A	275,00C	737,78A	593,33A	735,00A
Lucy Brown	643,42B	393,33B	267,50C	331,11B	610,00A	660,00B
Perovana	413,33C	243,33B	548,89B	713,33A	553,33A	567,78B
Silvana	934,17A	725,00A	372,50C	402,22B	631,67A	844,44A
Tainá	836,50A	590,83A	748,33A	602,50A	515,42A	735,56A
TPC 18614	830,58A	303,33B	335,56C	481,11B	424,44A	776,67A
Média	801,84	491,00	441,36	531,89	560,10	722,14
CV (%)	14,39	18,50	19,29	15,55	18,95	15,20
DMS (5%)	280,64	363,98	260,76	408,20	299,37	266,92

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. Ambiente 1: época 1, cultivo convencional; Ambiente 2: época 1, cultivo orgânico; Ambiente 3: época 2, cultivo convencional; Ambiente 4: época 2, cultivo orgânico; Ambiente 5: época 3, cultivo convencional; Ambiente 6: época 3, cultivo orgânico.

Tabela 5 Peso médio (g/planta) obtidos nos ensaios de competição de genótipos de alface crespa conduzidos sob os cultivos convencional e orgânico. Brasília, DF, 2015.

Genótipos	Ambientes					
	1	2	3	4	5	6
CNPH 5060	751,25A	346,67A	415,56 ^a	595,00A	677,50A	649,17A
Deisy	810,83A	545,83A	540,00A	540,00A	518,33B	597,50A
Lavinia	573,33A	447,50A	480,00A	650,83A	525,83B	488,33A
Malice	563,33A	437,50A	224,44B	500,00A	501,88B	597,78A
Milena	780,00A	464,17A	466,67 ^a	628,33A	509,17B	680,00A
Solaris	711,11A	363,33A	305,00B	520,83A	500,00B	624,44A
Vanda	790,00A	496,67A	434,44 ^a	565,00A	536,67B	871,11A
Veneranda	561,67A	444,17A	285,00B	596,67A	374,17C	586,67A
Média	668,59	443,22	393,99	574,58	517,94	636,87
CV (%)	29,09	13,73	16,41	19,44	15,28	17,50
DMS (5%)	280,64	363,98	260,76	408,20	299,37	266,92

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. Ambiente 1: época 1, cultivo convencional; Ambiente 2: época 1, cultivo orgânico; Ambiente 3: época 2, cultivo convencional; Ambiente 4: época 2, cultivo orgânico; Ambiente 5: época 3, cultivo convencional; Ambiente 6: época 3, cultivo orgânico.

4.2. ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA

O resumo da análise de variância conjunta dos ensaios de competição de genótipos de alface dos tipos varietais americana e crespa nas duas condições de cultivo, convencional e orgânico, é apresentado na tabela 6. A relação entre o maior quadrado médio do resíduo pelo menor está de acordo com o sugerido por Pimentel-Gomes (1985) para a realização da análise

conjunta dos dados, podendo-se concluir pela homogeneidade de variância residual dos ensaios em avaliação.

O ambiente 1 (época 1 cultivo convencional) para o tipo crespa não participou da análise conjunta uma vez que apresentou um coeficiente de variação relativamente elevado (29,09) (Tabela 6).

Tabela 6 Resumo da análise de variância conjunta dos ensaios de competição de genótipos de alface dos tipos varietais americana e crespa conduzidos sob os cultivos convencional e orgânico. Brasília, DF, 2015.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade		Quadrados Médios ¹	
	Americana	Crespa	Americana	Crespa
Blocos/Amb	18	15	61429,30	81317.12
Ambientes	5	4	787932,90**	305735.34**
Genótipos	9	7	151591,72**	48829.64*
GxA	45	28	73348,76**	25716.71*
Resíduo	162	105	17094,19	14827.82
Total	239	159		
Média			591,38	513,30
CV (%)			16,98	16,47
Maior QMR/Menor QMR			2,45	3,65

¹** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Verifica-se, pela tabela 6, diferença significativa entre média de genótipos, variância significativa de ambientes e interação genótipos x ambientes (GxA), tanto para o tipo americana quanto para crespa. Efeito significativo de genótipos na presença de interação GxA, com variância também significativa, evidencia elevada variabilidade entre os genótipos avaliados, uma vez que o componente de variância da interação GxA ($\hat{\sigma}_{ga}^2$) tende a reduzir ou consumir a variabilidade estimada entre os genótipos. Já o efeito significativo de ambientes possibilita concluir que os ensaios foram conduzidos em ambientes (no caso épocas e condições de cultivo) que apresentaram variação suficiente para discriminar as linhagens estudadas; enquanto efeito significativo da interação GxA indica que os genótipos apresentaram comportamento diferencial ao longo dos ambientes (Oliveira, 2004), ou seja, ocorreram trocas de posição relativa dos genótipos ou diferença na magnitude de resposta do peso da matéria fresca em função da variação dos ambientes.

A interação genótipos por ambientes na cultura da alface também foi evidenciada por vários outros autores (Figueiredo et al., 2004; Hotta, 2008; Gualberto et al., 2009; Viana et al., 2013; Blind & Silva Filho, 2015).

Segundo Cruz & Regazzi (2001), diferentes estratégias têm sido adotadas para contornar os inconvenientes proporcionados pela interação genótipos por ambientes na fase de

recomendação de cultivares. Uma estratégia é a recomendação de cultivares específicas para cada uma das condições ambientais. Ramalho et al. (1993) comenta que esta alternativa seria laboriosa, além de onerosa, para um programa de melhoramento como de alface em razão das variadas condições edafoclimáticas que a cultura está sujeita.

Outra estratégia é a estratificação dos ambientes em grupos de modo que a interação genótipos por ambientes nestes subgrupos seja não significativa. Nesse caso, a recomendação de cultivares seria para cada um dos possíveis subgrupos formados. Essa estratégia é de grande utilidade na escolha de locais para descarte (Cruz & Regazzi, 2004) em casos de escassez de recursos humanos e/ou financeiros para condução dos ensaios de avaliação.

A estratificação ambiental contorna os inconvenientes proporcionados pela interação GxA atuando sobre os ambientes. Entretanto, há estratégias que atuam sobre os genótipos, como é o caso dos estudos de adaptabilidade e estabilidade, que permitem um detalhamento do comportamento dos genótipos avaliados frente às variações ambientais.

4.3. ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DOS GENÓTIPOS

4.3.1 Método de Eberhart & Russel (1966)

Nas tabelas 7 e 8 estão apresentados os resumos das análises de variância conjunta com a decomposição da soma de quadrados de ambientes, dentro de genótipos (A/G), nos efeitos ambiente linear (A linear), interação genótipos x ambiente linear (GxA linear) e desvios combinados (Desvio comb). A significância observada para ambiente linear indica a presença de variações significativas no ambiente para proporcionar alterações nas médias dos genótipos. A significância da interação GxA linear, por sua vez, indica haver diferenças entre os coeficientes de regressão do grupo de genótipos avaliados. Já o desvio combinado com efeito significativo indica falta de linearidade para pelo menos um dos genótipos em estudo, evidenciada pelo desvio da regressão (Cruz et al., 2004).

A interação genótipo x ambiente significativa indica ocorrência de diferenças de comportamento dos genótipos em função da variação do ambiente e a necessidade de realizar estudos mais detalhados, para identificar os genótipos de maior adaptabilidade e estabilidade fenotípica. Entre os diferentes tipos de grupos de alfaces comerciais, a alface do grupo americano é mais exigente em relação às variações ambientais. De forma geral, nos demais grupos de alfaces, é possível desenvolver cultivares com boa adaptação para todo o país e para todas as estações do ano (Hotta, 2008).

Nas tabelas 7 e 8 estão demonstradas as estimativas das médias ($\hat{\beta}_{0i}$), dos coeficientes ($\hat{\beta}_{1i}$) e desvios da regressão ($\hat{\sigma}^2_{di}$), bem como dos coeficientes de determinação (R^2), para cada um dos tipos varietais de genótipos de alface.

Segundo a metodologia de Eberhart & Russel (1966), tanto os coeficientes de regressão dos valores fenotípicos de cada genótipo, em relação ao índice ambiental, quanto os desvios desta regressão permitem estimar os parâmetros de estabilidade e adaptabilidade. Assim, pela metodologia desses autores, é considerado que um genótipo com coeficiente de regressão ($\hat{\beta}_{1i}$) superior a 1,0 tem comportamento consistentemente melhor em ambientes favoráveis, enquanto um que apresenta coeficiente de regressão ($\hat{\beta}_{1i}$) inferior a 1,0 é tido como de desempenho relativamente melhor em ambientes desfavoráveis. A magnitude e a significância da variância dos desvios da regressão dão uma estimativa da previsibilidade do material genético (Cruz et al., 2004).

Relativo aos genótipos de alface americana (Tabela 7), observa-se que Bálamo e TPC 18614 apresentam coeficiente de regressão ($\hat{\beta}_{1i}$) superior a 1,0, permitindo inferir que estes genótipos têm comportamento consistentemente melhor em ambientes favoráveis; contudo o único com média superior à média foi Bálamo. Enquanto que Perovana e Tainá apresentam $\hat{\beta}_{1i}$ inferior a 1,0 e isto reflete em desempenho relativamente melhor em ambientes desfavoráveis. Contudo apenas Tainá com peso superior à média dos outros genótipos.

Nas estimativas dos genótipos do tipo crespa (Tabela 8), em condições favoráveis não é encontrado nenhum genótipo, já para condições desfavoráveis, observa-se Deisy e Lavinia, sendo de adaptação específica às condições desfavoráveis.

Eberhart & Russel (1966) consideram como genótipo ideal aquele que apresenta alta produção média, coeficiente de regressão igual a 1,0 e desvios de regressão tão pequenos quanto possíveis.

De acordo com Cruz et al. (2004) adaptabilidade refere-se à capacidade de os genótipos aproveitarem vantajosamente o estímulo do ambiente, classificando-se em:

Genótipos com adaptabilidade geral ou ampla: são aqueles com $\hat{\beta}_{1i}$ igual a 1,0.

Genótipos com adaptabilidade específica a ambientes favoráveis: são aqueles com $\hat{\beta}_{1i}$ maior que 1.

Genótipos com adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis: são aqueles com $\hat{\beta}_{1i}$ menor que 1.

Segundo esses mesmos autores estabilidade refere-se à capacidade de os genótipos mostrarem um comportamento altamente previsível em função do estímulo do ambiente. É avaliada pelo componente de variância atribuído aos desvios da regressão ($\hat{\sigma}_{di}^2$), sendo verificados os seguintes tipos de genótipos:

Genótipos com estabilidade ou previsibilidade alta: são aqueles com $\hat{\sigma}_{di}^2$ igual a 0.

Genótipos com estabilidade ou previsibilidade baixa: são aqueles com $\hat{\sigma}_{di}^2$ maior que 0.

Pelos resultados apresentados na tabela 7 dos genótipos de alface americana, observa-se que o genótipo Lady é recomendável, por apresentar superioridade relativa de produção (613,91 g/planta), adaptabilidade geral ($\hat{\beta}_{li}=1$) e boa previsibilidade ($\hat{\sigma}_{di}^2$), relativamente baixa quando comparada com os demais. Um genótipo também promissor é Silvana, que além de apresentar média alta, tem $\hat{\beta}_{li}$ que não diferiu estatisticamente de 1; sua desvantagem é a de apresentar baixa previsibilidade de comportamento, ou seja, desvio de regressão significativo, indicando, ser instável face às alterações ambientais

Entretanto, este genótipo não deve ser julgado indesejável, uma vez que o seu R^2 foi de 70%, ou seja, que houve um bom ajustamento dos dados ao modelo utilizado neste trabalho.

Na tabela 8 estão apresentadas as estimativas para os genótipos do tipo crespa. Nesse caso, observa-se que o genótipo Milena é recomendável, por ter apresentado peso de massa fresca (g/planta) superior (549,67 g/planta) à média geral dos genótipos (513,30g/planta), adaptabilidade geral ($\hat{\beta}_{li}=1$) e boa previsibilidade ($\hat{\sigma}_{di}^2=0$). Outro genótipo que também merece ser considerado é Vanda, que além de ter apresentado a maior média, tem $\hat{\beta}_{li}$ que não diferiu estatisticamente de 1, apresenta baixa previsibilidade de comportamento e R^2 76,75%.

No trabalho de Gualberto et al. (2009), as cultivares Deisy e Verônica se destacaram por apresentar adaptabilidade geral e produtividades altas.

A tabela 9 apresenta os índices ambientais (Ij) para os diferentes ambientes, resultantes da combinação de épocas e condições de cultivo, dos ensaios de competição de genótipos de alface americana e crespa. Os métodos para análise de adaptabilidade e estabilidade, que se baseiam em análise de regressão, usam estes índices como variáveis independentes (Cruz et al., 2004).

Esses índices também são uma medida da qualidade ambiental e, nesse caso, verifica-se que para o tipo americana, foram positivos apenas os ambientes 1 e 6, ou seja, época 1 convencional e época 3 orgânico. Já para crespa, foram positivos os ambientes 4, 5 e 6 (Tabela 9). Esses positivos são considerados favoráveis ao cultivo de alface. Observa-se que houve

coincidência do sinal (+ ou -) nos ambientes, 2, 3 e 6 inferindo que os índices ambientais podem ser bons medidores de qualidade ambiental.

Tabela 7 Resumo da análise de variância conjunta com a decomposição da soma de quadrados/ambientes e estimativa da produção (g/planta) (β_{0i}), dos coeficientes de regressão (β_{1i}), desvios da regressão (σ^2_{di}) e de determinação (R^2) de dez genótipos de alface americana avaliadas em seis ambientes, segundo a metodologia de Eberhart & Russell (1966). Brasília, DF, 2015.

FV	GL	QM	Estimativas ¹			R ² (%)
			$\hat{\beta}_{0i}$	$\hat{\beta}_{1i}$	$\hat{\sigma}^2_{di}$	
Ambientes (A)	5	787932,93				
Genótipos (G)	9	151591,72				
GxA	45	73348,76				
A/G	50	144807,18				
A linear	1	3939664,63**				
GxA linear	9	97521,30**				
Desvio comb	40	60575,06**				
Desv Angelina	4	8063,14	496,76	0,75 ^{ns}	-2257,76 ^{ns}	87,17
Desv Bálsamo	4	31221,96	615,83	1,56**	3531,94 ^{ns}	88,43
Desv Lady	4	31399,90	613,91	1,17 ^{ns}	3576,43 ^{ns}	81,18
Desv Lagunna	4	100288,54	678,98	1,04 ^{ns}	20798,59**	51,46
Desv Laurel	4	122475,90	669,03	1,07 ^{ns}	26345,43**	47,94
Desv Lucy Brown	4	42392,54	484,23	1,05 ^{ns}	6324,59*	71,88
Desv Perovana	4	128175,70	506,67	-0,05**	27770,38**	0,22
Desv Silvana	4	78828,38	651,67	1,37 ^{ns}	15433,55**	70,02
Desv Tainá	4	48820,53	671,52	0,49*	7931,59*	33,00
Desv TPC 18614	4	14084,03	525,28	1,56**	-752,54 ^{ns}	94,45
Resíduo	162		591,38			

ns, ** e * não significativo (P>0,05), significativo a 1% e 5% pelo teste F, respectivamente. ¹ H₀: $\hat{\beta}_{1i} = 1$ pelo teste t e H₀: $\hat{\sigma}^2_{di} = 0$ pelo teste F.

Tabela 8 Resumo da análise de variância conjunta com a decomposição da soma de quadrados/ambientes e estimativa da produção (g/planta) (β_{0i}), dos coeficientes de regressão (β_{1i}), desvios da regressão ($\hat{\sigma}^2_{di}$) e de determinação (R^2) de oito genótipos de alface crespa avaliadas em cinco ambientes, segundo a metodologia de Eberhart & Russell (1966). Brasília, DF, 2015.

FV	GL	QM	Estimativas ¹			R ² (%)
			$\hat{\beta}_{0i}$	$\hat{\beta}_{1i}$	$\hat{\sigma}^2_{di}$	
Ambientes (A)	4	305735,34				
Genótipos (G)	7	48829,64				
GxA	28	25716,71				
A/G	32	60719,04				
Amb. Linear	1	1222941,36**				
GxA linear	7	35138,97*				
Desvio comb	24	19753,96 ^{ns}				
Desv CNPH 5060	3	42023,90	536,78	1,20 ^{ns}	6799,02*	63,63
Desv Deisy	3	3098,73	548,33	0,17**	-2932,27 ^{ns}	32,88
Desv Lavinia	3	26505,41	518,50	0,37*	2919,40 ^{ns}	20,48
Desv Malice	3	18986,19	452,32	1,29 ^{ns}	1039,59 ^{ns}	81,75
Desv Milena	3	5179,42	549,67	0,96 ^{ns}	-2412,10 ^{ns}	90,04
Desv Solaris	3	2021,68	462,72	1,30 ^{ns}	-3201,54 ^{ns}	97,69
Desv Vanda	3	35637,76	580,78	1,52 ^{ns}	5202,49 ^{ns}	76,75
Desv Veneranda	3	24578,60	457,33	1,19 ^{ns}	2437,70 ^{ns}	74,72
Resíduo	105		513,30			

ns, ** e * não significativo ($P > 0,05$), significativo a 1% e 5% pelo teste F, respectivamente. ¹ H₀: $\hat{\beta}_{1i} = 1$ pelo teste t e H₀: $\hat{\sigma}^2_{di} = 0$ pelo teste F.

Tabela 9 Índices ambientais (I_j) obtidos por cada ambiente avaliado nos ensaios de competição de genótipos de alface americana e crespa. Brasília, DF, 2015.

Ambientes	Épocas	Sistema de Cultivo	Índice Ambiental ¹	
			Americana	Crespa
1	1	Convencional	210,45	Descartado ²
2	1	Orgânico	-100,39	-70,07
3	2	Convencional	-150,03	-119,41
4	2	Orgânico	-59,50	61,28
5	3	Convencional	-31,29	4,64
6	3	Orgânico	130,75	123,57

¹ Sinais positivos e negativos indicam respectivamente, ambientes favoráveis e desfavoráveis; ² Ambiente descartado pois CV > 20%.

4.3.2. Método de Cruz et al. (1989)

Nas tabelas 10 e 11 encontram-se as estimativas dos parâmetros de estabilidade e adaptabilidade para os tipos americana e crespa, respectivamente, obtidas pelo método proposto por Cruz et al. (1989).

A metodologia de Cruz et al. (1989) baseia-se na análise de regressão bissegmentada e tem, como parâmetros de adaptabilidade, a média ($\hat{\beta}_0$) e a resposta linear aos ambientes desfavoráveis ($\hat{\beta}_1$) e aos ambientes favoráveis ($\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$). A estabilidade dos genótipos é avaliada pelo desvio da regressão ($\hat{\sigma}^2_{di}$) de cada genótipo avaliado, em função das variações ambientais (Cruz et al., 2004).

Verifica-se que nenhum genótipo do ensaio de competição do tipo americana avaliados nos seis ambientes apresentou comportamento ideal (Tabela 10), conforme o conceito de Verma et al. (1978), ou seja, estimativas significativas dos parâmetros $\hat{\beta}_1 < 1$ e $\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 > 1$, além de desvio de regressão ($\hat{\sigma}^2_{di}$) não-significativo, bem como produção ($\hat{\beta}_0$) superior à média geral do ensaio.

Na tabela 11 estão as estimativas para os genótipos do tipo crespa, e assim como para os genótipos do tipo americana, nenhum demonstrou comportamento ideal de acordo com Verma et al. (1978).

Todavia, sob condições ambientais particularizadas (favoráveis ou desfavoráveis), observou-se que alguns genótipos apresentaram comportamento satisfatório em uma ou em outra condição. Dentre os tipos crespa, Vanda apresentou coeficiente de regressão ($\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$) igual a 2,85 (Tabela 11) no Método de Cruz et al. (1989), estatisticamente superior à unidade, demonstrando ser mais adaptado em ambientes favoráveis. Enquanto Perovana, do tipo americana apresentou coeficiente de regressão ($\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$) = -1,94 (<1,0), demonstrando maior adaptação em ambientes desfavoráveis (tabela 10). Valor de magnitude superior ao coeficiente de regressão estimado por Eberhart & Russel (1966), que foi de -0,05. Esse resultado evidencia ser o Método de Cruz et al. (1989) mais refinado na recomendação de genótipos, para condições específicas de ambientes desfavoráveis, comparando ao método de Eberhart & Russel (1966).

Embora nenhum dos genótipos avaliados tenha apresentado comportamento ideal, surge a necessidade de se determinar quais se aproximam mais do ideótipo, em cada condição ambiental. Entretanto, é bastante difícil, em razão dos vários parâmetros ($\hat{\beta}_0$, $\hat{\beta}_1$, $\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$, $\hat{\sigma}^2_{di}$ e R^2) considerados pela metodologia de Cruz et al. (1989), se alcançar uma recomendação mais refinada para cada uma dessas condições ambientais. Para contornar esses problemas, Carneiro (1998) apresentou algumas metodologias não paramétricas, em que há tendência de se expressar em um ou poucos parâmetros o desempenho e o comportamento de um genótipo, em termos de rendimento, capacidade de resposta às variações ambientais e suas flutuações, o que envolve conceitos de adaptação, adaptabilidade e estabilidade de comportamento.

Tabela 10 Estimativas das médias de produção em g/planta (β_0), dos coeficientes (β_1 e $\beta_1 + \beta_2$), desvios da regressão ($\hat{\sigma}_{di}^2$) e de determinação (R^2) de dez genótipos de alface americana avaliadas em seis ambientes, segundo a metodologia de Cruz et al. (1989). Brasília, DF, 2015.

Genótipo	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$	$\hat{\sigma}_{di}^2$	$R^2(\%)$
Angelina	496,76	0,73 ^{ns}	1,11 ^{ns}	10176,00 ^{ns}	87,86
Bálsamo	615,83	1,59**	0,55 ^{ns}	37202,49 ^{ns}	89,66
Lady	613,91	1,12 ^{ns}	2,72 ^{ns}	31436,64 ^{ns}	85,87
Lagunna	678,98	0,99 ^{ns}	2,58 ^{ns}	123291,82**	55,24
Laurel	669,03	1,04 ^{ns}	2,12 ^{ns}	158483,85**	49,48
Lucy Brown	484,23	1,09 ^{ns}	-0,21 ^{ns}	49610,26*	75,32
Perovana	506,67	0,01**	-1,94*	155370,21**	9,29
Silvana	651,67	1,38 ^{ns}	1,13 ^{ns}	104849,52**	70,09
Tainá	671,52	0,47*	1,27 ^{ns}	62482,86*	35,68
TPC 18614	525,28	1,59**	0,68 ^{ns}	15362,42 ^{ns}	95,46

ns, ** e * não significativo ($P > 0,05$), significativo a 1% e 5%, respectivamente.

Tabela 11 Estimativas das médias de produção em g/planta (β_0), dos coeficientes (β_1 e $\beta_1 + \beta_2$), desvios da regressão ($\hat{\sigma}_{di}^2$) e de determinação (R^2) de oito genótipos de alface crespa avaliadas em cinco ambientes, segundo a metodologia de Cruz et al. (1989). Brasília, DF, 2015.

Genótipo	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$	$\hat{\sigma}_{di}^2$	$R^2(\%)$
CNPH 5060	536,78	1,52 ^{ns}	-0,22 ^{ns}	27952,05	83,87
Deisy	548,33	0,06**	0,67 ^{ns}	351,33	94,93
Lavinia	518,50	0,53 ^{ns}	-0,35 ^{ns}	30768,14	38,46
Malice	452,32	1,40 ^{ns}	0,82 ^{ns}	24592,72	84,24
Milena	549,67	0,85 ^{ns}	1,43 ^{ns}	3971,11	94,91
Solaris	462,72	1,35 ^{ns}	1,06 ^{ns}	2039,23	98,45
Vanda	580,78	1,22 ^{ns}	2,85*	22849,09	90,06
Veneranda	457,33	1,07 ^{ns}	1,75 ^{ns}	31413,63	78,46

ns, ** e * não significativo ($P > 0,05$), significativo a 1% e 5%, respectivamente.

4.3.3. Método do Trapézio quadrático segundo Carneiro (1998)

Nas tabelas 12 e 13 estão apresentadas as estimativas do parâmetro MAEC (medida de adaptabilidade e estabilidade de comportamento), pelo método de Carneiro (1998), segundo a metodologia do trapézio quadrático ponderado pelo coeficiente de variação (CV), dos genótipos componentes dos ensaios de competição de genótipos de alface, tipos varietais americana e crespa, respectivamente.

Verifica-se que a recomendação é imediata em razão da unicidade do parâmetro MAEC, dado pelas estimativas de P_i . Assim, para as condições desfavoráveis, os cinco genótipos do

tipo americana que mais se aproximaram do ideótipo para esta condição foram Silvana, Lagunna, Laurel, Bálsamo e Tainá (Tabela 12).

Da mesma forma para os genótipos do tipo crespa (Tabela 13) destacam-se os genótipos Deisy, Vanda, Milena, Lavínia e CNPH 5060. Enquanto para as condições favoráveis os cinco genótipos que mais se aproximaram do ideótipo foram Silvana, Bálsamo, Lagunna, Laurel e TPC 18614 (Tabela 12) e Vanda, CNPH 5060, Milena, Lavínia e Deisy (Tabela 13). Já para uma recomendação geral destacam-se os genótipos Silvana, Lagunna, Laurel, Bálsamo e Tainá do tipo americana (Tabela 12) e Vanda, Milena, CNPH 5060, Deisy e Lavínia do tipo crespa. (Tabela 13).

Dentre os cinco genótipos apenas Silvana (americana) apresentou valores de P_i de magnitude semelhante tanto para ambiente geral quanto favorável ou desfavorável (Tabela 12), enquanto os outros apresentaram comportamento diferente, com valores de P_i específicos, seja para condições favoráveis ou desfavoráveis. Esse comportamento era esperado em razão de que nesse método o ideótipo (ou genótipo ideal) para ambiente geral, ou seja, aquele de comportamento ideal tanto nas condições favoráveis quanto desfavoráveis foi definido segundo o conceito de Verma et al. (1978) e o modelo de Cruz et al. (1989), o qual apresenta coeficiente de regressão ($\hat{\beta}_1$) igual a 0,5 para as condições desfavoráveis e coeficiente de regressão ($\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$) igual a 1,5 para as condições favoráveis.

Assim, genótipos de adaptabilidade geral obterão valores de P_i semelhantes e de pequena magnitude nas três condições (favorável, desfavorável e ambas, dada pelo ambiente geral). Já os de adaptabilidade específica, seja para condições favoráveis ou desfavoráveis, apresentam valores de P_i de pequena magnitude apenas nessas respectivas condições.

Observa-se então que para os genótipos do tipo americana: Silvana e Lagunna apresentaram adaptabilidade geral, com valores de P_i semelhantes e de pequena magnitude nas três condições. Já para as condições específicas destaca Laurel para condição desfavorável e Bálsamo para condição favorável (Tabela 12).

No tipo crespa, Milena e Vanda apresentaram adaptabilidade geral. Para as condições específicas, verifica-se CNPH 5060 para condição favorável e Deisy para condição desfavorável (tabela 13).

Tabela 12 Produção (g/planta) e estimativas de estabilidade (Pi_g), pela metodologia do trapézio quadrático ponderado pelo CV, segundo metodologia de Lin & Binns (1988) modificada por Carneiro (1998), para os 10 genótipos de alface americana, avaliados em seis ambientes, a partir da decomposição em ambientes favoráveis (Pi_f), desfavoráveis (Pi_d) e suas classificações (Class.). Brasília, DF, 2015.

Genótipos	Ambientes						
	Geral			Favorável		Desfavorável	
	Média/	Pi_g	Class	Pi_f	Class	Pi_d	Class
Angelina	496,76	107141481,15	10	28223428,69	9	78918052,46	10
Bálsamo	615,83	49399277,57	4	9097371,87	2	40301905,70	4
Lady	613,91	66303098,83	6	14463245,31	6	51839853,52	6
Lagunna	678,98	44867374,19	2	10261883,44	3	34605490,75	2
Laurel	669,03	49035184,85	3	13058950,35	4	35976234,50	3
Lucy Brown	484,23	91100192,73	8	26125681,97	8	64974510,76	8
Perovana	506,67	107017042,29	9	42903062,90	10	64113979,39	7
Silvana	651,67	42537538,89	1	8940973,29	1	33596565,59	1
Tainá	671,52	57182910,09	5	15305097,41	7	41877812,68	5
TPC 18614	525,28	83761558,33	7	14100560,41	5	69660997,92	9
Média	591,39						

Tabela 13 Produção (g/planta) e estimativas de estabilidade (Pi_g), pela metodologia do trapézio quadrático ponderado pelo CV, segundo metodologia de Lin e Binns (1988) modificada por Carneiro (1998), para os oito genótipos de alface crespa, avaliados em cinco ambientes, a partir da decomposição em ambientes favoráveis (Pi_f), desfavoráveis (Pi_d) e suas classificações (Class.). Brasília, DF, 2015.

Genótipos	Ambientes						
	Geral			Favorável		Desfavorável	
	Média	Pi_g	Class	Pi_f	Class	Pi_d	Class
CNPH 5060	536,78	32498431,73	3	13939549,00	2	18558882,73	5
Deisy	548,33	32572830,29	4	20790756,77	5	11782073,52	1
Lavinia	518,50	34964845,24	5	18320061,25	4	16644783,99	4
Malice	452,32	46395979,96	6	23203235,96	8	23192744,00	6
Milena	549,67	31471827,54	2	14886112,97	3	16585714,57	3
Solaris	462,72	46776038,09	7	21429258,75	6	25346779,35	7
Vanda	580,78	28029912,91	1	13042322,16	1	14987590,75	2
Veneranda	457,33	47003575,77	8	21612533,35	7	25391042,42	8
Média	513,30						

5. CONCLUSÕES

Os genótipos de alface apresentaram comportamento variável dependendo da condição ambiental. Entre os genótipos do tipo americana, no cultivo convencional, o que mais se destacou foi Lagunna. Já no orgânico, foi a Laurel.

Entre os genótipos de tipo crespa, destaca-se para ambas condições convencional e orgânica, os genótipos CNPH 5060 e Deisy.

Os genótipos apresentam elevada variabilidade. Pelo método de Eberhart & Russel (1966) os genótipos do tipo americana que se destacam são Lady e Silvana. Entre os genótipos do tipo crespa, se sobressaem Milena e Vanda.

Pelo método de Cruz et al. (1989) dentre os tipos crespa, Vanda demonstrou ser mais adaptada em ambientes favoráveis. Enquanto Perovana, do tipo americana apresentou capacidade de maior adaptação em ambientes desfavoráveis. O Método de Cruz et al. (1989) mostra-se mais refinado na recomendação de genótipos, para condições específicas de ambientes desfavoráveis, comparando ao método de Eberhart & Russel (1966).

Pelo método do Trapézio quadrático segundo Carneiro (1998) os genótipos do tipo americana, Silvana e Lagunna, apresentaram adaptabilidade geral. Já para as condições específicas destaca Laurel para condição desfavorável e Bálsamo para condição favorável. No tipo crespa, Milena e Vanda apresentaram adaptabilidade geral. Para as condições específicas, verifica-se CNPH 5060 para condição favorável e Deisy para condição desfavorável.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLARD, R.W. **Principles of plant breeding**. New York: J. Wiley, 485 p 1960.
- ALLARD, R.W.; BRADSHAW, A.D. Implications of genotype-environment interactions in applied plant breeding. **Crop Sci**. Madison, v.4. n.5, p 503-7, 1964.
- ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics and Plant Breeding**, v. 46, p. 269-278, 1992.
- BASTOS, I. T. et al. Avaliação da interação genótipo x ambiente em cana-de açúcar via modelos mistos. **Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia**, v. 37, p. 195-203, 2007.
- BEZERRA NETO, F. et al. Produtividade de Alface em função de sombreamento, temperatura e luminosidade elevada. **Horticultura Brasileira**, Brasília V. 23, n.2, p. 189-192, jun. 2005.
- BEZERRA, F. C. Produção de mudas de hortaliças em ambiente protegido. Fortaleza - CE: Embrapa Agroindústria Tropical. 22 p. (Embrapa Agro.Ind. Tropical. **Documentos**, **72**). 2003
- BLANCO, M.C.S.G.; GROppo, G.A.; TESSARIOLI NETO, J. Alface (*Lactuca sativa L.*). **Manual Técnico das Culturas** 2(8): 13-18, 1997.
- BLAT SF; SANCHEZ SV; ARAÚJO JAC; BOLONHEZI D. Desempenho de cultivares de alface crespa em dois ambientes de cultivo em sistema hidropônico. **Horticultura Brasileira**, v.29, p. 135-138. 2011.
- BLIND, A.D.; SILVA FILHO, D.F. Desempenho produtivo de cultivares de alface americana na estação seca da amazônia central. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 2, p. 404-414, mar/abr. 2015.
- BOAS R.L.V, PASSOS J.C., FERNANDES D.M., BULL L.T, CEZAR V.R.S & GOTOR Efeito de doses e tipos de composto orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, 22:28-34. 2004.
- BORÉM, A; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 4. ed. Viçosa: UFV, p.441. 2009.
- BRASIL, Instrução Normativa nº 46, de 06 de outubro de 2011. Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção... Diário Oficial da União, Brasília, 07 de outubro de 2011. Seção 1.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Estatísticas**: situação da produção orgânica 2006. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 27 jun. 2007.
- CARNEIRO, P.C.S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 1998. 168p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CHITARRA M. I. F; CHITARRA A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**: fisiologia e manuseio Lavras: UFLA. 785p. 2005.

CHUNG RM; AZEVEDO FILHO JA; COLARICCIO A. Avaliação da reação de genótipos de alface (*Lactuca sativa L.*) ao *Lettuce Mosaic Virus* (LMV). **Bragantia** 66:61-68. 2007.

CNPH - <https://www.embrapa.br/hortalicas>. Portal da Embrapa, Hortalica em números.

COSTA, C. P.; SALA, F. C. A evolução da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**. Brasília, DF, v. 23, n. 1, 2005.

CRODA, M.D.; NASCIMENTO, W.M.; FREITAS, R.A.; MEDEIROS, K. A. Produção de sementes de alface nas condições do Distrito Federal e sua capacidade germinativa sob temperaturas elevadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 48, Maringá. Resumos... Maringá: ABH. 1 CD-ROM. 2008.

CRUZ CD. **Princípios de genética quantitativa**. Viçosa: UFV. 394p. 2005.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético** (volume 1 - 3a. ed.), Editora UFV, Viçosa, MG. 2004. 480p. 2004.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento genético**. Editora Viçosa p. v.2 435- 456, 2006.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed.rev. Viçosa, Editora UFV 390p., 2001.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento genético**. Editora Viçosa P. 01, 03, 35, 49, 1997

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

DIAMANTE, S. M.et al. Produção e resistência ao pendoamento de alfaces tipo lisa cultivadas sob diferentes ambientes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 133-140, 2013.

DOMINGUES NETO, F.; SILVA, G.P.P.; PEREIRA, T.S.; REZENDE, F.V.; VIDAL, M.C.; GUALBERTO, R. Desempenho agrônomico de grupos de cultivares de alface sistema orgânico no Distrito Federal. **Embrapa Hortaliças**, Resumos do IV Seminário de Agroecologia do Distrito Federal e Entorno – Brasília/DF. 2014.

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

ECHER, M. M. *et al.* Comportamento de cultivares de alface em função do espaçamento. **Revista de Agricultura**, v. 76, p. 267-275, 2001.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informações (SPI), 412p., 1999.

FEHR, W. R. Principles of cultivar development. New York: **Macmillan**, cap.18, p. 247-258. 1987.

FIGUEIREDO, E.B.; MALHEIROS, E.B.; BRAZ, L.T. Interação genótipo x ambiente em cultivares de alface na região de Jaboticabal. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p. 66-71, jan-mar 2004.

FILGUEIRA, F. A. **Manual de Olericultura** - Cultura e Comercialização de Hortaliças (Vol. 2). Agronômica Ceres. 1982.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de Olericultura**: Agro tecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: editora Ceres, 412 p. 2003.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na Produção e comercialização de hortaliças. 2. ed. Viçosa. MG: Ed. UFV, 412 p. 2005.

FINLAY, K.W.; WILKINSON, G. N., The analysis of adaptation in a plant breeding programme. **Austr. J. Agri. Res.**, East Melbourn, v. 14 p. 742- 754, 1963.

GOMES, T.M.; BOTREL, T.A.; MODOLO, V.A.; OLIVEIRA, R.F. Aplicação de CO₂ via água de irrigação na cultura da alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.316-319, abril- junho 2005.

GRANGEIRO, L.C.; COSTA, K.R.; MEDEIROS, M.A.; SALVIANO, A.M.; NEGREIROS, M.Z.; BEZERRA NETO, F.; OLIVEIRA, S.L. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivadas em condições do Semiárido. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 190-194, 2006.

GUALBERTO R.; OLIVEIRA, P.S.R.; GUIMARÃES, A.M. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de alface do grupo crespa em cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira**, vol. 27, p.007-011, 2009.

HENZ GP; SUINAGA F **Tipos de alface cultivadas no Brasil**. Brasília: Embrapa Hortaliças. 7p. (Comunicado Técnico, 75), 2009.

HOTTA, L.F.K. **Interação de progênes de alface do grupo americano por épocas de cultivo**. 87p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2008.

HUENH, M. Nonparametric measures of phenotypic stability.Part 2: Applications. **Euphytica**, v.47, p. 189-194, 1990.

HUETT, D.O. Growth, nutrient uptake and tipburn severity of hydroponic lettuce in response to electrical conductivity and K: Ca ratio in solution. **Aust. J. Agric. Res.**, Melbourne, v. 45, p. 251-267, 1994.

HUNT, R. **Plants Growth Curves** – The functional to plant growth analysis. Editora Edward-1978.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Situação da produção e área de hortaliças no Brasil**. Disponível em: [http:// www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em: 19 agosto de 2014.

JASSE, M. E. C.; OLIVEIRA, S. F.de; RESENDE, F. V., VIDAL, M. C. Produção de cultivares de alface dos tipos lisa, crespa e americana em sistema agroecológico. **Horticultura Brasileira**, Suplemento 2. CD-ROM. Brasília, DF, v. 24, n. 1, jul. 2006.

KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: **Agronômica Ceres**, 492 p, 1985.

LEITE, M. O. Caracterização da qualidade nutricional, microbiológica, física e de vida útil pós-colheita de alface (*Lactuca sativa* L.) in natura, cultivadas por agricultura natural, hidroponia e método convencional, higienizadas e acondicionadas em atmosfera natural. 98 p. (Tese **Doutorado**). Seropédica, RJ. Setembro 2006.

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

LUZ A.O; JÚNIOR S.S; SOUZA S.B.S; NASCIMENTO A.S. Resistência ao pendoamento de genótipos de alface em ambientes de cultivo. *Agrarian 2*: 71-82. 2009.

MAGALHÃES, A.G. **Caracterização de genótipos de alface** (Tese de mestrado) Universidade federal rural de Pernambuco- recife, 2006.

MALAVOLTA, E. A.B.C da adubação. 5. ed. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 292 p. 1989.

MARIOTTI, J.A.; OYARZABAL, E.S.; OSA, J.M.; BULACIO, A.N.R.; ALMADA, G.H. Análise de estabilidad y adaptabilidade de genótipos de caña de azucar, I. Interacciones dentro de una localidad experimental. **Revista Agron. N.O. Argent** Argentina, v. 13, n. 1-4, p. 405-412, 1976.

MELO A.M.T; MELO P.C.T. Hiroshi Nagai (1935-2003): sua vida e contribuições à olericultura. **Horticultura Brasileira** 21: 4. 2003.

MOU, B. Lettuce. In: PROENZ, J.; NUEZ, F. (Ed.). **Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Cheonopiaceae, and Cucurbitaceae**. New York: Springer Science + Business Média, p. 75-118. 2008.

NAGAI, H., Alface. p. 173-174. In: FAHL, I., M. CAMARGO, J. PIZZINATTO, J. BETTI, A. MELO E A. FURLANI. **Instruções Agrícolas para as principais culturas econômicas**. Sexta edição. Instituto Agronômico de Campinas, Campinas. 393 p. 1998.

OLIVEIRA ACB; SEDIYAMA MAN; PEDROSA MW; GARCIA NC; GARCIA SLR. Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico. **Acta Scientiarum Agronomy** 26: 211-217. 2004.

OLIVEIRA E. Q.; SOUZA, R. J.; CRUZ, M. C. M.; MARQUES, V. B.; FRANÇA, A. C. Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v.28, p.36-40, 2010.

PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. Campinas, SP: Instituto Agronômico. 33p. (IAC Boletim técnico nº 114). 1987.

PIMENTEL-GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 11.ed. São Paulo: Nobel, 466p. 1985.

PLAISTED, R.L. PETERSON, L.C.; A technique for evaluating the ability of selection to yield consistently in diferente location or seasons. **Amer. Potato J.**; Washington, v.36, p. 381- 385, 1959.

QUEIROZ, J.P. da S.; COSTA, A.J.M. da; NEVES, L.G.; SEABRA JUNIOR, S.; BARELLI, M.A.A. Estabilidade fenotípica de alfaces em diferentes épocas e ambientes de cultivo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 2, p. 276-283, abr-jun, 2014.

RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A. de F.B.; RIGHETTO, G.U. Interação de cultivares de feijão por épocas de semeadura em diferentes localidades do Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, p.1183-1189, 1993.

RESENDE, F. V.; SAMINÊZ, T. C. O.; VIDAL M. C.; SOUZA, R. B.; CLEMENTE, F. M. Cultivo de alface em sistema orgânico de produção. Embrapa Hortaliças. Brasília, DF, Novembro, 2007.

RIBEIRO, A.C.; GUIMRÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H., eds. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa 359p. 1999.

ROBERTSON, A. **Experimental design on the measurement of heritabilities and genetic correlations- Biomedical genetics**. New York: Pergamon Press186 p. 1959.

ROCHA, M.M. **Seleção de linhagens experimentais de soja para adaptabilidade e estabilidade fenotípica**. 184p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2002.

ROSSMANN, H. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de uma população de soja avaliada em quatro anos**. 2001. 80 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

RYDER, E.J. **Lettuce endive and chicory**. Ed.CABI Publishing, USA208 p. 1999.

SALA, F C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, p. 187-194, 2012.

SALA, FC. MELHORAMENTO GENÉTICO DE ALFACE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51. **Horticultura Brasileira** 29. Viçosa: ABH.S5813-S5827. 2011.

SANTI A; CARVALHO MAC; CAMPOS OR; SILVA AF; ALMEIDA JL; MONTEIRO S. Ação de material orgânico sobre a produção e características comerciais de cultivares de alface. **Horticultura Brasileira** 28: 87 – 90. 2010.

SANTOS, L. L.; SEABRA JUNIOR, S.; NUNES, M. C. M. Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido. Alta Floresta, **Revista de Ciência Agro Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 83-93, 2010.

SCOTT, A.J & KNOTT, M. Accouter analysis methods for grouping means in the analysis of variants. **Biometrics**, v.30, p.507-512, 1974.

SEBRAE-DF. **A questão ambiental do Distrito Federal**: informação e orientação para as atividades empresariais e para o público em geral. Brasília, 136p. 2004.

SILVA, E. M. N. C. P.; FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO S.E.TAVELLA, L. B.; SOLINO, A. J. S. Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. **Horticultura Brasileira**, v.29, p.242-245, 2011.

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

SOUSA CS, BONETTI AM, GOULART FILHO LR, MACHADO JRA, LONDE LN, BAFFI MA, RAMOS RG, VIEIRA CU & KERR WE Divergência genética entre genótipos de alface por meio de marcadores AFLP. **Bragantia**, 66:11-16. 2007.

SOUZA MCM; RESENDE L.V; MENEZES D; LOGES V; SOUTE T. A.; SANTOS V.F. Variabilidade genética para características agronômicas em progênies de alface tolerantes ao calor. **Horticultura Brasileira** 26: 354-358. 2008.

SOUZA, J. L. Pesquisa em olericultura orgânica. In: I WORKSHOP DE OLERICULTURA ORGÂNICA NA REGIÃO AGRONÔMICA DO DISTRITO FEDERAL.2001, Brasília, **Anais...** Brasília: Embrapa Hortaliças, p. 143-146, 2001.

SOUZA, R. J.; YURI, J. E.; R.M.; MOTA, J. H. Comportamento de cultivares de alface americana em Santo Antônio do Amparo. **Horticultura Brasileira**, Brasília – DF, v.23, n.4, p.870-874, out/dez 2005.

SUINAGA, F. A.; BOITEUX, L. S.; CABRAL, C. S., RODRIGUES, C. S. Efeitos do calor e fontes tolerância ao florescimento precoce em variedades de alface do tipo americana. Brasília: **Embrapa Hortaliças**, (Comunicado técnico). 2013a.

SUINAGA, F. A; BOITEUX, L. S.; CABRAL, C. S.; RODRIGUES, C. S. Métodos de avaliação do florescimento precoce e identificação de fontes de tolerância ao calor em cultivares de alface do grupo varietal crespa. Brasília: **Embrapa Hortaliças**, (Comunicado técnico). 2013b.

SUINAGA, F.A.; MONTEIRO, A.E.R. LUZ, C.E.A; BOITEUX, L. S. Eficiência de métodos de emasculação: III. Alface lisa e romana. Brasília: **Embrapa Hortaliças**, (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento). 2014b

SUINAGA, Fábio Akiyoshi; RESENDE, F. V.; BOITEUX, L. S.; PINHEIRO, J. B. Avaliação fitotécnica de dez genótipos de alface crespa: I Cultivo Orgânico. Brasília: **Embrapa Hortaliças**, (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento). 2014.

TAI, G.C.C., Genotypic stability analysis and is application to potato regional trials. **Crop. Sci.**, Madison, v.11, p. 184- 190, 1971.

TOLER, J.E. **Patterns of genotypic performance over environmental arrays**. [S.I.]: Clemson University, USA, 154f. Ph.D. Thesis. 1990.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P.; Genética biométrica, no fitomelhoramento. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, p. 486, 1992.

VERMA, M.M.; CHAHAL, G.S.; MURTY, B.R. Limitations of conventional regression analysis; a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, v.53, p.89-91, 1978.

VIANA, E.P.T.; DANTAS, R.T.; SILVA, R.T.S.; COSTA, J.H.S.; SOARES, L.A. dos A. Cultivo de alface sob diferentes condições ambientais. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.9, n.2, 2013.

WRICKE, S, Zur berechnung der okovalenz bei sommerweizen und hafer. **Pflanzenzuchtung**, Berlim, v.52, p. 127- 138, 1965.

YURI, J.E.; RESENDE, G.M.; MOTA, J.H.; SOUZA, R.J.; FREITAS, S.A.C.; RODRIGUES JUNIOR, J.C. Comportamento de cultivares de alface americana em Santana da Vargem. **Horticultura Brasileira** 22: p.249-252, 2004b.

YURI, J.E.; RESENDE, G.M.; MOTA, J.H.; SOUZA, R.J.; RODRIGUES JUNIOR, J.C. Comportamento de cultivares e linhagens de alface Americana em Santana da Vargem (MG), nas condições de inverno. **Horticultura Brasileira**, v.22, p.322-325, 2004a.