



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA
DOUTORADO EM FITOTECNIA

STEFESON BEZERRA DE MELO

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM ACESSOS DE MELÃO
UTILIZANDO REDES NEURAS ARTIFICIAIS**

MOSSORÓ

2015

STEFESON BEZERRA DE MELO

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM ACESSOS DE MELÃO
UTILIZANDO REDES NEURAS ARTIFICIAIS**

Tese apresentada ao Doutorado em Fitotecnia do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Linha de Pesquisa: Melhoramento de plantas

Orientador: Glauber Henrique de Sousa Nunes, Prof. Dr.

MOSSORÓ

2015

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência (SIR)

Melo, Stefeson Bezerra de.

Divergência genética em acessos de melão utilizando redes neurais artificiais / Stefeson Bezerra de Melo. - Mossoró, 2015.

72f: il.

1. *Cucumis melo*. 2. Germoplasma. 3. Divergência genética. I. Título

RN/UFERSA/BCOT/414
M528d

CDD 635.611

STEFESON BEZERRA DE MELO

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM ACESSOS DE MELÃO
UTILIZANDO REDES NEURAI ARTIFICIAIS**

Tese apresentada ao Doutorado em Fitotecnia do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Linha de Pesquisa: Melhoramento de plantas

Defendida em: 20 / 03 / 2015.

BANCA EXAMINADORA

Glauber Henrique de Sousa Nunes

Glauber Henrique de Sousa Nunes, Prof. Dr. (UFERSA)
Orientador

Lidiane Kely de Lima

Lidiane Kely de Lima, Prof^a. Dra. (UFERSA)
Membro Examinador

Django Jesus Dantas

Django Jesus Dantas, Dr.
Membro Examinador

Walter Martins Rodrigues

Walter Martins Rodrigues, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

Francisco Solon Dantas Neto

Francisco Solon Dantas Neto, Dr.
Membro Examinador

A minha mãe, meu pai, meus avós e irmãos.

Dedico

A todos cientistas e artistas, porque até hoje
não aprendi a diferença.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

in toto corde meo

Agradeço a Deus, seja ele quem for ou onde estiver.

Agradeço a Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), por todas as oportunidades que me proporcionou tanto pessoal quanto profissional.

Agradeço a todos que fazem a UFERSA Angicos, em especial aos professores Araken Medeiros, Carmelindo Rodrigues, Edcarlos Alves e Joselito Cavalcante

Agradeço ao amigo Glauber Nunes por ter me aceitado como orientado e ter dado todas as condições possíveis para realização deste trabalho.

Agradeço a Banca Examinadora pelas valiosas contribuições dada ao trabalho.

Agradeço aos amigos da UFERSA Angicos Cesar Souza, Damilson Ferreira, Edwin Luize, Franciné Maia, Ivan Mezzomo, Marcos Rodrigues, Matheus Menezes, Roberto Namor, Rafael da Costa e Wivaldo Dantas pelo apoio durante toda a trajetória do curso.

Agradeço aos amigos Rodrigo Líbero e Família, Leonardo Ferreira, Kaio Sales, Abner Oliveira, George Oliveira, Igor Israel, Cezar Ramos, Marcos José Lemos, Daniela Souza, Gabriela Sousa (Rek), Laerte Amorim, Cecília Nobre, Suênia Leila, Silvana Souza, Wagner de Oliveira, Vale do Magic, Gustavo Sessa, Marco Wanderley Silva, Django Dantas, Solon Dantas, Elias Neves, João de Deus Lima, Alessandra Salviano, Cipriano Lima e a todos da programa de pós-graduação em Fitotecnia.

Agradeço aos professores do programa de pós-graduação Francisco Bezerra, José torres, Lindomar, Manoel Abílio e Paulo Sérgio Lima.

Agradeço a Bruna Tavares de Morais pelo companheirismo e apoio durante o início e o término deste trabalho.

“Tempus sanat omnia. Sed quam curare tempus”

Tempus et Refert

RESUMO

MELO, Stefeson Bezerra de. **Divergência genética em acessos de melão utilizando redes neurais artificiais**. 2015. 72 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA). Orientador: Prof. Dr. Glauber Henrique de Sousa Nunes.

O meloeiro (*Cucumis melo L.*) é uma espécie de grande importância econômica para o nordeste brasileiro, em especial no agropólo Mossoró-Assú. O estudo da divergência genética possibilita uma seleção preliminar de indivíduos com características superiores para obtenção de híbridos com maior efeito heterótico para serem introduzidos em programas de melhoramento genético. O objetivo deste trabalho foi avaliar a divergência genética entre 46 acessos de meloeiro para 22 variáveis quantitativas físico-químicas e morfoagronômicas, avaliados por meio da aplicação das técnicas de Redes Neurais Artificiais. Foram conduzidos dois experimentos na Horta Experimental do Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-árido - UFERSA, no município de Mossoró, Estado do Rio do Grande do Norte, nos períodos de 12/09/2006 a 5/12/2006 e de 15/08/2007 a 17/10/2007. Por meio das técnicas de Redes Neurais Artificiais, verificou-se a formação de quatro grupos para ambos os experimentos, como também para a média dos dois anos. Analisando os grupos constituídos das médias de 2006 e 2007. Em todos os grupos as variáveis do fruto foram as que obtiveram as maiores dispersões. Uma análise de discriminante foi utilizada para verificar a consistência dos grupos formados e observou-se que considerando as 22 variáveis houve 100% de acerto, isto é, para a função discriminante todos os acessos foram classificados corretamente. Adicionalmente também foi observada as distâncias entre os grupos, e o grupo 1 foi significativamente distante de todos os outros grupos, porém mais distante, geneticamente, do grupo 3. O grupo 2 é divergente em relação ao grupo 3 e similar ao grupo 4. O grupo 3 apresenta similaridade em relação ao grupo 4. E desta forma sugerimos possíveis cruzamentos entre os acessos 2, 13, 15, 16, 17, 27, 33, 36, 40, 43, 46 que seriam os mais promissores para novas populações de trabalho. As redes neurais artificiais se mostraram viáveis como método da análise da divergência genética no meloeiro e foi encontrada divergência genética para todos os grupos estudados, e com isso pode-se obter novos cruzamentos com o intuito de obter populações melhoradas.

Palavras-chave: *Cucumis melo L.*, germoplasma, análise de discriminante, bioinformática, dissimilaridade

ABSTRACT

MELO, Stefeson Bezerra de. **Genetic divergence in melon using artificial neural networks**. 2015. 72 p. Tese (Doctorate in Plant Science) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2015. Adviser : Prof. Dr. Glauber Henrique de Sousa Nunes.

Melon (*Cucumis melo* L.) is a species economic importance to Brazilian northeast, especially in Mossoró-Assú agropolo. The study of genetic diversity allows in the preliminary selection of individuals with superior characteristics to produce hybrids with the high heterotic in breeding programs. The objective of this study was to evaluate the genetic divergence among 46 melon genotypes for 22 physicochemical and agronomic quantitative variables, evaluated by techniques artificial neural networks. Two experiments were conducted in Horta Experimental Department of Plant Sciences at the Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA in the Mossoró, State of Rio Grande do Norte, in the periods 12/09/2006 to 05/12/2006 and 15/08/2007 to 17/10/2007.

Through the techniques of artificial neural networks, was found four groups for both experiments, but also to average of two years. A discriminant analysis was used to check the consistency of groups formed and it was observed that considering the 22 variables, there was 100% hit, that is, for the discriminant function all genotypes were classified correctly. In addition was also observed distances between groups and group 1 was significantly distant from all other groups, more distant, genetically, Group 3. Group 2 are different with respect to group 3 and group similar to 4. The group 3 shows similarity to group 4. And so we suggest possible crosses between accessions 2, 13, 15, 16, 17, 27, 33, 36, 40, 43, 46 that would be most promising for new populations of work. Artificial neural networks have proved viable as a method of analysis of genetic divergence in melon and genetic divergence was found for all groups, and with that you can get new crossings in order to obtain improved populations.

Keywords: *Cucumis melo*, germplasm, discriminant analysis, bioinformatics, dissimilarity

Lista de Figuras

- Figura 1 – Exemplo de arquitetura da rede neural artificial kohonen composta por n acessos e m caracteres na camada de entrada, e por k neurônios na camada competitiva. Fonte: AMARAL JÚNIOR et. al., (2010)30
- Figura 2 – Quantidades de acessos de meloeiro em cada grupo formado pela rede neural artificial kohonen36
- Figura 3 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável P100SEM a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.58
- Figura 4 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável NF/PI a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.58
- Figura 5 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável PMF a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.59
- Figura 6 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável PROD a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.59
- Figura 7 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável DL a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.60
- Figura 8 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável DT a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.60
- Figura 9 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável IF a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.....61
- Figura 10 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável EP a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.....61
- Figura 11 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável FP a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias,desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.62

Figura 12 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável SST a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.	62
Figura 13 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável HASTE a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.	63
Figura 14 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável NRAMOS a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.	63
Figura 15 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável FLOR a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.	64
Figura 16 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável CPEN a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.	64
Figura 17 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável CCOR a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.	65
Figura 18 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável LCOR a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.	65
Figura 19 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável CCA a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.	66
Figura 20 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável CFOL a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.	66
Figura 21 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável LFOL a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.	67
Figura 22 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável RFOL a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.	67

Figura 23 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável CP a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.68

Figura 24 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável NLOB a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.68

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Caracterização dos grupos varietais do melão.....	18
Tabela 2– Variáveis analisadas nos experimentos, Mossoró-RN, UFERSA,2006/2007 ..	27
Tabela 3 – Caracterização de acessos/cultivares de meloeiro Mossoró-RN, UFERSA,2006/2007.....	28
Tabela 4 – Grupos formados pela redes neurais artificiais kohonen para 22 variáveis quantitativas do meloeiro Mossoró-RN, UFERSA,2006.	34
Tabela 5 – Grupos formados pela redes neurais artificiais kohonen para 22 variáveis quantitativas do meloeiro Mossoró-RN, UFERSA,2007.	35
Tabela 6 – Grupos formados pela redes neurais artificiais kohonen para 22 variáveis quantitativas do meloeiro Mossoró-RN, UFERSA,2006/2007	37
Tabela 7 – Médias da análise conjunta dos 46 acessos de meloeiro avaliados e seus respectivos grupos para 22 variáveis quantitativas, Mossoró-RN, UFERSA,2006/2007 ..	38
Tabela 8 – Médias das 22 variáveis quantitativas para os 4 grupos formados pela rede neural artificial kohonen, Mossoró-RN, UFERSA,2006/2007	40
Tabela 9 – Pesos sinápticos para os 4 grupos formados pela redes neurais artificiais kohonen para 22 variáveis quantitativas do meloeiro Mossoró-RN, UFERSA,2006/2007	45
Tabela 10 – Porcentagem de classificação correta e incorreta de cada grupo, obtida mediante a análise da função discriminante, com base na classificação proposta pelo método de redes neurais artificiais de kohonen em quatros grupos, considerando 22 variáveis quantitativas avaliadas em 46 acessos de meloeiro Mossoró-RN, UFERSA,2006/2007.....	46
Tabela 11 – Distância de Mahalanobis entre os grupos, obtida mediante a análise da função discriminante, com base na classificação proposta pelo método de redes neurais artificiais de kohonen em quatros grupos, considerando 22 variáveis quantitativas avaliadas em 46 acessos de meloeiro Mossoró-RN, UFERSA,2006/2007	47

SUMÁRIO

in menu

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1 Aspectos Gerais	14
2.2 Origem	15
2.3 Classificação	15
2.4 O meloeiro no Brasil.....	19
2.5 Programas Brasileiros de Melhoramento Genético	19
2.6 Divergência Genética.....	21
2.7 Análise da Divergência Genética.....	22
2.8 Redes Neurais Artificiais (RNA).....	24
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1 Obtenção dos dados	27
3.2 Descrição geral do estudo	29
3.3 Análise dos dados	29
3.3.1 Rede Neural Artificial.....	29
3.3.2 Processo competitivo	31
3.3.3 Processo Adaptativo	32
3.4 Análise da Função Discriminante	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1 Experimento de 2006.....	34
4.2 Experimento de 2007	35
4.3 Análises dos grupos formados pelas redes neurais artificiais para as médias de 2006 e 2007.....	36
4.4 Pesos sinápticos das variáveis para formação dos grupos	44
4.5 Análise da função discriminante para os grupos formados das médias dos experimentos de 2006 e 2007.	46
4.6 Cruzamentos potenciais para formação de nova população de trabalho	47
5 CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
APÊNDICE	58
GLOSSÁRIO.....	69

1 INTRODUÇÃO

Hic incipit iter

O melão (*Cucumis melo L.*) é uma olerícola popular no mundo inteiro, originária da África e Ásia central, possui grande valor comercial e nutritivo, apresentando ampla diversidade de tamanho e forma de seus frutos, sendo cultivada de norte a sul do Brasil, com destaque para o nordeste brasileiro onde se concentra os maiores volumes de produção e exportação.

A contínua incorporação de novas tecnologias tem promovido constante expansão no agronegócio do melão brasileiro. Além de resultar em relevante inserção internacional, este negócio gera emprego e renda no semiárido nordestino com destacada participação de pequenos, médios e grandes produtores nos mercados nacionais e internacionais (CRISÓSTOMO *et al.*, 2008).

O agropólo Mossoró-Assu, base produtiva da fruticultura potiguar, tem o meloeiro como principal cultura. As grandes empresas produtoras e exportadoras aplicam pesados investimentos em tecnologia de ponta para produção de frutos com a qualidade requerida pelo exigente mercado europeu. A alta tecnologia envolve modernos sistemas de irrigação, uso intensivo de insumos agrícolas e sementes melhoradas, mais especificamente híbridos simples. Existe também uma estrutura para garantir a qualidade do fruto e aumentar a vida pós-colheita, permitindo a chegada com qualidade no mercado externo (TORRES FILHO, 2009).

O melhoramento genético de plantas é a mais vantajosa estratégia para o avanço da evolução dessas características de forma sustentável e equilibrada. De acordo com Borém e Miranda (2005) no estudo da diversidade genética não existe métodos únicos para se atingirem objetivos específicos. O melhorista deve, de forma crítica, avaliar cada situação e otimizar os recursos disponíveis para alcançar os objetivos dentro da melhor relação custo-benefício.

A avaliação da performance relativa de centenas ou milhares de plantas geneticamente distintas só se tornou possível com o desenvolvimento de técnicas

experimentais e de análises estatísticas, que permitem afirmar, com certo nível de confiança, que determinados indivíduos são superiores aos demais (BARROS *et al.*, 2005).

Desse modo, novas cultivares, uniformes e mais produtivas, com melhor sabor, polpa firme e espessa, alto teor de sólidos solúveis, maior conservação pós-colheita e adaptadas ao semiárido, continuam sendo demandadas pela cadeia produtiva do melão no nordeste. Estas demandas podem ser atendidas por meio do desenvolvimento de programas de melhoramento, que faça uso integrado de técnicas de biologia molecular e do melhoramento genético convencional, (ARAGÃO, 2011)

Nesse contexto as redes neurais artificiais podem contribuir como uma nova técnica para o estudo da divergência genética em diversas espécie de plantas, e servir de ferramenta para otimização dos recursos e obter cruzamentos promissores com maior precisão e exatidão.

As redes neurais artificiais são aproximações brutas das redes e neurônios encontrados no cérebro humano. Assim de um ponto de vista prático, consiste em um sistema computacional paralelo (camadas) constituído de várias unidades de processamento simples (neurônios artificiais) conectadas entre si de uma maneira específica para executar uma determinada tarefa (BULLINARIA, 2010).

A utilização de redes neurais artificiais se justifica pelas suas inúmeras vantagens, dentre elas podemos citar: Permite falhas nos dados e suporta erros, ajuste a novas condições, reconhecimento de padrões, oferece soluções a partir de dados passados. No sentido do melhoramento de plantas pode dar suporte a reconhecer padrões e prever comportamentos, ou quando se deseja agrupar e/ou classificar acessos.

Diante disso, um estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a viabilidade do uso das redes neurais artificiais como técnica de análise da diversidade genética em melão (*Cucumis melo L.*), a partir de quarenta e seis acessos de meloeiro oriundos do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-árido (CPATSA) e quatro cultivares comerciais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Cave ab homine unius libri tantum

2.1 Aspectos Gerais

A espécie *Cucumis melo* L, é diplóide ($2n = 2x = 24$ cromossomos) e compreende duas subespécies de acordo a com a pilosidade do ovário: *C. melo* ssp *melo*, com ovário piloso, e *C. melo* ssp *agrestis*, com ovário ceroso (JEFREY, 1980). O meloeiro está distribuído em todo o mundo, e é a espécie que possui a maior variabilidade fenotípica no gênero. A maior parte da variação é observada em seus frutos. O meloeiro tem frutos com formas que variam de esféricas a extremante alongadas, com peso de poucos grammas a vários quilogramas, sabor da polpa de amargo a doce e diferentes colorações de polpa e casca (STEPANSKY *et al.*, 1999).

A espécie apresenta plantas anuais, herbáceas, de caule prostrado, sulcado, não aculeado, híspido, com um número de hastes ou ramificações variável e que podem atingir até três metros, dependendo da cultivar. As folhas são alternadas simples, limbo inteiro, trilobado, pentalobado, 3- ou 5- palmada, angulosas quando jovens e subcudiformes quando completamente desenvolvidas (KIRKBRIDE, 1993). Possui gavinhas, órgãos de sustentação da planta, nas axilas das folhas. O sistema radicular é ramificado, vigoroso e pouco profundo, concentrado nos primeiros 20 a 30 cm de solo, com pouca capacidade de regeneração após traumatismos, o que dificulta a propagação da cultura por meio de transplantes de mudas (GÓMEZ-GUILLAMÓN *et al.*, 1983).

O melão pode apresentar quatro tipos de expressão sexual: andromonoica, ginomonoica, ginoica, monoica e hermafrodita (MATHEW *et al.*, 1986). Em geral, as variedades americanas são andromonoicas, enquanto que as europeias são monoicas (PITRAT, 2008).

2.2 Origem

Para a maior parte dos autores, a forma selvagem antepassada do meloeiro é originária da África (AKASHI *et al.*, 2001). De acordo com Mallick e Massui (1986), a literatura aponta centros primário e secundário do melão. Os diferentes centros citados foram a Índia, a Arábia Saudita e a China. Por outro lado, em um estudo conduzido por mais de 25 anos pelo Instituto de indústria vegetal da antiga União Soviética, com 4500 acessos de melões coletados em diferentes partes do mundo, Pangalo (1933) e Filov (1960), citados por Pitrat *et al.*, (2000), sugerem que o melão é originário de diferentes regiões como o Irã, a Ásia menor e a Índia.

Os melões foram introduzidos no Oriente Médio e Ásia, por volta de 2000 a 1500 a.C., e sua exploração como cultura derivou no desenvolvimento de caracterizados centros de origem secundários nos territórios que atualmente correspondem à Índia, Irã China, Turquia e repúblicas asiáticas (KARCHI, 2000).

Essa descrição concorda com a proposição de Simmonds (1976), de que o melão é originário da África, alastrou-se a princípio para a Índia e em seguida, para outras áreas, e são equivalentes com as explicações de Pitrat *et al.*, (2000), afirmando que melões silvestres são encontrados da África até a Ásia, entretanto, ainda podem ser encontrados na Austrália e em ilhas do Pacífico (KIRKBRIDE, 1993).

2.3 Classificação

A grande variação fenotípica que se nota no meloeiro levou os botânicos a indicarem uma categorização intra-específica; Naudin (1859), citado por Pitrat *et al.*,(2000), trabalhando com uma coleção de 2.000 espécimes, dividiu a espécie *Cucumis melo* em dez variedades. O trabalho desbravador de Naudin (1859) serviu de base para todas as outras classificações seguintes, como as propostas por outros autores (HAMMER *et al.*, 1986).

Munger e Robinson (1991) sugeriram uma versão simplificada da classificação de Naudin (1958), dividiram a espécie *Cucumis melo* em uma variedade selvagem nomeada de *Agrestis* e seis variedades ou grupos botânicos: *cantaloupensis*, *inodorus*, *conomon*, *dudaim*, *flexuosus* e *momordica*.

No Brasil, os principais tipos comerciais de melão pertencem às seguintes variedades botânicas:

- *Cucumis melo* var, *inodorus*, Naud

Apresenta frutos sem aroma (inodoros), não climatéricos, de casca lisa ou levemente enrugada, coloração amarela, branca ou levemente verde-escura. Geralmente, a polpa é espessa (20 a 30 mm), com coloração que varia de branca a verde-clara. Seus frutos têm longo período de conservação pós-colheita, são resistentes ao transporte e, geralmente, são maiores e mais tardios que os aromáticos. Quando maduros não se desprendem do pedúnculo. Os melões do tipo Amarelo são típicos deste grupo taxonômico, mas também incluem os Pele de Sapo, que têm casca verde escura e polpa verde clara, e os *Honey dew*, de casca lisa variando de branca a verde claro e cor de polpa oscilando de verde a salmão (ROBINSON e DERECK-WALTERS, 1997; MUNGER e ROBINSON, 1991).

- *Cucumis melo* var, *cantalupensis* Naud

De modo geral, possui frutos aromáticos, climatéricos, com baixa resistência ao transporte, reduzida vida pós-colheita e desprendem do pedúnculo, quando maduros. Podem ter casca recoberta com rendilhamento corticoso, de coloração ligeiramente amarelada a esverdeada ou casca verde rugosa, apresentando gomos ou suturas bem características, no sentido longitudinal. Ambos os tipos de frutos têm a polpa espessa, com cerca de 25 mm. Os frutos rendilhados têm polpa com coloração variando de amarela a salmão, já os frutos com suturas têm cor da polpa variando de laranja a salmão, Geralmente, são chamados de melão Cantaloupe (ROBINSON e DERECK-WALTERS, 1997; MUNGER e ROBINSON, 1991).

De acordo com Aragão (2011) para facilitar a comercialização, os melões cultivados são agrupados numa classificação comercial, denominada “tipo”. Esta classificação define um grupo de cultivares com características semelhantes, facilmente identificadas e diferenciadas das demais por meio de aspectos de casca, cor, presença ou ausência de suturas quando maduros, cicatrizes, reticulado ou rendilhado, formato do fruto e/ou cor da polpa (McCREIGHT *et al.*, 1993), Para o mercado brasileiro, esta classificação comercial compreende, principalmente, os seis tipos:

- *Melão Amarelo*: introduzido da Espanha e por isso também conhecido como Melão Amarelo Espanhol ou Melão Amarelo Valenciano. É inodoro e tem casca amarela e polpa branco-creme.
- *Melão Pele de Sapo*: também são inodoros, de casca e polpa verdes, Os melões Pele de Sapo, como o ‘Meloso’, ‘Doncel’ e ‘Sancho’ têm casca verde-claro com manchas verde-escuro, denominada “escriturada”, O fruto é de tamanho grande, com polpa verde e

consistência firme, Recentemente, foram lançados híbridos com frutos arredondados e de menor peso, cerca de 1 kg.

- *Melão Honey Dew*: apresenta frutos firmes, de tamanho médio a grande com formato esférico, de casca lisa com a cor variando entre o branco e o amarelo, podendo sua polpa ser de cor verde, salmão ou branca.
- *Melão Cantaloupe*: são melões aromáticos de origem americana, sendo os mais produzidos no mundo. Têm frutos esféricos, com ou sem suturas, polpa salmão e são bastante aromáticos.
- *Melão Gália*: inclui melões aromáticos, reticulados, de origem israelense, Os frutos caracterizam-se pela forma arredondada, casca verde no início e amarela quando o fruto está maduro, Têm pouca reticulação e peso médio entre 0,7 e 1,3 kg, A polpa é branco-esverdeada. O melão Gália foi desenvolvido pelos israelenses em meados da década de 1960 e o primeiro híbrido simples desenvolvido por um programa de melhoramento realizado em Israel é resultante do cruzamento de uma linhagem de melão Ogen e outra de melão *Honey Dew* (ODET, 1985), Os frutos de melão Gália são esféricos, aromáticos, peso entre 1,0 a 1,5 kg, de polpa esverdeada e teor de sólidos solúveis entre 13 e 15 % (KARCHI, 2000).
- *Melão Charentais*: são melões aromáticos de origem francesa. São encontrados os tipos de casca lisa, forma arredondada e, às vezes, achatada, com suturas ou costelas e casca verde-claro ou ligeiramente cinza. Existem os tipos de casca verde-escuro e polpa salmão e um terceiro tipo de casca bastante reticulada com costelas verde-escuras, formato redondo ou semiovalado, polpa salmão e muito aromáticos. Esses três tipos fazem parte da variedade botânica *cantalupensis*.

Essa divisão é importante, pois auxilia no processo de classificação e comercialização. Os diversos tipos de melão podem ser cruzados entre si e, na verdade, existe uma continuidade entre eles. As diferentes características fenotípicas dos tipos de melão podem ser combinadas e exploradas nos programas de melhoramento dessa cultura, propiciando a produção de genótipos superiores, na tabela 1 está um resumo de todos os grupos varietais (TORRES FILHO, 2009).

Tabela 1 – Caracterização dos grupos varietais do melão

Grupo varietal	Nome comum	Textura da casca	Cor da casca	Cor da polpa	Forma
<i>Amarelo</i>	Amarelo	Pouco rugosa a rugosa	Amarelo entre amarelo esverdeado e amarelo intenso	De branca esverdeada a creme	Entre oval e elíptica
<i>Honey dew yellow</i>	Pingo de mel	Lisa	Amarela	Branca	Esférica
<i>Honey dew white</i>	Orange	Lisa	Branca a branca amarelada	Alaranjada	Esférica
<i>Honey dew green</i>	Orange verde	Lisa	Branca a branca amarelada	Verde	Esférica
<i>Pele de sapo</i>	Espanhol, melão sapo	Levemente rugosa, podendo ser escriturada	Verde com manchas escuras, tendendo ao amarelo	Esverdeada	Esférica
<i>Gália</i>	Gália	Entre escriturada e finamente reticulada	Entre o amarelo acinzentado e o alaranjado	De branca esverdeada a branca rosada	Esférica
<i>Cantaloupe</i>	Cantaloupe	Intensamente reticulada	Verde clara acinzentada	Salmão	Esférica
<i>Charentais</i>	Melão francês, costilhado (desenhos em forma de costela)	Intensamente reticulada	Verde clara acinzentada com faixas verde escuro	Salmão	Esférica
<i>Net melon</i>	Melão japonês, rendilhado	Intensamente reticulada	Verde clara	Salmão	Esférica
<i>Caipira</i>	Melão de cheiro, caipira	Lisa gomada a levemente reticulada gomada	Verde clara a amarelo clara	Salmão claro a escura	Esférica a elíptica

Fonte: Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura, CEAGESP, 2004.

2.4 O meloeiro no Brasil

O Brasil, no contexto mundial de produção de melão, ocupa a décima segunda colocação no ranking (FAO, 2014). Todavia, o cultivo do meloeiro em escala comercial iniciou-se na década de 1960. Até então, o mercado brasileiro era provido por melões importados, oriundos principalmente, do Chile e da Espanha. A cultura constituiu-se basicamente nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul, porém por motivo de melhor adaptação climática, começou a ser transferida para a região Nordeste do Brasil, no início dos anos 1980 (DELLA VECCHIA, 2010).

Entretanto, vale ressaltar a especulação de que a introdução do melão no Brasil se deu por meio da imigração dos açorianos a partir do século XVII. Inclusive, o melão foi citado como uma cultura hortícola no terceiro capítulo (Das hortas, e das Searas) do livro “A Guia do Jardineiro – Horticultor e Lavrador Brasileiro” escrito por Custódio de Oliveira Lima, em 1853 (MADEIRA *et al.*, 2008).

A região Nordeste hoje é a principal produtora de melão do Brasil, sendo os estados do Rio Grande do Norte e do Ceará aqueles que mais se destacam. Essa região possui condições climáticas específicas para o desenvolvimento adequado do meloeiro, dentre estas, podem-se citar a baixa umidade e as altas temperaturas (CAMPELO *et al.*, 2014).

O Rio Grande do Norte teve início como estado produtor no cenário nacional no início da década de 80, surgindo um pólo de produção conhecido como Agropólo Mossoró-Assú. Atualmente, o Estado é o segundo maior produtor e exportador brasileiro sendo responsável por quase 50% da produção nacional (PEREIRA *et al.*, 2012).

2.5 Programas Brasileiros de Melhoramento Genético

No Brasil, pela peculiaridade da extensão territorial, o tipo de melão que mais se adaptou foi o do grupo inodorus, denominado de valenciano, melão do Pará, amarelo. O fruto resistia bem ao transporte a grandes distâncias e mostrava também longa vida na prateleira. Este germoplasma serviu de base para o lançamento de inúmeras variedades. Entretanto, o melhoramento genético só tomou impulso após a criação do Programa Nacional de Pesquisas de Hortaliças (PNPH) pela EMBRAPA (MAKISHIMA, 1991).

Como resultado foi lançado o melão amarelo Eldorado 300, resultante do trabalho conjunto entre CNPH e CPATSA (PESSOA *et al.*, 1988) que é resistente ao vírus do

mosaico da melancia, atualmente denominado de PRSV-w e com características muito próximas ao valenciano.

As pesquisas com melhoramento genético do meloeiro no CNPAT surgiram para atender uma necessidade dos produtores verificada em 1995 quando, por meio de um levantamento das dificuldades observadas pelos produtores do Vale do Assu, no Rio Grande do Norte (ALVES *et al.*, 1995), ficou evidente a necessidade de sementes com melhor adaptação às condições do nordeste. Foi então, proposto um trabalho para obter linhagens com resistência ao cancro da haste, sob a liderança do CPATSA, Posteriormente, ampliou-se o raio de ação para a obtenção de híbridos com resistência as doenças e com qualidade de frutos.

Como justificativa para ser iniciado um programa de melhoramento genético do melão no CNPAT foram utilizados os seguintes argumentos: A proximidade do CNPAT com o Estado do Rio Grande do Norte, maior zona Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro produtora do melão e crescimento da produção nas zonas irrigadas do Estado do Ceará. A falta de cultivares e/ou híbridos adaptados. A estreita base genética dos materiais em cultivo. A ausência de suprimento adequado de semente e a suscetibilidade do meloeiro a doenças e pragas.

Em 1996 o projeto de melhoramento do meloeiro teve início com o resgate de sementes disponíveis nas unidades da EMBRAPA e no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, além de sementes comerciais. Alguns destes materiais já apresentavam fonte de resistência para algumas das doenças importantes para o cultivo de melão no Nordeste. Em 1997 foram incorporadas linhagens cedidas pela Dra. Molly Kill, da Universidade de Cornell.

O objetivo final, nas duas metodologias, foi obter híbridos de melão comerciais com tipos de frutos mais adequados para o mercado interno e para exportação, e que mostrem adaptação ao cultivo no nordeste, resistência as doenças fúngicas e viróticas, com tolerância a mosca branca e que produzam frutos com qualidade comercial tanto para mesa quanto para o processamento mínimo e contou com a colaboração dos laboratórios de fitopatologia, pós-colheita e processamento do CNPAT, laboratório de virologia da UFC, e com ações de pesquisas junto ao CNPH, CPATSA e CPAMN e recebeu o apoio financeiro do Banco do Nordeste, Conselho Nacional de Pesquisa e desenvolvimento Tecnológico – CNPq.

Historicamente, a seleção no melão tem privilegiado as características de resistência às doenças, produção e qualidade do fruto, principalmente para maior conteúdo de açúcares

e, conseqüentemente, do teor de sólidos solúveis. Esta qualidade também envolve características como firmeza da polpa, perda de massa e aparência externa e interna (AROUCHA *et al.*, 2009; MENEZES *et al.*, 2001). Não obstante, a qualidade do melão pode ser dividida em quatro categorias: produtividade, aparência, polpa e conservação (McCREIGHT *et al.*, 1993).

Em atenção à demanda do setor produtivo e pela grande importância da cultura do melão, a Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em parceria com a EMBRAPA, iniciou em meados do ano 2000 um programa de melhoramento genético dessa cucurbitácea, visando à obtenção de híbridos simples. Uma das grandes motivações foi o fato de a maioria dos híbridos utilizados pelos produtores ser gerada em países como Estados Unidos, Espanha, França e Holanda (GUIMARÃES, 2013)

No programa de melhoramento genético da UFERSA, alcançaram-se linhagens de melão do tipo Amarelo, sendo necessários estudos de avaliação das mais prósperas para as fases seguintes do trabalho, propondo-se ao desenvolvimento de híbridos simples.

2.6 Divergência Genética

Estudos de divergência genética são importantes para o conhecimento da variabilidade genética das populações e possibilitam o monitoramento de bancos de germoplasmas (Cruz e Carneiro, 2003), pois geram informações úteis para preservação e uso dos acessos (Toquica *et al.*, 2003). Esses estudos auxiliam a identificação de possíveis duplicatas, e fornecem parâmetros para escolha de genitores, que ao serem cruzados, possibilitam maior efeito heterótico na progênie, isto é, aumentam as chances de obtenção de genótipos superiores em gerações segregantes, e também na escolha de genitores para mapeamento de genes (PARAN *et al.*, 1998).

A divergência genética, com base em caracteres morfo-agronômicos, tem sido muito utilizada pelos pesquisadores para identificar cruzamentos com potencial de se obter populações segregantes com alta variabilidade. Os estudos de divergência permitem uma orientação inicial, a qual auxiliará o melhorista na tomada de decisão sobre quais cruzamentos podem ser realizados (OLIVEIRA *et al.*, 1996).

A heterose é um termo empregado para descrever a superioridade de uma combinação híbrida em relação à média dos seus genitores (BOS e CALIGARI, 1995),

No caso do meloeiro, alguns trabalhos realizados fora do país têm evidenciado a presença de heteroses positivas e negativas para características de importância econômica,

tais como produtividade, teor de sólidos solúveis, firmeza e espessura da polpa (LIPPERT e LEGG, 1972; KALB e DAVIS, 1984a,b; ABADIA *et al.*, 1985; RANDHAWA e SINGH, 1990).

No Brasil, trabalhando cultivares de melão (híbridos e variedades), Lopes (2000) observou heteroses positivas para a produtividade, peso médio do fruto e o teor de sólidos solúveis. Rizzo (1999) trabalhando com linhagens de melão rendilhado constatou principalmente heteroses negativas para as principais características avaliadas. Paiva (2002) observou heteroses positivas para a produtividade, teor de sólidos solúveis e outras características do fruto e da planta, quando trabalhou com linhagens de vários tipos de melão.

Rizzo (1999) e Barros (2005) observaram correlação não-significativa entre a divergência genética e a heterose. Paiva (2002), avaliando a relação da divergência genética entre linhagens de melão e a heterose de seus híbridos, verificou correlações significativas entre a distância de Mahalanobis e a heterose para produção por planta e diâmetro da cavidade interna. Contudo, segundo a autora, a heterose favorável nos híbridos nem sempre ocorreu quando se utilizaram linhagens divergentes, enquanto que cruzamentos entre linhagens com pequenas distâncias de Mahalanobis manifestaram essa característica. Todavia, Garcia *et al.*, (1998) recomendam a utilização da distância genética, principalmente com base em marcadores, para orientar cruzamentos em meloeiro.

2.7 Análise da Divergência Genética

A divergência genética tem sido avaliada por meio de técnicas biométricas, baseadas na quantificação da heterose, ou por processos preditivos. Os métodos fundamentados em modelos biométricos, que se destinam à avaliação da divergência dos genitores, avaliam tanto a capacidade específica quanto a heterose manifestada nos híbridos (CRUZ *et al.*, 2004).

São métodos preditivos aqueles que tomam por base as diferenças morfológicas, fisiológicas, entre outras, apresentadas pelos genitores na determinação da divergência, que é geralmente quantificada por uma medida de dissimilaridade, por exemplo, distâncias Euclidianas ou de Mahalanobis (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

Quanto à indicação de cruzamentos, a análise multivariada possibilita a predição da heterose, servindo como base para a recomendação de cruzamentos. Porém as possibilidades são muitas, desde que se obedeça aos princípios de se cruzar os acessos mais

distantes geneticamente e com as melhores características agronômicas desejadas. Em outras espécies de plantas perenes, as abordagens multivariadas têm sido utilizadas com sucesso no estudo da diversidade genética presente nas populações, empregadas na caracterização da estrutura genética dos indivíduos amostrados, e tem sido usada como critério de indicadores para a seleção de genótipos promissores para uso em programas de melhoramento genético, além da conservação de germoplasma (SILVA, *et al.*, 2009; OLIVEIRA, *et al.*, 2007; ARRIEL *et al.*, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2006; VIANA *et al.*, 2006; MELO JÚNIOR *et al.*, 2004.).

Na predição da divergência genética, vários métodos multivariados podem ser aplicados. Dentre eles, citam-se os métodos aglomerativos, a análise por componentes principais, a análise discriminante de Anderson e as técnicas de bioinformática. A escolha do método mais adequado tem sido determinada pela precisão desejada pelo pesquisador, pela facilidade da análise e pela forma como os dados foram obtidos (CRUZ E CARNEIRO, 2003).

As técnicas de análise de agrupamento têm como objetivo dividir um grupo original de observações em vários grupos, seguindo algum critério de similaridade ou dissimilaridade (CRUZ *et al.*, 2004).

A análise de agrupamento pode ser complementada com a análise de componentes principais, cujo objetivo é tentar explicar a estrutura de variância e co-variância das variáveis originais, construindo, mediante processo matemático, um conjunto menor de combinações lineares das variáveis originais que preserve a maior parte da informação fornecida por essas variáveis (CRUZ, 1990).

A técnica multivariada denominada análise de discriminante, proposta por Anderson (1958), tem por finalidade classificar um ou mais indivíduos em populações já conhecidas. É utilizada para verificar a consistência de um determinado agrupamento, conforme descrito por Cruz e Carneiro (2003).

A bioinformática é responsável pela aplicação de técnicas computacionais e matemáticas na análise biológica. Como técnicas de bioinformática podem-se citar as redes neurais artificiais, os algoritmos genéticos, entre outras. As técnicas de bioinformática se enquadram no contexto da fruticultura em qualquer situação na qual se deseja prever algo, reconhecer algum padrão, ou como técnicas de análise de agrupamento (RUGGIERO *et al.*, 2003).

2.8 Redes Neurais Artificiais (RNA)

Redes neurais artificiais são técnicas computacionais que apresentam um modelo inspirado na estrutura neural de organismos inteligentes e que adquirem conhecimento através da experiência. São compostas por unidades de processamentos simples que calculam determinadas funções matemáticas (AMARAL JÚNIOR *et al.*, 2010).

A solução de problemas por meio das redes neurais artificiais é bastante atrativa, já que a forma como estes são apresentados internamente pela rede cria a possibilidade de um desempenho superior ao dos modelos convencionais (BRAGA *et al.*, 2000).

Segundo Galvão *et al.*, (1999), em função de sua estrutura não-linear, as redes neurais artificiais conseguem captar características mais complexas dos dados, o que nem sempre é possível com a utilização das técnicas estatísticas tradicionais. Para Sudheer *et al.*, (2003), a maior vantagem das redes neurais artificiais sobre os métodos convencionais é que elas não requerem informação detalhada sobre os processos físicos do sistema a ser modelado.

Na programação matemática ou otimização, a modelagem é feita pelo uso de relações lineares e/ou não-lineares. A modelagem em uma rede neural artificial é baseada em dados. Não existe a criação de restrições. Logicamente que não se pode negar a utilidade dos modelos tradicionais, porém os mesmos apresentam características que geram dificuldades operacionais para sua efetiva aplicação, como o problema inerente em se trabalhar com modelos estatísticos complexos, suas hipóteses restritivas a serem satisfeitas e a dificuldade em se alcançar conclusões e resultados por não especialistas (BENITE,2003),

Existem diversos tipos de redes neurais e diferentes maneiras de classificá-las, Talvez a mais importante seja quanto à forma de aprendizado, que pode ser: supervisionado e não supervisionado,

No aprendizado supervisionado, são sucessivamente apresentados à rede conjuntos de padrões de entrada e seus correspondentes padrões de saída. Durante este processo, a rede realiza um ajustamento dos pesos das conexões entre os elementos de processamento, segundo uma determinada lei de aprendizagem, até que o erro entre os padrões de saída gerados pela rede alcance um valor mínimo desejado (BRAGA *et al.*, 2000). Por exemplo, Perceptrons, Adaline e Madaline, Redes de Função de Base Radial, são algumas dentre as dezenas de redes com métodos de aprendizado supervisionado.

No aprendizado não supervisionado a rede “analisa” os conjuntos de dados apresentados, determina algumas propriedades dos conjuntos de dados e “aprende” a refletir estas propriedades na sua saída, A rede utiliza padrões, regularidades e correlações para agrupar os conjuntos de dados em classes. As propriedades que a rede vai “aprender” sobre os dados podem variar em função do tipo de arquitetura utilizada e da lei de aprendizagem (BRAGA *et al.*, 2000). Por exemplo, Mapa Auto-Organizável de Kohonen, Redes de Hopfield e Memória Associativa Bidirecional, são redes com métodos de aprendizado não supervisionado.

Há muitos modelos de RNA, podemos destacar para uso no melhoramento genético de plantas a rede de Kohonen, ou mapa auto-organizáveis, para agrupamento de acessos e reconhecimento de padrões. É uma rede de duas camadas que pode organizar um mapa topológico a partir de um início aleatório, que combina uma camada de entrada com uma camada competitiva de unidades processadoras e é treinada pelo algoritmo de aprendizagem não-supervisionado (KOVACS, 1997; HAYKIN, 2001).

Os padrões são classificados pelas unidades que eles ativam na camada competitiva, as similaridades entre os padrões são mapeadas em relacionamento de proximidades sobre a grade da camada competitiva. Depois que o treino está completo, os relacionamentos entre os padrões são observados na camada competitiva (KOVACS, 1997).

Há dois processos essenciais envolvidos na implementação do modelo de Kohonen, uma vez que os dados tenham sido apropriadamente inicializados (HAYKIN, 2001):

a) Competição: para cada padrão de entrada, os neurônios da grade calculam seus respectivos valores de uma função discriminante. Essa função discriminante fornece a base para a competição entre os neurônios. O neurônio particular com o maior valor da função discriminante é declarado vencedor da competição.

b) Adaptação Sináptica: este mecanismo permite que os neurônios excitados aumentem seus valores individuais da função discriminante, em relação ao padrão de entrada, por meio de ajuste dos seus pesos sinápticos.

O uso da tecnologia de redes neurais artificiais vem se enquadrando no contexto da agricultura de diversas formas. O uso da tecnologia de redes neurais artificiais vem se enquadrando no contexto da agricultura de diversas formas, como por exemplo, na identificação dos estágios iniciais do desenvolvimento de pragas ou doenças (SILVA *et al.*, 2005), em agrupamento de dados (DUTRA *et al.*, 2009), na estimativa da produtividade de diferentes culturas (PICOLI, 2007), na classificação das imagens de satélite para diversos

fins (FRANÇA, 2010; SCHIMITH *et al.*, 2009; VIEIRA *et al.*, 2009; WATANABE *et al.*, 2009) e no controle de robôs (PESSIN *et al.*, 2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

modus operandi

3.1 Obtenção dos dados

Os dados para realização deste estudo foram obtidos do trabalho realizado por Torres Filho (2009) a partir de dois experimentos conduzidos na Horta Experimental e Laboratório de Pós-colheita do Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-árido - UFERSA, Mossoró-RN, nos períodos de 12/09/2006 a 5/12/2006 e de 15/08/2007 a 17/10/2007. As variáveis analisadas estão na tabela 2.

Tabela 2– Variáveis analisadas nos experimentos, Mossoró-RN, UFERSA,2006/2007

Variável	Descrição
P100SEM	peso de cem sementes, em gramas
NF/PI	número de frutos por planta
PMF	peso médio do fruto, em gramas
PROD	produtividade, em toneladas por hectare
DL	diâmetro longitudinal, em centímetros
DT	diâmetro transversal, em centímetros
IF	índice de formato
EP	espessura da polpa, em centímetros
FP	firmeza da polpa, em N
SST	teor de sólidos solúveis, em %
HASTE	comprimento da haste principal, em centímetros
NRAMOS	número de ramos
FLOR	dias para o florescimento
CPEN	comprimento do pecíolo, em centímetros
CCOR	comprimento da corola, em centímetros
LCOR	largura da corola, em centímetros
CCA	comprimento do cálice, em centímetros
CFOL	comprimento da folha, em centímetros
LFOL	Largura da folha, em centímetro
RFOL	razão foliar
CP	comprimento do pedúnculo, em centímetros
NLOB	número de lóbulos

Foram avaliados quarenta e seis acessos de meloeiro oriundos do Banco Ativo de Germoplasma de Cucurbitáceas do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-árido (CPATSA) e quatro cultivares comerciais (Tabela 3).

Os dois experimentos foram conduzidos em blocos completos casualizados com 46 tratamentos (42 acessos e 4 cultivares) e duas repetições. A unidade experimental, em 2006, foi composta por uma linha de 2,5 metros, totalizando 5 plantas por parcela. Em 2007, a unidade experimental foi composta por uma linha de 6,0 metros, totalizando 12 plantas por parcela. O espaçamento da cultura foi de 2,0 m entre linhas por 0,5 m entre plantas.

Tabela 3 – Caracterização de acessos/cultivares de meloeiro Mossoró-RN, UFERSA,2006/2007

Acesso	GRUPO	CC	CP	Acesso	GRUPO	CC	CP
01	<i>cantaloupe</i>	Ve	Sa	24	<i>cantaloupe</i>	Am	Sa
02	<i>cantaloupe</i>	Am	Br	25	<i>cantaloupe</i>	Am	Sa
03	<i>cantaloupe</i>	Ve	BV	26	nd	Br	Br
04	<i>cantaloupe</i>	Am	Sa	27	nd	Br	Sa
05	nd	Ve	Br	28	<i>cantaloupe</i>	Ve	Sa
06	<i>cantaloupe</i>	Am	Sa	29	<i>cantaloupe</i>	Ve	BV
07	<i>cantaloupe</i>	Am	Sa	30	<i>momordica</i>	Br	Br
08	nd	Br	Br	31	<i>cantaloupe</i>	Am	Ve
09	<i>conomon</i>	Am	Br	32	<i>momordica</i>	Rj	Br
10	<i>cantaloupe</i>	Am	BV	33	nd	Am	Br
11	<i>conomon</i>	Br	Br	34	<i>cantaloupe</i>	Am	Sa
12	nd	Am	Br	35	nd	Ve	Sa
13	<i>cantaloupe</i>	Ve	Ve	36	<i>cantaloupe</i>	Ve	Br
14	<i>cantaloupe</i>	Am	BV	37	<i>momordica</i>	Br	Br
15	<i>momordica</i>	Br	Br	38	<i>momordica</i>	Ve	Br
16	<i>conomon</i>	Am	Br	39	<i>cantaloupe</i>	Cr	Br
17	<i>conomon</i>	Am	Br	40	<i>momordica</i>	Br	Br
18	<i>cantaloupe</i>	Am	Br	41	<i>cantaloupe</i>	Br	Br
19	nd	Br	Br	42	<i>momordica</i>	Br	Br
20	<i>momordica</i>	Br	Br	43‘HDRF’	<i>inodorus</i>	Br	Sa
21	<i>conomon</i>	Am	BV	44‘Mandacaru’	<i>inodorus</i>	Am	Br
22	<i>cantaloupe</i>	Ve	Ve	45‘Vereda’	<i>inodorus</i>	Am	Br
23	<i>momordica</i>	Br	Br	46‘Goldex’	<i>inodorus</i>	Am	Br

nd: não definido. Ve: verde; Am: amarelo; Br: branco; Rj: rajada; Cr: creme; Sa: salmão; Bv: branco-esverdeada. Gr: grupo botânico; CC: cor da casca; CP: cor da polpa . Fonte: TORRES FILHO (2009) Adaptado.

3.2 Descrição geral do estudo

Para este estudo sobre a divergência genética no meloeiro foi implementado um programa computacional para criação de uma rede neural, segundo a metodologia baseada no modelo de Kohonen. Treinando assim duas redes neurais artificiais preliminares, uma para o experimento conduzido em 2006, e outra rede para o experimento conduzido em 2007, a rede neural principal foi realizada utilizando a média dos dois anos.

O estudo das duas épocas de plantio foi feito para observar a redistribuição dos acessos com base nas médias das características obtidas a partir dos acessos. Para a obtenção dos grupos, utilizando-se a rede neural artificial, foi utilizada a distância Euclidiana como medida de dissimilaridade, as médias originais foram utilizadas como entradas da rede

3.3 Análise dos dados

3.3.1 Rede Neural Artificial

Para o estudo da diversidade genética entre acessos de meloeiro, foram criadas três redes neurais artificiais no programa Statistica versão 8.0 (STATSOFT, Inc.), uma para o experimento realizado em 2006, outra para o experimento realizado em 2007 e por fim uma rede conjunta com os dois anos. A metodologia foi baseada no modelo de Kohonen (1982) conforme estudo realizado por Barbosa *et al.*, (2011).

Existem outros modelos de redes neurais artificiais, mas a proposta colocada por Kohonen (1982) tem a vantagem de não necessitar de qualquer hipótese sobre a disposição dos dados, tornando-o apropriado para este estudo.

O modelo clássico de Kohonen foi alterado, de acordo com as características e necessidades do presente estudo. O método aqui apresentado foi baseado em considerações propostas por Haykin (2001), e pode ser visto aqui na figura 1.

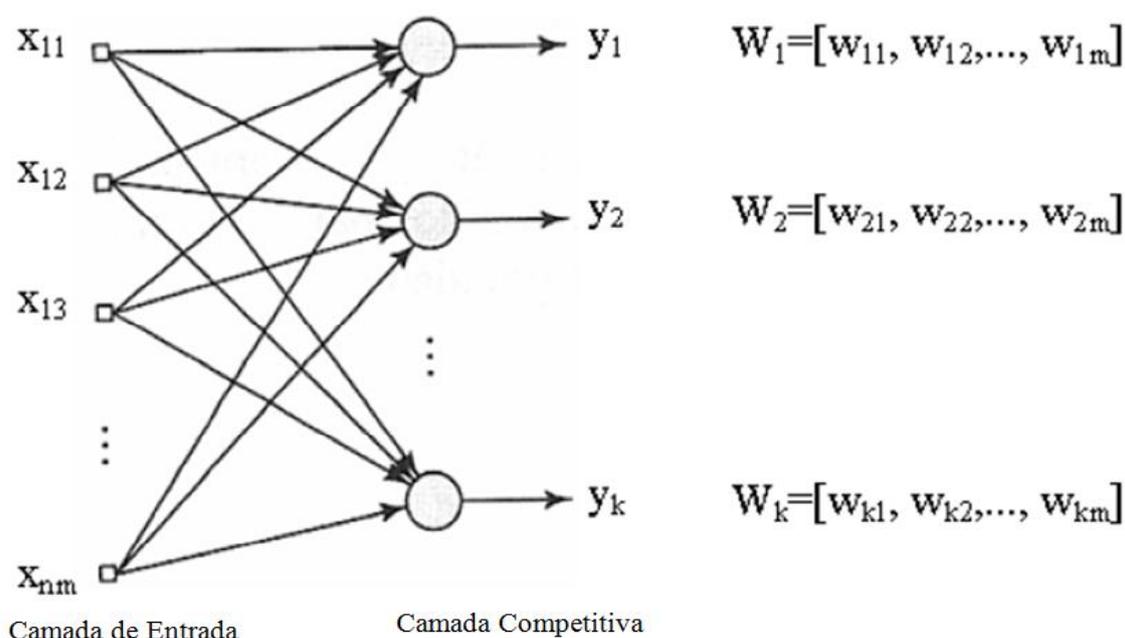


Figura 1 – Exemplo de arquitetura da rede neural artificial kohonen composta por n acessos e m caracteres na camada de entrada, e por k neurônios na camada competitiva. Fonte: AMARAL JÚNIOR et. al., (2010)

A rede neural artificial consiste de uma matriz de entrada $n \times m$, onde n são os acessos e m as variáveis de entrada, que juntas representam o vetor de entrada X , k os neurônios de saída, que são os números de classes em que os acessos podem ser agrupados, determinado como: $n = 46$ acessos, $m = 22$ variáveis e $k = 4$ grupos.

A determinação do número de grupos pode ser encontrada no próprio programa. Porém, para Souza *et al.*, (1997), há métodos que podem ser adotados para se determinar o número de grupos. Por outro lado, o que se faz comumente é utilizar vários números de grupos e, por algum critério de selecionar o mais conveniente. Nesse estudo foi utilizado a análise da função discriminante.

Para cada sinal de entrada, apenas um neurônio de saída é ativado, o que indica o grupo à qual pertence o acesso. Por conseguinte, a classificação foi fundamentada na similaridade dos valores. O processo consistiu em encontrar o neurônio que melhor correspondência em termos de similaridade, usando o critério de distância mínima entre os acessos.

3.3.2 Processo competitivo

Consiste em encontrar o neurônio com a maior união por similaridade (vencedor) i (X), no espaço de tempo t , usando o critério da mínima distância entre os acessos. Considerando-se que $m=22$ represente uma dimensão do espaço de entrada de dados, cada elemento do vetor de entrada corresponde às características referentes a um acesso.

Para o padrão de entrada na rede neural foi considerada a média dos dois anos de cultura, cada vetor de entrada representa os dados de um acesso. Logo, um padrão de entrada para a rede neural, foi expressa como:

$$X_n = [x_{n1}, x_{n2}, \dots, x_{n22}], n = 1, 2, \dots, 46$$

O conjunto de dados de entrada é alimentado, por completo e repetidas vezes, no procedimento de treino da rede. Considerando que o vetor de peso sináptico inicial seja representado por:

$$W_k = [w_{k1}, w_{k2}, \dots, w_{km}]$$

Sendo $m = 22$ o número total de elementos da grade ou camada de entrada, e $k = c$ o número total de elementos da camada de saída (classes) a ser definido posteriormente, logo:

$$W_k = [w_{k1}, w_{k2}, \dots, w_{22}], k = 1, 2, \dots, c$$

O vetor de peso sináptico é composto por dados pertencentes ao conjunto de dados de entrada. O vetor de peso sináptico de cada neurônio k da camada de saída tem a mesma dimensão que o espaço de entrada.

O primeiro passo na operação de uma rede baseada no modelo de Kohonen é calcular o grau de similaridade para cada unidade na camada competitiva, Esse valor quantifica o grau de igualdade entre os pesos de cada unidade e os valores correspondentes do padrão de entrada, Uma forma de se medir a similaridade entre a entrada e o neurônio é por meio de:

$$\|X_n - W_k\|$$

Que é a distância Euclidiana entre os vetores X_n e W_k e é calculada por:

$$\sqrt{\sum_{j=1}^m (X_n - W_k)^2}$$

3.3.3 Processo Adaptativo

Consiste no ajuste dos vetores de pesos sinápticos dos neurônios, de acordo com a fórmula de atualização. Dado o vetor de peso sináptico $W_k(t)$ do neurônio k no tempo t , o vetor de peso atualizado $W_k(t+1)$ no tempo $t+1$ é definido por (Kohonen, 1982):

$$W_k(t+1) = W_k(t) + \eta(t)(X_n - W_k(t))$$

que é aplicado ao neurônio vencedor i , onde $\eta(t)$ é o parâmetro da taxa de aprendizado e deve ser variável no tempo.

Essa equação tem o efeito de mover o vetor de peso sináptico W_i do neurônio vencedor i em direção ao vetor de entrada X_n . Por meio da apresentação repetida dos dados de treinamento, os vetores de peso sináptico tendem a seguir a distribuição dos vetores de entrada.

Deste ajustamento resulta a mudança dos pesos da unidade vencedora, tornando-a mais parecida com o padrão de entrada. A vencedora então se torna mais provável de (ou mais apta a vencer a competição, seja ao se apresentar o mesmo ou um padrão semelhante de entrada.

O parâmetro da taxa de aprendizado $\eta(t)$ é iniciada com um valor próximo a 0,1, devendo decrescer gradualmente, mas permanecendo acima de 0,01.

Resumindo, as regras básicas para implementação da rede neural podem ser descritas como segue:

1. Definir a arquitetura da rede: os vetores X_n , de acordo com a expressão $X_n = [x_{n1}, x_{n2}, \dots, x_{nm}]$, e W_k , de acordo com a expressão $W_k = [w_{k1}, w_{k2}, \dots, w_{km}]$.
2. Inicializar os pesos W_k , do neurônio k , com valores aleatórios pertencentes ao conjunto de valores de entrada X .
3. Apresentar uma entrada à rede.

4. Calcular a distância entre a entrada e os pesos para cada neurônio de saída, Selecionar o neurônio vencedor $i(X)$, ou seja, o neurônio com a menor distância do padrão de entrada apresentado.
5. Definir o parâmetro da taxa de aprendizagem (t) e atualizar o vetor de peso sináptico do neurônio vencedor $i(X)$.
6. Se existir, ainda, algum dado que faça parte do conjunto de treinamento e que não foi apresentado à rede, voltar ao passo 3.
7. Se o critério de parada foi satisfeito, encerrar essa fase do treinamento; caso contrário, realizar nova iteração do conjunto de treinamento, retornar ao passo 3.

3.4 Análise da Função Discriminante

A análise da função discriminante, proposta por Anderson (1958), tem por finalidade promover a melhor discriminação entre os indivíduos, alocando-os em suas devidas populações. Essa análise permite classificar novos materiais genéticos, de comportamento desconhecido, nas populações já conhecidas (CRUZ e CARNEIRO, 2006). Essa técnica foi utilizada neste estudo, para verificar a consistência dos agrupamentos e a distância entre eles, que foram propostos pela técnica de redes neurais artificiais nas médias das variáveis de 2006 e 2007.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

discutere tenebras

4.1 Experimento de 2006

Na tabela 4 podemos observar como configuraram os 46 acessos nos quatros grupos formados pelas redes neurais artificiais. Destacamos o grupo 4 na qual todas as cultivares comerciais se estabeleceram neste grupo.

Os grupos aqui encontrados diferem profundamente aos encontrados por Torres Filho (2009) pelo método de agrupamento de Tocher sem descarte de variáveis que formou dezessete grupos e com descarte de variáveis que formou onze grupos.

Tabela 4 – Grupos formados pela redes neurais artificiais kohonen para 22 variáveis quantitativas do meloeiro Mossoró-RN, UFERSA,2006.

Grupos*	Acessos						
1 (13)	2	5	15	18	20	23	24
	31	32	36	37	38	39	
2 (18)	1	3	4	6	7	8	14
	19	22	25	26	27	28	29
	30	33	34	35			
3 (8)	9	11	12	13	16	17	21
	40						
4 (7)	10	41	42	43	44	45	46

*Número entre parênteses indica a quantidade de acessos dentro de cada grupo.

Esta diferença pode ser explicada devido as redes neurais artificiais possuírem uma estrutura não-linear, em que elas conseguem captar características mais profundas e complexas dos dados sejam quantitativos ou qualitativos, o que nem sempre é possível com a utilização das técnicas estatísticas tradicionais (GALVÃO *et al.*, 1999). E também temos que considerar o fato das variáveis sofrerem ação ambiental e da interação de genótipos por ambientes. A presença desses dois fatores pode alterar completamente o agrupamento realizado por técnicas multivariadas ou redes neurais artificiais.

4.2 Experimento de 2007

Para o experimento realizado no ano de 2007, assim como aconteceu para o experimento de 2006, quatro grupos foram formados pelas redes neurais artificiais. Ressaltamos também outras similaridades quanto a formação dos grupos, como a quantidade de acessos de dentro de cada grupo e a formação do grupo 4 no qual agruparam-se todas as cultivares comerciais.

Porém podemos ver na tabela 5 que também ocorreram diferenças entre os experimentos realizados, principalmente nos acessos contidos em cada grupo em que se verificou que o grupo 1 possui sete acessos alocados no mesmo grupo que no experimento realizado em 2006 são eles: 2, 20, 24, 30, 31, 36 e 38.

No grupo 2, foram ao todo seis acessos, são eles: 1, 4, 8, 14, 22 e 29. Para o grupo 3 nenhum acesso foi coincidente com o experimento de 2006. Por último o grupo 4, que obteve todos os quatro acessos comerciais coincidentes: 43, 44, 45 e 46.

Como em ambas as análises ocorreram as mesmas quantidades de grupos, quatro ao todo, usaremos o termo taxa de coincidência para indicar que os acessos que configuram no mesmo grupo são coincidentes. Ao todo houve uma coincidência entre os grupos formados de dezessete acessos, totalizando uma taxa de coincidência de 36,96% para os experimentos.

Tabela 5 – Grupos formados pela redes neurais artificiais kohonen para 22 variáveis quantitativas do meloeiro Mossoró-RN, UFERSA, 2007.

Grupos*	Acessos						
1 (11)	2	6	20	24	26	31	35
	36	38	39	42			
2 (18)	1	4	5	8	9	11	12
	13	14	16	17	18	21	22
	23	29	32	40			
3 (9)	3	7	10	15	25	27	30
	33	34					
4 (8)	19	28	37	41	43	44	45
	46						

*Número entre parênteses indica a quantidade de acessos dentro de cada grupo.

4.3 Análises dos grupos formados pelas redes neurais artificiais para as médias de 2006 e 2007.

Inicialmente para criação da rede neural artificial foi testado quantidades diferentes de grupos, iniciando de $k=2$ e terminando em $k=5$. Para isso a rede neural artificial era implementada e logo depois testada a consistência dos grupos formados por meio da análise da função discriminante.

Observou-se que o número adequado de grupos foi de 4 ($k=4$), esse resultado se assemelha aos encontrados por Barbosa (2010) que obteve 3 grupos, com 50 acessos de meloeiro para nove variáveis, e Campos (2012) que obteve 5 grupos para 138 acessos com 23 variáveis.

O número de acessos variou consideravelmente em cada grupo, percebe-se que o grupo 2 possui a maior quantidade de acessos, 17 ao todo, enquanto o grupo 4 possui apenas cinco, como pode ser visto na figura 2.

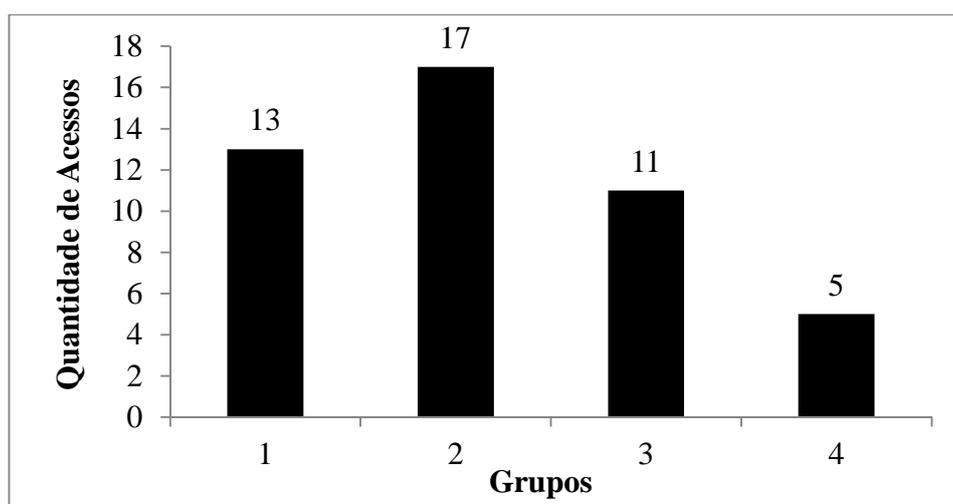


Figura 2 – Quantidades de acessos de meloeiro em cada grupo formado pela rede neural artificial kohonen

A diferença da quantidade de acessos em cada grupo se deveu a própria variação dos caracteres medidos, na tabela 5 observamos em quais grupos configuram cada acesso analisado. Nota-se que os grupos formados não seguiram a característica do grupo botânico, ou seja, não se agruparam quanto ao grupo botânico a que pertenciam, *Cantalupensis*, *Momordica* ou *Conomon* como colocado por Torres Filho (2009). Todavia, quase um quinto dos acessos não foram identificados quanto ao grupo botânico.

Tabela 6 – Grupos formados pela redes neurais artificiais kohonen para 22 variáveis quantitativas do meloeiro Mossoró-RN, UFERSA,2006/2007

Grupos	Acessos						
1 (13)	2 31	5 35	6 36	15 38	18 39	20 42	24
2 (17)	1 13 29	4 14 32	7 16 40	8 17	9 21	11 22	12 23
3 (11)	3 43	10 44	25 45	26 46	30	34	41
4 (5)	19	27	28	33	37		

*Número entre parênteses indica a quantidade de acessos dentro de cada grupo.

Na tabela 7 estão às médias das 22 variáveis quantitativas de todos os 46 acessos avaliados durante os dois anos de avaliação do experimento, juntamente com os grupos com os quais cada acesso foi realocado por meio da rede neural artificial. Na tabela 8 estão as médias das variáveis dentro de cada grupo formado pela rede neural artificial.

As variáveis do fruto foram as que obtiveram as maiores dispersões, e conforme é comentado na literatura, em meloeiro, as variáveis relacionados ao fruto são aquelas que mais discriminam os acessos (STAUB *et al.*, 2000; STAUB *et al.*; 2004; NAKATA *et al.*, 2005). Torres Filho (2009) comprovou essa afirmação para ambos os experimentos.

Comparando os grupos encontrados para o experimento realizado em 2006 e 2007 com os encontrados para as médias dos dois experimentos, houve uma taxa de coincidência de 28,26%, e apenas para os grupos 1 e 2. O grupo 1 com os acessos: 2, 20, 24, 31, 36, 38. O grupo 2 com os acessos: 1, 4, 8, 14, 22, 29. Os acessos comerciais apesar de sempre estarem juntos em um mesmo grupo 4, nos experimentos de 2006 e 2007, para a média dos dois experimentos se alocaram no grupo 3.

Tabela 7 – Médias da análise conjunta dos 46 acessos de meloeiro avaliados e seus respectivos grupos para 22 variáveis quantitativas, Mossoró-RN, UFERSA,2006/2007

Acesso	Grupo	P100SEM	NF/PI	PMF	PROD	DL	DT	IF	EP	FP	SST	HASTE	NRAMOS	FLOR	CPEN	CCOR	LCOR	CCA	CFOL	LFOL	RFOL	CP	NLOB
2	1	2,80	5,20	1,44	58,55	26,23	10,95	2,40	2,66	3,99	4,54	2,27	4,21	10,00	2,65	0,69	1,42	5,13	10,65	12,85	0,83	15,37	4,00
5	1	2,33	3,99	1,31	44,85	21,01	10,42	2,01	2,67	4,10	5,35	1,88	4,94	13,50	3,55	1,33	2,73	5,13	10,12	13,10	0,79	14,84	3,00
6	1	2,51	1,50	1,83	24,96	21,54	12,71	1,73	3,19	5,28	5,96	1,89	4,41	13,50	3,18	0,91	1,85	4,61	12,19	13,58	0,92	13,78	4,00
15	1	2,63	6,85	1,20	63,77	24,19	12,85	2,02	2,59	3,69	4,69	2,24	4,79	13,50	4,24	1,12	2,29	6,15	11,72	17,12	0,69	14,44	3,00
18	1	1,71	4,44	1,05	41,59	19,22	10,58	1,94	2,68	4,16	5,61	1,92	4,29	10,00	5,30	1,22	2,56	6,15	13,58	15,04	0,90	15,93	3,00
20	1	2,42	5,45	1,32	57,74	25,44	9,99	2,51	2,48	4,05	3,92	4,73	5,39	10,00	4,24	1,28	2,40	5,13	11,82	13,72	0,86	16,20	3,00
24	1	2,72	3,15	1,15	41,58	21,00	10,84	1,91	2,63	6,05	6,69	2,20	6,55	13,50	3,18	0,75	1,51	4,61	10,12	13,57	0,74	16,20	3,00
31	1	2,53	4,25	1,26	47,43	23,55	11,17	2,12	2,50	4,37	4,96	2,46	3,68	10,00	2,65	0,96	1,51	4,61	11,82	13,23	0,89	14,31	3,00
35	1	2,55	3,23	2,40	51,11	30,20	13,64	2,28	3,27	4,95	4,88	2,42	4,73	14,00	4,77	1,33	2,62	4,61	11,08	13,72	0,80	13,50	5,00
36	1	3,28	4,79	1,61	64,27	27,79	11,13	2,51	2,95	5,42	3,53	2,29	5,09	10,50	5,83	1,07	1,93	5,13	11,87	14,80	0,81	15,12	3,00
38	1	3,25	4,51	1,27	50,37	23,96	10,45	2,29	2,70	4,04	4,23	2,74	3,68	10,50	5,30	1,49	1,83	5,64	9,59	12,30	0,78	15,12	4,00
39	1	2,60	4,22	1,01	43,57	23,59	9,62	2,45	2,21	5,02	3,30	2,08	5,09	14,00	3,18	0,91	1,68	4,61	10,76	12,25	0,88	13,77	5,00
42	1	3,04	2,65	1,62	37,16	22,68	12,31	1,87	2,81	4,62	5,72	2,80	3,31	5,00	4,77	1,33	2,18	5,13	12,35	13,72	0,90	16,74	3,00
1	2	2,27	2,43	1,46	31,13	19,55	13,17	1,49	2,87	5,42	5,79	1,46	6,14	13,50	2,65	0,91	1,91	4,10	11,18	13,82	0,81	12,72	5,00
4	2	3,51	1,95	1,31	26,35	17,39	11,87	1,47	2,37	7,22	5,94	1,89	6,24	14,50	5,30	1,28	2,73	6,15	9,69	12,13	0,80	15,37	5,00
7	2	3,61	2,39	1,32	29,95	18,49	11,93	1,55	2,98	5,07	6,53	2,06	5,23	13,50	4,24	0,91	1,91	5,64	8,79	11,64	0,76	13,25	4,00
8	2	2,49	1,70	1,33	24,33	18,78	12,01	1,57	3,20	5,95	6,85	2,15	6,75	13,50	4,77	1,07	2,18	5,13	11,45	12,61	0,91	17,23	4,00
9	2	1,85	4,00	0,56	26,33	16,08	8,41	1,91	2,25	5,17	5,80	1,27	5,12	13,50	2,65	1,22	2,13	5,64	11,34	12,90	0,89	14,84	4,00
11	2	2,44	5,92	0,66	30,46	14,77	9,13	1,63	2,24	5,79	6,80	0,92	7,47	10,00	3,18	0,80	1,74	4,10	10,22	12,85	0,80	14,31	4,00
12	2	2,33	4,65	0,62	21,90	16,03	8,38	1,98	1,97	6,34	5,90	1,19	7,00	13,50	5,83	1,28	2,73	5,13	9,96	12,76	0,79	13,25	4,00
13	2	3,43	2,26	1,00	20,88	16,37	10,61	1,54	2,33	7,95	6,45	1,69	5,42	14,50	7,42	1,07	2,40	5,64	10,92	12,46	0,88	12,19	4,00
14	2	2,52	1,60	1,47	23,70	19,96	12,46	1,66	2,57	4,95	6,19	1,66	4,70	13,50	4,24	1,07	2,45	5,13	10,65	13,10	0,82	16,43	5,00
16	2	2,42	11,40	0,38	42,90	11,62	7,61	1,53	1,98	9,20	4,06	1,91	5,14	13,50	2,65	0,85	1,64	4,61	8,52	10,62	0,81	15,12	5,00
17	2	2,46	7,27	0,63	34,89	15,07	8,82	1,73	2,06	6,04	8,02	1,44	6,03	6,50	4,24	0,80	1,69	5,13	9,32	13,34	0,70	14,85	4,00
21	2	2,61	6,72	0,61	35,21	14,57	8,96	1,61	2,24	5,43	7,49	1,54	5,60	10,00	5,30	1,49	2,51	5,64	11,98	14,21	0,84	15,66	3,00
22	2	3,46	1,99	1,48	31,08	20,82	11,85	1,80	2,91	5,24	6,25	1,73	6,50	13,50	8,48	1,38	2,78	5,64	9,53	11,91	0,82	11,88	6,00
23	2	3,01	4,84	1,15	49,73	22,31	10,46	2,12	2,25	6,95	6,14	1,60	6,53	13,50	2,65	1,17	2,05	5,13	11,08	15,19	0,73	14,58	5,00
29	2	2,06	4,13	1,11	28,61	17,72	10,89	1,63	2,51	6,13	7,28	1,02	6,83	10,00	3,71	1,28	2,15	4,61	10,92	14,21	0,77	11,88	3,00

Cont. Acesso	Grupo	P100SEM	NF/PI	PMF	PROD	DL	DT	IF	EP	FP	SST	HASTE	NRAMOS	FLOR	CPEN	CCOR	LCOR	CCA	CFOL	LFOL	RFOL	CP	NLOB
32	2	2,13	6,75	0,71	38,00	15,50	9,34	1,62	2,09	4,81	7,36	1,11	5,78	10,00	3,71	1,12	2,05	5,13	11,18	14,95	0,75	15,93	4,00
40	2	2,55	6,79	0,50	26,11	12,95	8,56	1,50	1,98	5,06	8,06	0,68	4,52	14,00	4,77	0,96	1,73	5,13	9,32	13,23	0,71	10,26	3,00
3	3	3,17	1,63	1,43	22,48	19,14	11,88	1,70	2,99	6,59	5,90	1,93	4,50	13,50	4,77	0,96	1,96	5,13	11,18	13,10	0,85	12,19	3,00
10	3	3,79	0,99	1,31	11,94	16,50	12,86	1,28	3,39	5,52	7,82	1,58	3,89	13,50	3,71	1,01	2,29	5,13	10,86	14,65	0,74	14,84	3,00
25	3	3,51	1,65	1,86	29,70	20,11	13,41	1,59	3,00	4,22	6,63	2,17	5,43	13,50	4,24	0,80	1,22	5,13	10,22	12,01	0,85	12,15	3,00
26	3	3,86	2,20	1,94	32,92	22,44	13,49	1,67	3,48	3,94	6,55	2,22	5,87	13,50	4,77	0,96	1,66	5,64	10,65	13,23	0,81	12,96	4,00
30	3	2,02	1,86	1,92	33,71	19,53	13,73	1,45	3,04	4,85	6,33	2,25	4,20	15,00	3,71	0,91	1,56	5,64	8,57	11,22	0,76	13,50	3,00
34	3	3,54	0,92	2,11	15,88	21,19	15,16	1,42	3,19	5,37	6,08	1,72	5,25	14,00	4,77	1,17	2,24	5,64	10,65	14,46	0,74	13,50	4,00
41	3	3,44	1,76	1,22	22,18	15,57	12,56	1,27	3,47	4,89	7,12	1,49	3,52	4,00	3,71	0,64	1,39	4,10	12,99	14,99	0,87	16,47	4,00
43	3	2,43	1,27	1,06	13,87	13,27	12,18	1,11	3,35	8,26	10,15	1,42	3,52	4,50	3,71	1,12	1,98	4,61	10,49	12,50	0,84	17,82	5,00
44	3	3,47	1,58	1,42	19,41	15,43	13,56	1,14	3,81	7,94	8,48	1,86	3,36	3,50	4,77	1,17	2,08	4,61	12,25	16,66	0,74	14,31	4,00
45	3	4,26	1,50	1,34	19,46	15,91	10,41	2,02	3,72	5,40	7,83	1,52	2,10	3,50	6,36	0,96	1,73	5,13	12,35	15,68	0,79	9,72	4,00
46	3	4,52	1,43	1,19	16,62	13,83	11,87	1,16	6,31	5,58	9,22	1,64	3,52	3,50	4,24	0,85	1,44	4,61	11,34	14,21	0,81	12,15	4,00
19	4	2,74	2,18	1,58	27,60	15,00	13,28	1,12	3,38	4,47	6,71	4,78	3,16	6,50	3,71	1,54	3,16	6,15	12,41	13,48	0,92	11,34	5,00
27	4	3,12	2,58	1,86	42,28	25,10	11,93	2,12	3,10	4,11	4,92	2,24	3,89	13,50	7,42	1,38	2,10	5,64	9,85	12,99	0,76	13,50	5,00
28	4	2,59	2,31	1,83	40,22	23,94	13,11	1,84	5,57	7,16	6,45	2,35	4,41	13,50	3,23	1,22	2,00	6,15	9,90	10,78	0,93	12,42	5,00
33	4	3,33	2,24	1,66	23,83	20,01	13,40	1,53	2,52	6,34	6,11	1,95	4,20	14,00	4,77	1,38	2,29	5,64	12,41	16,17	0,77	16,74	5,00
37	4	2,65	3,83	1,01	44,66	17,67	10,84	1,64	2,87	5,83	6,15	1,54	3,52	3,50	4,77	1,01	1,58	5,13	9,80	11,76	0,83	9,18	4,00
	Média	2,87	3,50	1,29	34,03	19,41	11,41	1,75	2,90	5,51	6,23	1,95	4,90	11,13	4,38	1,09	2,04	5,18	10,86	13,45	0,81	14,08	3,98
	DV	0,63	2,17	0,45	13,21	4,24	1,74	0,37	0,82	1,25	1,41	0,76	1,20	3,67	1,31	0,23	0,44	0,55	1,17	1,44	0,06	1,97	0,83
	CV(%)	21,84	61,93	34,7	38,81	21,84	15,29	21,1	28,1	22,69	22,68	38,78	24,57	32,94	29,96	20,76	21,38	10,68	10,77	10,67	7,79	14,01	20,86

P100SEM: peso de cem sementes, em g; NF/PI: número de frutos por planta; PMF: peso médio do fruto, em g; PROD: produtividade, em t ha⁻¹; DL: diâmetro longitudinal, em cm; DT: diâmetro transversal, em cm; IF: índice de formato; EP: espessura da polpa, em cm; FP: firmeza da polpa, em N; SST: teor de sólidos solúveis, em %; HASTE: comprimento da haste principal, em cm; NRAMOS: número de ramos; FLOR: dias para o florescimento; CPEN: comprimento do pedúnculo, em cm; CCO: comprimento da corola, em cm; LCOR: largura da corola, em cm; CCA: comprimento do cálice, em cm; CFOL: comprimento foliar, em cm; LFOL: Largura da folha, em cm. RFOL: razão foliar; CP: comprimento do pecíolo, em cm; NLOB: número de lóbulos. DV: desvio padrão. CV(%): coeficiente de variação em porcentagem.

Tabela 8 – Médias das 22 variáveis quantitativas para os 4 grupos formados pela rede neural artificial kohonen, Mossoró-RN, UFERSA,2006/2007

Variáveis	Grupos*			
	1 (13)	2 (17)	3 (11)	4 (5)
P100SEM	2,64	2,66	3,45	2,88
NF/PI	4,17	4,52	1,53	2,63
PMF	1,42	0,96	1,53	1,59
PROD	48,23	30,68	21,65	35,72
DL	23,88	16,94	17,54	20,35
DT	11,28	10,26	12,83	12,51
IF	2,16	1,67	1,44	1,65
EP	2,72	2,40	3,61	3,49
FP	4,63	6,04	5,69	5,58
SST	4,87	6,53	7,47	6,07
HASTE	2,46	1,49	1,80	2,57
NRAMOS	4,63	5,94	4,10	3,83
FLOR	11,38	12,41	9,27	10,20
TPED	4,06	4,46	4,43	4,78
CCOR	1,11	1,10	0,96	1,31
LCOR	2,04	2,16	1,78	2,23
TCAL	5,13	5,16	5,03	5,74
CFOL	11,36	10,36	11,05	10,87
LFOL	13,77	13,05	13,88	13,03
RFOL	0,83	0,80	0,80	0,84
CP	15,02	14,10	13,60	12,64
NLOB	3,54	4,24	3,73	4,80

*Número entre parênteses indica a quantidade de acessos dentro de cada grupo.

Foram construídos gráficos com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança (95%) e *outliers* para todas as médias das variáveis para cada grupo formado pela rede neural artificial kohonen, com o objetivo de melhor ilustrar o comportamento de cada uma dentro de cada grupo. Os *outliers* foram colocados com o intuito de se observar valores extremamente altos ou baixos. A existência de *outliers* pode tanto significar dados imperfeitos, como também dados corretos que necessitam de uma atenção especial. Acoplado ao objetivo da análise que se está realizando é possível que os *outliers* sejam o ponto de interesse. Todos esses gráficos podem ser vistos no apêndice ao final deste trabalho.

A média para P100SEM se destacou no grupo 3 com valor de 3,45 gramas, e o acesso 46 possuindo o maior valor 4,52 gramas. Nos outros grupos esse valor ficou entre 2,64 gramas no grupo 1 a 2,88 gramas no grupo 4. Vale destacar que no grupo 3 configuram as quatro cultivares comerciais, e estas foram melhoradas para ter um vigor inicial superior

e portanto possuem maior reserva para seu desenvolvimento e em sua maioria são sementes grandes, como os híbridos dos tipos Cantaloupe, Amarelo, Charenthais e Honew Dew concordando com os resultados encontrados por Torres Filho, 2009.

Para variável NF/PL os acessos do grupo 1 e do grupo 2 foram os que obtiveram os maiores valores, com média iguais a 4,17 e 4,52 respectivamente, na qual os acessos 16 e 17 se sobressaem como os mais prolíficos com média igual a 11,40 e 7,27 respectivamente. Por outro lado os grupos 3 e 4 obtiveram os menores valores para esta variável 1,53 e 2,63 concomitantemente, como um dos componentes de formação da produtividade do meloeiro é o número de frutos por planta, Martins *et al.*, (1998) e Monteiro e Mexia (1988) afirmam que, normalmente, em cultivo de meloeiro as plantas conseguem desenvolver dois frutos, haja vista a ocorrência de abortamento natural pela planta. Farias *et al.*, (1988) também constataram, somente dois ou três frutos atingem o estágio de maturação.

Na variável PMF vemos proximidade dos valores médios entre os grupos 1, 3 e 4 com 1,42 kg, 1,53 kg e 1,59 kg respectivamente. No grupo 2 o valor foi de 0,96 kg. Segundo Filgueira (2000) o mercado prefere frutos de 1,5 a 2,0 kg.fruto⁻¹. No presente trabalho apenas os frutos do grupo 3 e 4 ficaram nesse intervalo

Com relação à variável PROD, observa-se uma amplitude total dentro dos acessos de 52,34 kg.ha⁻¹. Os acessos 2, 15, 20, 35, 36 e 38 foram os mais produtivos, todos do grupo 1, enquanto os acessos 10, 34, 43 e 46 foram os menos produtivos todos do grupo 3. A produtividade média brasileira está em torno de 23 t.ha⁻¹ (Agrianual, 2009), e nesse sentido os grupos 1, 2 e 4 superam esse valor.

Para a variável DL temos a superioridade para os acessos do grupo 1 com média de 23,88 cm, em que merece destaque o acesso 35 com valor de 30,20 cm. O segundo maior valor da média aparece no grupo 4 com 20,35 cm. Os grupos 1 e 2 possuem valores bastante próximos 16,94 cm e 17,54 cm respectivamente, sugerindo que não há diferenças entre os dois grupos para a variável DL.

A média geral para a variável DT foi de 11,72 cm, e o grupo com maior valor foi o grupo 3 (12,83 cm) seguido com valor próximo pelo grupo 4 (12,51 cm). Por outro lado, os grupos 1 e 2 possuem valor médio de 11,28 cm e 10,26 cm respectivamente. No grupo 2 observamos um grande variação nos valores médios dos acessos, na qual de dezessete acessos, seis estão fora do intervalo de confiança.

Segundo Charlo *et al.* (2009), frutos com tamanhos menores podem resultar em menores diâmetros longitudinais e transversais do lóculo e que frutos que apresentam cavidades internas menores possuem maior resistência ao transporte e manuseio.

Com relação ao IF, definido como a relação entre o comprimento longitudinal e o transversal, teve valores para os acessos que ficaram entre 1,11 cm e 2,51 cm. Segundo Paiva (2000), frutos com forma esférica têm índice de formato inferior ou igual a 1,0; com forma oval, têm índice de formato entre 1,01-1,50 cm; e comprido, têm valor superior a 1,5. Considerando essa classificação, os acessos possuem frutos com formatos oval e comprido. A variação no índice de formato reflete a variabilidade encontrada nos diâmetros longitudinal e transversal. Em que podemos afirmar que o grupo 1 tem tendência a ter frutos compridos, assim como o grupo 2, porém em menor escala. Os grupos 3 e 4 tem frutos com a tendência a serem ovalados.

Os acessos variaram quanto à variável EP, com amplitude máxima de 4,3 cm. O acesso com maior valor foi o 28 (grupo 4), com espessura inferior a apenas ao acesso 46 (grupo 3). Os menores valores foram dos acessos 12, 16 e 40, com média de 2,0 cm. Desta forma temos uma diferença entre os grupos formados pelas redes neurais artificiais, de forma que os grupos 1 e 2 se assemelham, os grupos 3 e 4 também.

Quanto à FP, destacaram-se os acessos pertencentes aos grupos 2, 3 e 4, com os maiores valores para esta variável, se sobressaindo os acessos 16 e 43. No grupo 1 ficaram os acessos com menores valores com média geral de 4,63 N. Entretanto Folegatti *et al.* (2004) encontraram valores de firmeza de polpa variando de 4,45 a 17,51 N. Monteiro *et al.* (2008) notaram firmeza da polpa na faixa de 2,99 a 3,12 N. Dias *et al.* (2006) os valores de textura variaram de 19,93 a 17,45 N; logo esta variável depende do estágio de maturação em que os frutos são colhidos podendo variar consideravelmente.

Para a variável SST, as estimativas para os acessos ficaram 3,3% a 10,15%. O grupo 3 obteve os maiores valores, contrastando com os valores obtidos pelo grupo 1 com os menores. Vale salientar que o grupo 3 estão todos os híbridos comerciais, acessos 43, 44, 45 e 46, o que justifica este grupo se sobressair sobre os outros. Analisando as exigências do mercado, Souza *et al.* (1994) verificaram que os melões cultivados para exportação devem ser colhidos com um teor de SST variando de 9 a 11°Brix enquanto que, para o mercado interno, devem possuir um teor de 12 a 14°Brix, o que faz com que apenas o grupo 3 tenha as características de mercado.

Quanto a variável HASTE, nota-se considerável variação entre o acesso 40 com 0,7 cm, do grupo 2, com o menor valor, enquanto que o acesso 19 com 4,8 cm, do grupo 4, teve o maior comprimento da haste principal, resultando numa amplitude de 4,1 cm.

Para a variável NRAMOS o acesso 11 obteve 7,5 ramos por planta a maior quantidade, por outro lado, o acesso 41 teve o menor valor, com 2,1 ramos por planta. Para

esta variável os quatro híbridos avaliados apresentaram valores reduzidos, em relação aos outros acessos. O número de ramos por planta é estreitamente relacionado com o número de frutos por planta (TAHA *et al.*, 2003) fato observado nos acessos avaliados (TORRES FILHO, 2009). O provável esclarecimento para o menor número de ramos por planta em cultivares melhoradas é a seleção feita no sentido de redução do porte da planta e aumento da qualidade do fruto, uma vez que o número de ramos e número de frutos por planta são inversamente proporcionais ao teor de sólidos solúveis (TAHA *et al.*, 2003; ZALAPA *et al.*, 2006).

Para a variável FLOR observou-se ampla variação entre os acessos. O híbridos comerciais melhorados foram os mais precoces, todos pertencentes ao grupo 3. E este mesmo grupo demonstrou em média maior precocidade que os outros. O ciclo do meloeiro no Nordeste do Brasil é extremamente rápido (65-70 dias) em relação àqueles da Europa e América do Norte (120 dias), pois o meloeiro, nas condições de intensa luminosidade e elevada temperatura, amadurece rapidamente. A precocidade é negativamente correlacionada com o teor de sólidos solúveis (TAHA *et al.*, 2003). Considerando que um dos principais objetivos nos programas de melhoramento é aumentar o teor de sólidos solúveis do fruto, a precocidade não seria uma boa característica. Por outro lado, materiais muito tardios não seriam aceitos pelo produtor devido à demora no retorno econômico e, por conseguinte, menor número de safras por ano (TORRES FILHO, 2009).

O acesso 23 apresentou o menor CPEN média de 2,1 cm, enquanto que o acesso 22 revelou-se o maior valor de 8,48 cm, sendo que ambos os acessos pertencem ao grupo 2.

As variáveis CCOR e LCOR se mostraram semelhantes quanto aos seus resultados. Isso provavelmente se deveu a relação diretamente proporcional entre a largura e o comprimento das corolas das plantas de meloeiro, e esse desempenho se refletiu na configuração dos grupos.

A maior média para CCA foi obtida no grupo 4 com 5,74 cm, verificou-se ainda uma amplitude de 2,1 cm, com maior valor de 6,20 cm para o acesso 04 do grupo 2 e o menor valor para os acessos 11 e 41, ambos com 4,10 cm pertencentes aos grupos 2 e 3 respectivamente.

Para as variáveis CFOL, LFOL e RFOL os resultados foram bastante semelhantes, aqui merece destaque os grupos da variável RFOL que os valores médios tiveram uma amplitude de apenas 0,4.

A variável CP para o grupo 1 obteve a maior média de 15,02 cm, por outro lado a menor média é observada no grupo 4 com valor igual a 12,64 cm. Nos grupos 2 e 3 foram

encontrados acessos com valores bastantes superiores a média do grupo 1 podendo indicar que esta variável pode ter pouco poder para descrição dos acessos.

O comportamento da média para a variável NLOB, foi maior no grupo 4 com 4,80, seguida da média do grupo 2 com 4,24. A média geral para todos os grupos foi de 4,08.

4.4 Pesos sinápticos das variáveis para formação dos grupos

As redes de Kohonen desenvolvem uma raiz de redes, com grande razoabilidade biológica que se auto-organizam através de mecanismos de competição. Na tabela 5 podemos analisar os pesos obtidos para as 22 variáveis estudadas neste trabalho. Para o sistema de aprendizado competitivo, um grupo de neurônios competiram entre si para responder a um padrão de entrada. Hassoun,(1995) descreve que o vencedor da competição é permitido modificar seus vetores de peso para tornar-se mais similar ao padrão de entrada.

Como consequência, modelos competitivos de redes neurais não supervisionados, modificam seus vetores de peso de maneira adaptativa para ordenar e estimar os centros de gravidade dos agrupamentos conforme as distribuições de entrada.

O grupo 1 e 2 alcançaram pesos sinápticos para todas as variáveis analisadas e os dois grupos juntos contêm trinta acessos, o que significa possuírem mais da metade dos acessos. Aos outros grupos coube configurar com os restantes dos acessos, dezesseis ao todo, em que os pesos sinápticos para esses grupos foram valores nulos em sua maioria, exceto para as variáveis DT, IF, HASTE, LCOR e RFOL no grupo 3 e as variáveis IF, EP, NRAMOS, TCAL e TPEC no grupo 4.

Tabela 9 – Pesos sinápticos para os 4 grupos formados pela redes neurais artificiais kohonen para 22 variáveis quantitativas do meloeiro Mossoró-RN, UFERSA,2006/2007

Variáveis	Grupos*			
	1 (13)	2 (17)	3 (11)	4 (5)
P100SEM	0,34	0,74	0,00	0,00
NF/PI	0,33	0,39	0,00	0,00
PMF	0,60	0,49	0,00	0,00
PROD	0,42	0,25	0,00	0,00
DL	0,31	0,47	0,00	0,00
DT	0,36	0,52	0,19	0,00
IF	0,06	0,56	0,07	0,21
EP	0,16	0,43	0,00	0,09
FP	0,52	0,80	0,00	0,00
SST	0,25	0,55	0,00	0,00
HASTE	0,56	0,37	0,08	0,00
NRAMOS	0,59	0,49	0,00	0,09
FLOR	0,69	0,46	0,00	0,00
TPED	0,33	0,49	0,00	0,00
CCOR	0,17	0,34	0,00	0,00
LCOR	0,46	0,52	0,09	0,00
TCAL	0,66	0,37	0,00	0,07
CFOL	0,25	0,59	0,00	0,00
LFOL	0,30	0,54	0,00	0,00
RFOL	0,47	0,42	0,09	0,00
TPEC	0,49	0,64	0,00	0,09
NLOB	0,30	0,68	0,00	0,00

*Número entre parênteses indica a quantidade de acessos dentro de cada grupo.

4.5 Análise da função discriminante para os grupos formados das médias dos experimentos de 2006 e 2007.

Essa metodologia foi tomada partindo do pressuposto de que se admitia a qual grupo pertenciam os acessos. E assim, a coerência dos agrupamentos foi verificada por meio da análise da função discriminante, conforme descrito por Cruz e Carneiro (2003) para os quatro grupos propostos pela rede neural artificial de kohonen.

Barbosa *et al.*, (2010) afirmaram que a função discriminante demonstrou ter um grande potencial para verificar a consistência do agrupamento proposto pela técnica da Rede Neural Artificial. Sudré *et al.*, (2006) e Campos (2012), também, verificaram que a função discriminante de Anderson foi adequada na caracterização e manejo de bancos de germoplasma, mostrando-se uma ferramenta adicional para aferir a correta classificação.

Neste trabalho obtivemos quatro grupos, por outro lado, uma maior quantidade de grupos não indica maior precisão dos agrupamentos como demonstrou esse estudo e pode ser visto na tabela 9. E também como afirmaram Barbosa *et al.* (2010) e Campos (2012), que obtiveram melhores resultados com grupos pequenos e demonstraram que uma grande quantidade de grupos geram maiores erros e assim menor será a confiabilidade do agrupamento.

Tabela 10 – Porcentagem de classificação correta e incorreta de cada grupo, obtida mediante a análise da função discriminante, com base na classificação proposta pelo método de redes neurais artificiais de kohonen em quatros grupos, considerando 22 variáveis quantitativas avaliadas em 46 acessos de meloeiro Mossoró-RN, UFERSA,2006/2007

Grupos	1	2	3	4	Acerto (%)
1	13	0	0	0	100
2	0	17	0	0	100
3	0	0	11	0	100
4	0	0	0	5	100
Total	13	17	11	5	100

A análise da função discriminante evidenciou que ocorreu um acerto de 100%, isso significa que nenhum acesso foi classificado diferente do que as redes neurais artificiais de

kohonem haviam classificado. No estudos de Barbosa et al. (2010) e Campos (2012) obtiveram 92,00% e 83,34% respectivamente.

Tabela 11 – Distância de Mahalanobis entre os grupos, obtida mediante a análise da função discriminante, com base na classificação proposta pelo método de redes neurais artificiais de kohonen em quatro grupos, considerando 22 variáveis quantitativas avaliadas em 46 acessos de meloeiro Mossoró-RN, UFERSA, 2006/2007

Grupos	1	2	3	4
1	0,00	24,30*	27,80*	23,22*
2		0,00	23,87*	20,33 ^{n.s.}
3			0,00	22,82 ^{n.s.}
4				0,00

De acordo com a tabela 10, foram identificados os grupos de acessos mais similares e os mais divergentes. O grupo 1 esteve distante significativamente de todos os outros grupos, porém mais distante, geneticamente, do grupo 3. O grupo 2 é divergente em relação ao grupo 3 e similar ao grupo 4. O grupo 3 apresenta similaridade em relação ao grupo 4.

4.6 Cruzamentos potenciais para formação de nova população de trabalho

Com os resultados obtidos, pode-se nortear cruzamentos para futuros programas de melhoramento, dirigindo-se à utilização prática da heterose entre os acessos de *Cucumis melo* L.

Em relação à indicação de cruzamentos, Dias *et al.* (1994) explicam que em estudos envolvendo um elevado número de genótipos, surge a possibilidade de considerar-se não o genótipo individualmente, mas sim o grupo de genótipos. Nesse caso, os cruzamentos indicados são preferencialmente entre genótipos pertencentes aos grupos que apresentam as maiores distâncias com as características agronômicas de interesse.

Nesse sentido, para a indicação de novos cruzamentos, a fim de se explorar a heterose e a diversidade de alelos presentes, deve-se levar em consideração também o desempenho agronômico dos genótipos, devendo-se indicar cruzamentos entre os genótipos mais divergentes e com melhor desempenho agronômico para as características

estudadas, tendo em vista a possibilidade de melhor complementação alélica e conseqüente melhora no desempenho dos genótipos, nas próximas gerações (BARBOSA, 2010).

Assim baseado no estudo até aqui realizado podemos indicar cruzamentos de acessos do grupo 1 que mostrou possuir a maior heterose em relação a todos os outros grupos principalmente para aumento da produtividade e do número de frutos por planta. Os cruzamentos dos acessos do grupo 2 proporcionaram incremento da firmeza de polpa e dos sólidos solúveis totais, porém menor massa do fruto e diâmetro lateral do fruto. Já os cruzamentos com o grupo 3 acarretaram sementes mais vigorosas, e frutos com maior espessura de polpa e elevado valor para sólidos solúveis totais. E realizando cruzamento com acessos do grupo 4 nota-se que o incremento da firmeza e espessura de polpa do fruto e da diminuição do comprimento do pecíolo.

Assim cruzamentos com os acessos 2, 13, 15, 16, 17, 27, 33, 36, 40, 43, 46 seriam os mais promissores para novas populações de trabalho.

5 CONCLUSÕES

finis est novum principium

- As redes neurais artificiais se mostraram viáveis como método da análise da divergência genética no meloeiro.
- O método de redes neurais artificiais de kohonen agrupou os 46 acessos em quatro grupos com 100% de acerto por meio da análise da função discriminante para as médias dos experimentos de 2006/2007.
- Foi encontrada divergência genética para todos os grupos estudados, e com isso pode-se obter novos cruzamentos com o intuito de obter populações melhoradas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

artis et scientiae

ABADIA, J.; CUARTEIRO.M.L.; NUEZ, F. Herancia de caracteres quantitativos em melon. **INIA Ser. Agriculture**. v. 28. n.2. p.83-91. 1985.

AGRIANUAL 2009; **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e AgroInformativos, 2009. 496 p.

ANDERSON TW. **An introduction to multivariate statistical analysis**. New York: John Wiley & Sons, 345 p. 1958.

AKASHI.Y.; FUKUDA. N.; WAKO. T.; MASUDA.M.; KATO. K. Genetic variation and phylogenetic relationships in East and South Asian melons. *Cucumis melo* L.. based analysis of five isozymes. **Euphytica**. v. 125. n.1. p. 385-396. 2001.

ALVES, R. E.; SANTOS, F. J.; OLIVEIRA, V. H.; BRAGA SOBRINHO, R.; CRISÓSTOMO J. R.; SILVA NETO, R. M.; FREIRE, E. R.; FROTA, P. C. E. **Infraestrutura básica, situação atual, necessidades de pesquisa agrícola e capacitação de mão-de-obra no Vale do Assú**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1995. 25p.

AMARAL JÚNIOR. VIANA. A.P; GONÇALVES. L.S.A; BARBOSA. C.D; Procedimentos multivariados em recursos genéticos vegetais.. In: PEREIRA. T.N.S(Org.). **Germoplama: Conservação, manejo e uso no melhoramento de plantas**. Viçosa.MG: Arka. 2010. p. 205-249.

ARAGÃO. F. A. S. **Divergência genética de acessos e interação genótipo x ambiente de famílias de meloeiro**. 2011. 137 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2011.

ARRIEL, E. F., PAULA, R. C., RODRIGUES, T. J. D., BAKKE, A. O., ARRIEL, N. H. C. Divergência genética entre progênies de *Cnidioscolus phyllacanthus* submetidas a três regimes hídricos. **Científica**, v.34. n.2. p. 229-237. 2006.

AROUCHA, E.M.M.; NUNES, G.H.S.; SOUSA, A.E.D.; FERNANDES, P.L.O.; SOUZA, M.S. Qualidade e potencial pós-colheita de híbridos de melão. **Revista Ceres**, v.56, n.2, p.181-185, 2009.

BARBOSA. C. D. **Bioinformática e técnicas multivariadas na análise da divergência genética em *Carica papaya* L.** 2010. 122 f. tese (Doutorado em Produção Vegetal) Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, 2010.

BARROS. A.K.A. **Cruzamento dialélico entre genótipos de melão**. 2005. 75 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2005.

BRAGA, A. P.; CARVALHO, A. P. L. F.; LUDEMIR, T. B. **Redes neurais artificiais: teoria e aplicações**. Rio de Janeiro: LTC, vol. 1, 2000. 250p.

BENITE, M. **Aplicação de modelos de redes neurais na elaboração e análise de cenários macroeconômicos**. 2003. 123f. Dissertação (Mestrado em Engenharia), São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, 2003.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de Plantas**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2005.

BOS. I.; CALIGARI. P. **Selection methods in plant breeding**. London: Chapman & Hall. 1997. 347p.

BULLINARIA. J. A. **Introduction to Neural Computation**. Notas de aula. Disponível em: <http://www.cs.bham.ac.uk/~jxb/inc.html>. 2010. Acesso em: Janeiro 2014.

CAMPELO AR; AZEVEDO BM; NASCIMENTO NETO JR; VIANA TVA; PINHEIRO NETO LG; LIMA RH.. Manejo da cultura do melão submetida a frequências de irrigação e fertirrigação com nitrogênio. **Horticultura Brasileira** v.32: p.138-144. 2014.

CARMO FILHO, F.; OLIVEIRA, O.F. **Mossoró: um município do semi-árido nordestino – características e aspectos florísticos**. Mossoró: FGD, 1989. (Coleção Mossoroense, Série B, n. 672)

CAMPOS. B. M. **Redes neurais artificiais e *ward-mlm* aplicados à análise da divergência genética em goiaba (*psidium guajava* L.)**. 2012. 99f. tese (Doutorado em Produção Vegetal) Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, 2012.

CEAGESP – Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo. Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura. **Normas de Classificação de Melão**. São Paulo: CEAGESP, Centro de Qualidade em Horticultura, 2004. 6p.

CHARLO H.C.O; CASTOLDI R; VARGAS P.F; BRAZ L.T. Cultivo de melão rendilhado com dois e três frutos por planta. **Horticultura Brasileira** v.27: p.251-255. 2009.

CRISÓSTOMO. J. R.; MIRANDA. F. R.; MEDEIROS. J. F. ; FREITAS. J. G. A cadeia produtiva do melão no Brasil. In: ALBUQUERQUE. A.C.S.; SILVA. A.G. (org.). **Agricultura Tropical - Quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília. DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2008. v. 1. p. 579-594.

CRUZ. C.D. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. 1990. 188 f. Tese (Doutorado em genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1990.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. Viçosa: UFV, v.2, 2003. 585 p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI. A.J. CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. Viçosa: UFV, v.1, 2004. 480 p.

DELLA VECCHIA, P.T. **O Cultivo do melão no Brasil**. Instituto Brasileiro de Qualidade em Horticultura. Disponível em: <http://www.hortibrasil.org.br/jnw/images/stories/folders/foldermelao.pdf>. 2010. Acesso em: outubro, 2014.

DIAS, L. A. S. **Divergência genética e análise multivariada na predição de híbridos e preservação de germoplasma de cacau (*Theobroma cacao* L.)**. 1994. 94p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba.

DIAS, N. S.; DUARTE, S. N.; MEDEIROS, J. F. DE; TELES FILHO, J. F. Salinidade e manejo da fertirrigação em ambiente protegido II: efeitos sobre o rendimento do meloeiro. **Irriga**, v.11, n.3, p.376-383, 2006.

FAO. 2014. **FAOSTAT**, ProdSTAT-Crops #1. faostat.fao.org. Disponível em: 'http://www.fao.org/docrep/019/i3592e/i3592e.pdf. Acesso em: Dezembro de 2014.

FARIAS, J. R. B.; MARTINS, S. R.; FERNANDES, H. S. Comportamento do meloeiro cultivado em estufa plástica, em diferentes espaçamentos e cobertura do solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 6, n. 1, p. 52, 1988.

FILOV, A.I. The problem of melon systematics. **Vestnik sel'skochozjajstvennoj nauki**, v.1, p.126-132, 1960.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 402 p. 2000.

FOLEGATTI, M. V.; VÁSQUEZ, M. A. N.; DIAS, N. S. DA; SOUSA, V. F. DE. Qualidade física do melão fertirrigado com diferentes dosagens de potássio e lâminas de irrigação, em gotejamentos superficial e subsuperficial. **Irriga**, v.9, n.1, p.52-61, 2004.

FRANÇA, M. M. Análise do uso da terra no município de Viçosa-MG mediado por classificações supervisionadas com redes neurais artificiais e Maxver. **Revista Brasileira de Geografia Física**, América do Norte, v.2 n.3. p. 92-101. 2010.

GALVÃO, C. O; VALENÇA, M. J. S., VIEIRA, V. P. P. B., DINIZ, L. S., LACERDA, E. G. M., CARVALHO, A. C. P. L. F, LUDERMIR, T. B. **Sistemas inteligentes: Aplicações e recursos hídricos e ciências ambientais** . Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 246p. 1999.

GARCIA, E.; JAMILINA, M.; ALVAREZ, J. I.; ARNEDO, T.; OLIVER, J. L.; LOZANO, R. Genetic relationships among melon breeding lines revealed by RAPD markers and agronomic traits. **Theoretical and Applied Genetics**. v. 96. p. 878-885. 1998.

GÓMEZ-GUILLAMÓN, M.L.; CUARTERO, J.; CORTÉS, C.; ABADIA, J.; COSTA, J.; NUEZ, F. Descripción de cultivares de melón: caracteres cuantitativos. **Actas I Del Congreso Nacional de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas**. Valencia, 28 Noviembre-1 Diciembre 1983, p.453-460, 1983.

- GUIMARÃES I.P. **Seleção de linhagens de melão amarelo quanto a aspectos produtivos e qualitativos do fruto e resistentes a *Myrothecium roridum* E *Podosphaera xanthii***. 2013. 75 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2013.
- HAYKIN. S. **Redes neurais: princípios e prática**. Bookman. Porto Alegre.RS. 2001. 900p.
- HAMMER. K.P.; HANELT. P.; PERRINO. P. Carosello and taxonomy of *Cucumis melo* L. especially of its vegetables races. **Kulturpflanze**. v.34. n.1. p. 249-259. 1986.
- HASSOUN. M.H. **Fundamentals of Artificial Neural Networks**. A Bradford Book: Mit Press, 1995.
- JEFREY. C. A review of the cucurbitaceae. **Botanic Journal Linneus Society**. v. 81. n.2.. p. 233-247. 1980.
- KIRKBRIDE, J.H. Jr. 1993. **Biosystematics monograph of the genus Cucumis (Cucurbitaceae)**: botanical identification of cucumbers and melons. North Carolina: Parkway Publishers. 159p.
- KALB. T.J.; DAVIS. D.W. Evaluations of combining ability. heterosis and genetic variance for fruit quality characteristics in bush muskmelon. **Journal American Society Horticulture Science**. v. 109. n.3. p. 411-4115. 1984a.
- KALB. T.J.; DAVIS. D.W. Evaluations of combining ability. heterosis and genetic variance for fruit quality characteristics in bush muskmelon. **Journal American Society Horticulture Science**. v. 109. n.3. p. 416-419. 1984b.
- KARCHI, Z. Development of melon culture and breeding in Israel. Proceedings of 7th EUCARPIA Meeting on Cucurbit Genetics and Breeding. **Acta Horticulture**, v.510, p. 13-17, 2000.
- KOHONEN, T. Self-organized formation of topologically correct feature maps. **Biological Cybernetics**, Germany, n.43. p.59-69. 1982.
- KOVACS, Z. L. **Redes neurais artificiais: fundamentos e aplicações**. São Paulo: Collegium Cognitio, 1997. 174p.
- LIPPERT. F.L.; LEGG. P.D. Diallel analysis for yield and maturity characteristics in muskmelon cultivars. **Journal American Society Horticulture Science**. v. 97. n.1. p. 87-90. 1972.
- LOPES. M. M. **Caracteres descritivos e estimativas de parâmetros genéticos decruzamento dialélico parcial entre cinco cultivares de melão (*Cucumis melo* L)**. Mossoró: Escola Superior de Agricultura de Mossoró. 2000. 33 f. Dissertação de mestrado. Mossoró. 2000.

MADEIRA, N.R.; REIFSCHNEIDER, F.J.B.; GIORDANO, L.B. Contribuição portuguesa à produção e ao consumo de hortaliças no Brasil: uma revisão histórica. **Horticultura Brasileira**, v.26, p.428-432, 2008.

MAKISHIMA, N. Situação da pesquisa com cucurbitáceas no Brasil. **Horticultura Brasileira**, v.9, n. 2, p.102-103, 1991.

MALLICK, M.F.R.; MASSUI, M. Origin, distribution and taxonomy of melons. **Scientia Horticulture**, v.28, n. 1, p. 251-261, 1986.

MARTINS, S. R.; PEIL, R. M.; SCHWENGBER, J. E.; ASSIS, F. N.; MENDEZ, M. E. G. Produção de melão em função de diferentes sistemas de condução de plantas em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 24-30, 1998.

McCREIGHT, J.D.; NERSON, H.; GRUMET, R. Melon, *Cucumis melo* L. In: KALLOS, G.; BERGH, B.O (eds). **Genetic improvement of vegetable crops**. New York: Pergamon Press. p. 267-294. 1993.

MELO JÚNIOR, A. F., CARVALHO, D., POVOA, J. S. R., BEARZOTI, E. Estrutura genética de populações naturais de pequiizeiro (*Caryocar brasiliense Camb.*). **Scientia Forestalis**, v.66, p.56-65. 2004.

MENEZES, J.B.; GOMES JÚNIOR, J.; ARAÚJO NETO, S.E.; SIMÕES, N.A. Armazenamento de dois genótipos de melão amarelo sob condições ambiente. **Horticultura Brasileira**, v.19, p.42-49, 2001.

MONTEIRO, A. A.; MEXIA, J. J. Influência da poda e do número de frutos por planta na qualidade dos frutos e produtividade do melão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 6, n. 1, p. 9-12, 1988.

MONTEIRO, R. O. C.; COELHO, R. D.; MELO, P. C. T.; FERRAZ, P.; CHAVES, S. W. P.; SHIRAHIGE, F.H.; BELTRAME NETO, E.; PIEDADE, S. M. S. Net melon performance as affected by the drip irrigation depth and mulching. **Horticultura Brasileira**, v.26, p. 447-451, 2008.

MUNGER, H.M.; ROBINSON, R.W. Nomenclature of *Cucumis melo* L. **Cucurbit Genetic Cooperative Report**, v. 14, n. 1, p. 43-44. 1991.

NAKATA, E. ; STAUB, J. E.; LÓPEZ-SESÉ, A. I. ; KATZIR, N. Genetic diversity of Japanese melon cultivars (*Cucumis melo* L.) as assessed by random amplified polymorphic DNA and simple sequence repeat markers. **Genetic Resources and Crop Evolution**, n. 52, p. 405–419. 2005.

ODET, J. **Le melon**. Centre Technique interprofessionnel de fruits et legumes. 1985. p. 295.

OLIVEIRA, C. A. M., SILVA, E. F., MOLINA, S. G., FERREIRA, R., LIRA, D. A. S., BARROS JUNIOR, J. A. B. Diversidade e estrutura genética em populações de *Caesalpinia achinata* (Lam.) na Estação Ecológica do Tapacurá-PE. **Scientia Forestalis**, v.70, p. 77-83. 2006.

OLIVEIRA, M. S. P., FERREIRA, D. F., SANTOS, J. B. Divergência genética entre acessos de açaizeiro fundamentada em descritores morfoagronômicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42. n.4. p. 501-506. 2007.

OLIVEIRA, L.B.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A. de F. Alternative procedures for parent choice in a breeding program for common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Brasilian Journal of Genetics**. Ribeirão Preto. v.19. n.4. p.611-615.1996.

PAIVA, W.O. Divergência genética entre linhagens de melão e a heterose de seus híbridos. **Horticultura Brasileira**. Brasília. v.20. n.1. p. 34-37. 2002.

PANGALO, K.I. Cucurbitacées. In La Turquie Agricole (P. Zhukovsky ed.). **Les éditions de l'Etat section agricole "Selkhozgiz"**, p.518-559, 873-882. 1933.

PARAN, I; AFTERGOOT, E.; SHIFRISS. Variation in *Capsicum annuum* revealed by RAPD and AFLP markers. **Euphytica**, v.99, p.167-173, 1998.

PEREIRA, R. B.; PINHEIRO, J. B.; CARVALHO, A. D. F. **Identificação e manejo das principais doenças fúngicas do meloeiro**. Brasília: Embrapa Hortaliças. 2012. 08 p. (Circular Técnico. 112).

PESSIN, G., OSÓRIO, F., MUSSE, S., NONNEMMACHER, V. Utilizando redes neurais artificiais no controle de robôs móveis aplicados no combate de incêndios. **XVI Seminário de Computação**, Blumenau: p.19-30. 2007.

PESSOA, H.B.S.V.; AVILA, A.C.; DELLA VECCHIA, P.T.; ARAUJO, J.P.; OLIVIEIRA, L.O.B. Eldorado 300: melão resistente ao vírus do mosaico da melancia WMV-1. **Horticultura Brasileira**, v.6, n.1, p.40-41, 1988.

PICOLI, M. C. A. **Estimativa da produtividade agrícola da cana-de-açúcar utilizando agregados de redes neurais artificiais: estudo de caso usina Catanduva**. 2007. 90 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto), São José dos Campos – SP, INPE, 90p. 2007.

PITRAT, M.; HANELT.P.; HAMER, K. Some comments on intraspecific classification of cultivars of melons. Proceedings of 7th EUCARPIA Meeting on Cucurbit Genetics and Breeding. **Acta Horticulture**. v. 510. p. 29-36. 2000.

PITRAT, M. Melon. In: NUEZ, F.; PROHENS, J. **Vegetables I: asteraceae, brassicaceae, chenopodiaceae, and cucurbitaceae** (Handbook of Plant Breeding). Springer New York, p.1-33, 2008.

RANDHAWA, K.S.; SINGH, M.J. Assentment of combining ability. heterosis and genetic variance for fruit quality in muskmelon (*Cucumis melo* L.). **Indian Journal Horticulture**. v.50. n. 2. p. 127-130. 1990.

RIZZO, A.A.N. **Avaliação de caracteres agronômicos e qualitativos de cincocultivares de melão rendilhado (*Cucumis melo* var. *reticulatus* Naud.) e da heterose em seus híbridos F**. 1999. 56f. (Dissertação de Mestrado) - UNESP.Jaboticabal, 1999.

- ROBINSON, R.W.; DERECK -WALTERS, D.S. **Cucurbits**. CAB International, Oxon (GB). 1997.
- RUGGIERO, C., DURIGAN, J. F., GOES, A. DE, NATALE, W., BENASSI, A. C. Panorama da cultura do mamão no Brasil e no mundo: situação atual e tendências. *In*: Martins, D. dos S. (ed.) **Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno**. Vitória: Incaper, p.13-34. 2003.
- SCHIMITH, R., GLERIANI, J. M., SOARES, V. P., SILVA, E., MARTINS, S. V., PINTO, F. A. C. Generalização temporal de redes neurais artificiais na classificação espectro-temporal de culturas agrícolas. **XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, INPE: p. 459-466. 2009.
- SILVA, E. F., MARTINS, L. S. S., OLIVEIRA, V. R. Diversity and genetic structure in cajá tree (*Spondias mombin* L.) populations in northern Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31. n.1 p. 171-181. 2009.
- SILVA, S. H. M. G. DA, MORAES, W., MARQUE, E. S. H., JORGE, L. A. DE C. Processamento digital de imagens para identificação da Sigatoka Negra. **Congresso Brasileiro de Agroinformática**, SBI-AGRO, Londrina. 2005.
- SIMMONDS, N. W. (ed.). **Evolution of crop plants**. Longman: London e New York. 1976. 339pp.
- SOUZA, A. L., FERREIRA, R. L. C., XAVIER, A. Análise de agrupamento aplicada à área florestal. **Boletim Técnico SIF**, 16: 109p. 1997.
- SOUZA, M.C.; MENEZES, J.B.; ALVES, R.E. Tecnologia Pós-Colheita e Produção de Melão no Estado do Rio Grande do Norte. **Horticultura brasileira**, Brasília, v.12, n.2, p.188-190,1994.
- STATISTICA 8: data analysis software system. **StatSoft**. Inc, Tulsa
- STAUB, J.E.; DANING-POLEG, Y.; FAZIO, G.; HOREJSI, T.; REIS, N.; KATZIR, N. Comparative analysis of cultivated melon groups *Cucumis melo* L. using random amplified polymorphic DNA and simple sequence repeat markers. **Euphytica**, n. 115, p. 225-241, 2000.
- STAUB, J.E.; LOPEZ-SESÉ, A. I.; FANOURAKIS, N. Diversity among melon landraces (*Cucumis melo* L.) from Greece and their genetic relationships with other melon germplasm of diverse origins. **Euphytica**, v. 136, p. 151–166, 2004.
- STEPANSKY. A.; KOVALSKI. I; PERL-TREVES. R. Intraspecific classification of melons (*Cucumis melo* L.) in view of their phenotypic and molecular variation. **Plant Systematic Evolution**. v.217. n.2. p. 313-332. 1999.

SUDHEER, K. P., GOSAIN, A. K., RAMASASTRI, K. S. Estimating actual evapotranspiration from limited climatic data using neural computing technique. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v.129. n.3. p. 214-218. 2003.

SUDRÉ, C.P.; GONÇALVES, L.S.A.; RODRIGUES, R.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; BENTO, C.S. Genetic variability in domesticated *Capsicum* spp. as assessed by morphological and agronomic data in mixed statistical analysis. **Genetics and Molecular Research**, v.9 p. 283-294. 2010.

TAHA, M.; OMARA, K.; EL JACK, A. Correlation among growth and quality characters in *Cucumis melo* L. **Cucurbit Genetics Cooperative Report**, v. 26, n.1, p. 9-11, 2003.

TORRES FILHO, J. **Caracterização morfo-agronômica, seleção de descritores e associação entre a divergência genética e a heterose em meloeiro**. 2008. 150 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2008.

TOQUICA, S.P.; RODRÍGUEZ, F.; MARTINEZ, E.; DUQUE, M.C.; TOHME, J. Molecular characterization by AFLPs of *Capsicum* germplasm from the Amazon department in Colombia. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.50, n.6, p.639-647, 2003.

VIANA, A. P., PEREIRA, T. N. S., PEREIRA, M. G., SOUZA, M. M., MALDONADO, J. F. M., AMARAL JÚNIOR, A. T. Genetic diversity in yellow passion fruit populations. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, n.6. p. 87-94. 2006.

VIEIRA, T. G. C, LACERDA, W. S., BOTELHO, T. G. Mapeamento de áreas cafeeiras utilizando redes neurais artificiais: Estudo de caso na região de Três Pontas, Minas Gerais. **XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, INPE: p.7947-7954. 2009.

WATANABE, F. S. Y., IMAI, N. N., SAMIZAVA, T. M., ROCHA, P. C. Classificação da vegetação de áreas úmidas baseada em redes neurais artificiais: estudo de caso da planície fluvial do alto rio Paraná. **XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, INPE: p.5515-5522. 2009.

ZALAPA, J. E.; STAUB, J. E.; McCREIGHT, J. D. Generation means analysis of plant architectural traits and fruit yield in melon. **Plant Breeding**, v. 125, n.1, p. 482-487, 2006.

APÊNDICE

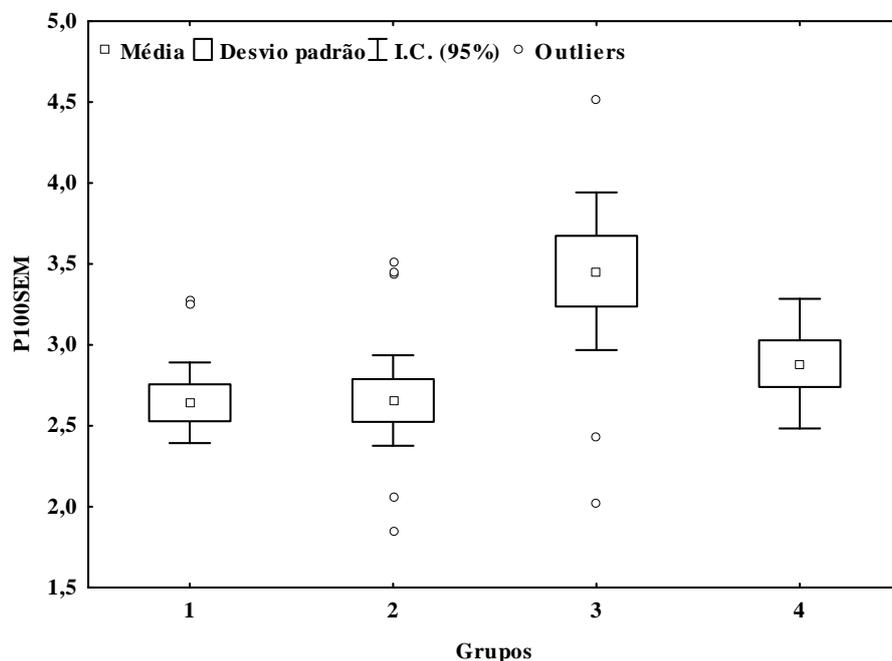


Figura 3 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável P100SEM a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.

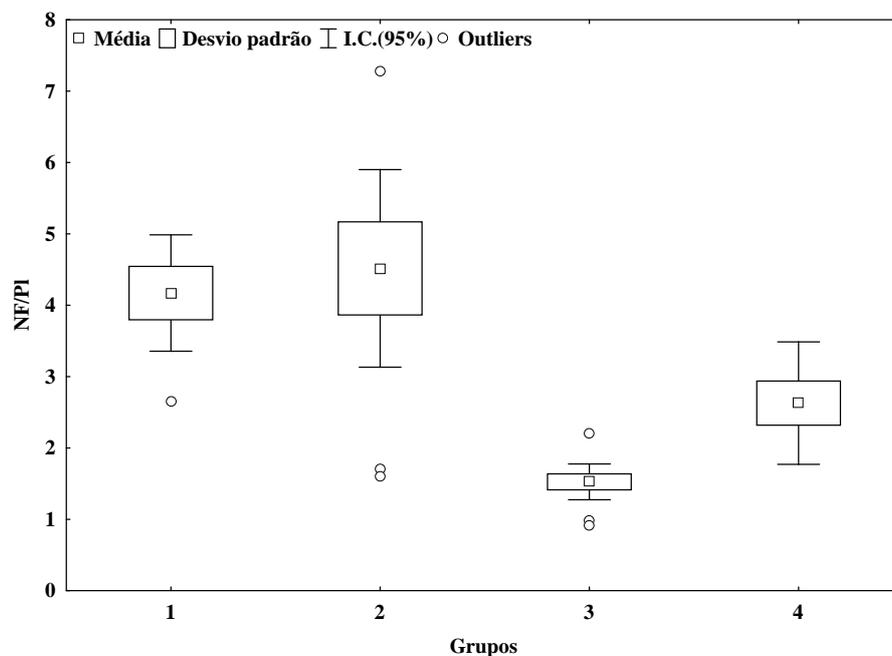


Figura 4 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável NF/Pl a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.

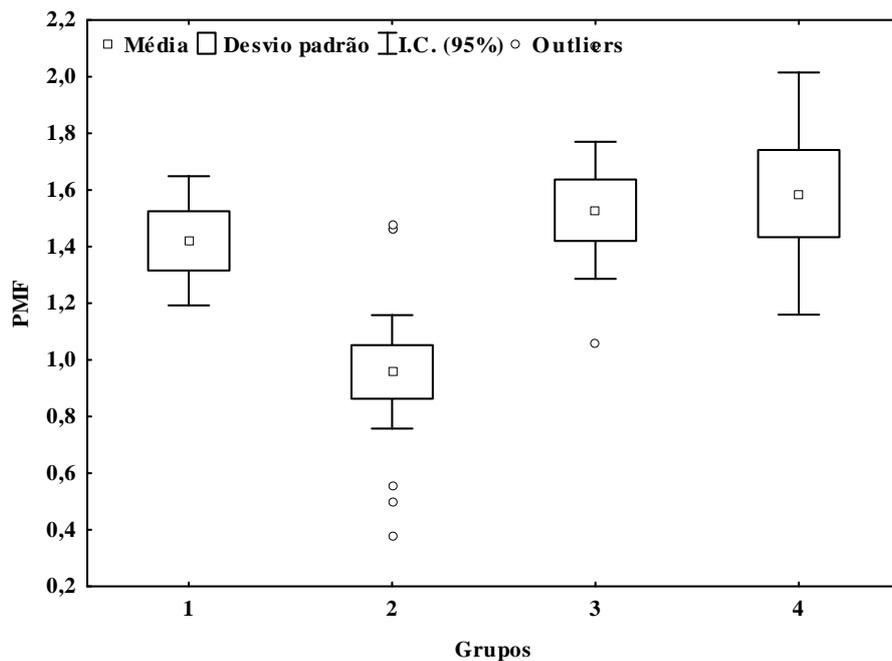


Figura 5 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável PMF a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.

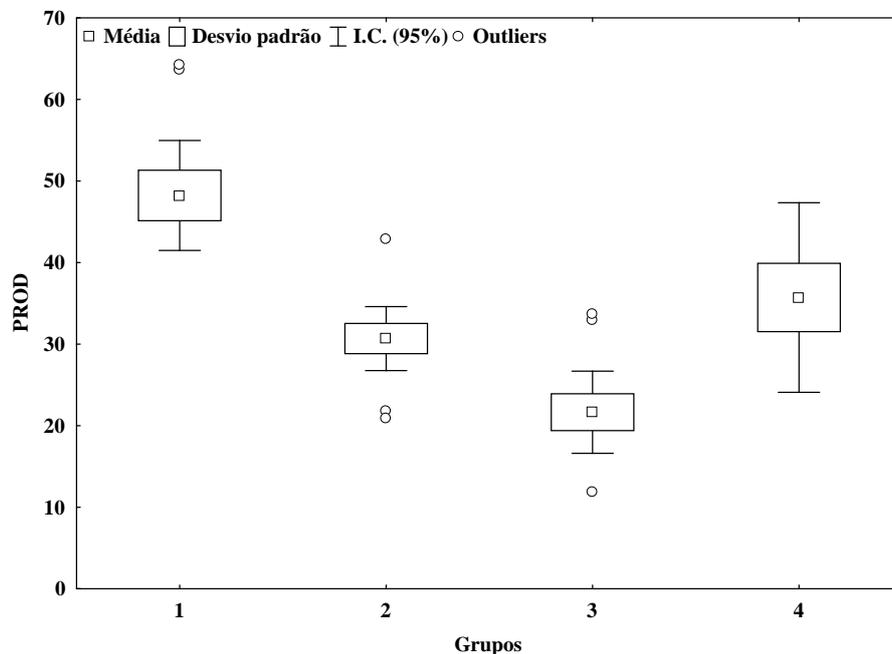


Figura 6 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável PROD a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.

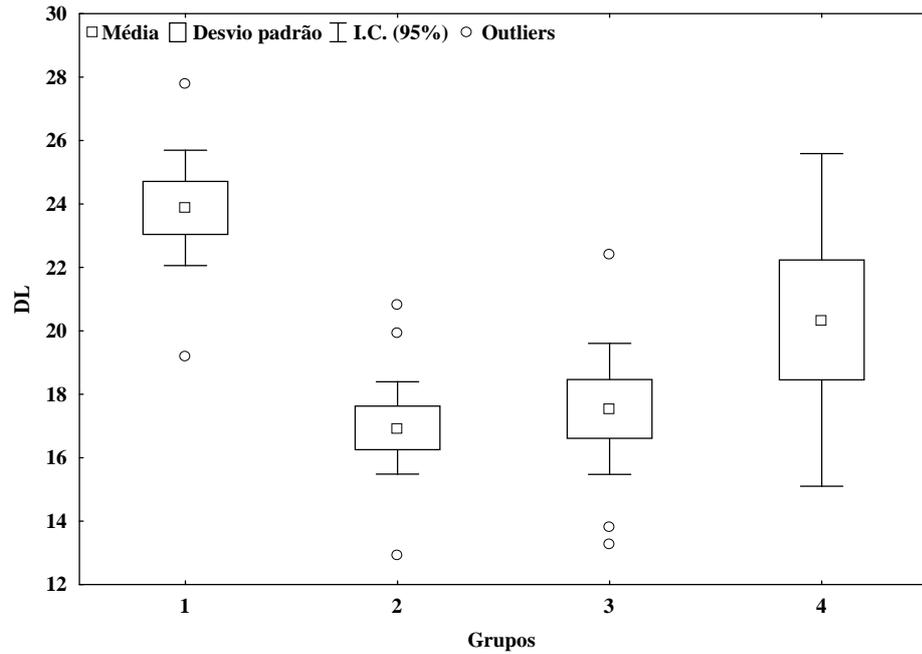


Figura 7 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável DL a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.

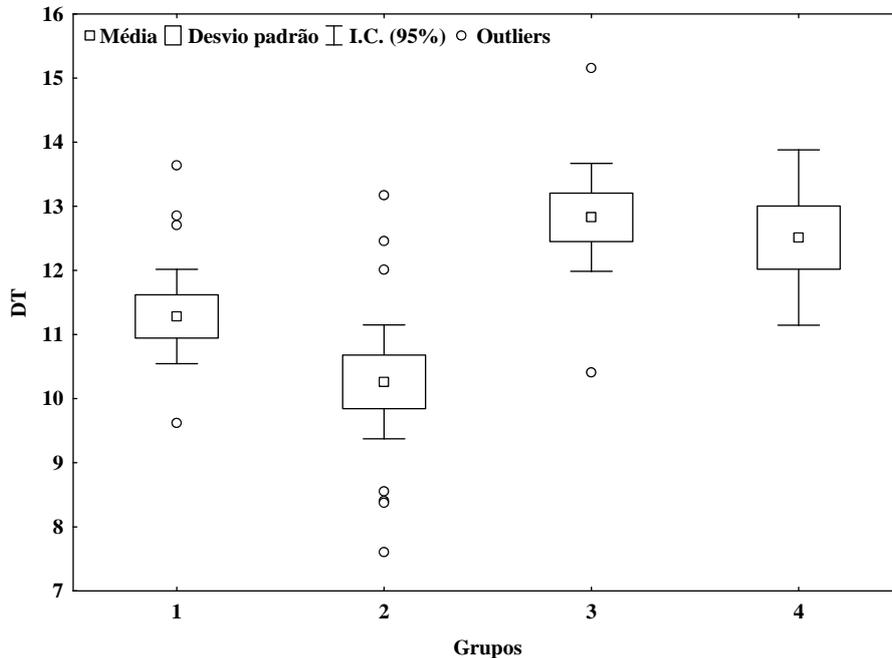


Figura 8 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável DT a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.

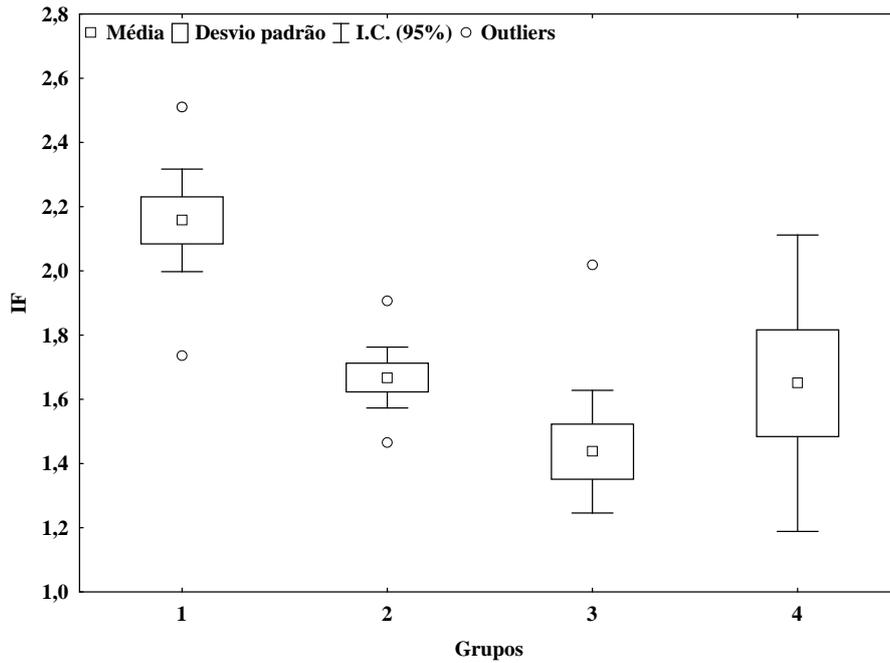


Figura 9 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável IF a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.

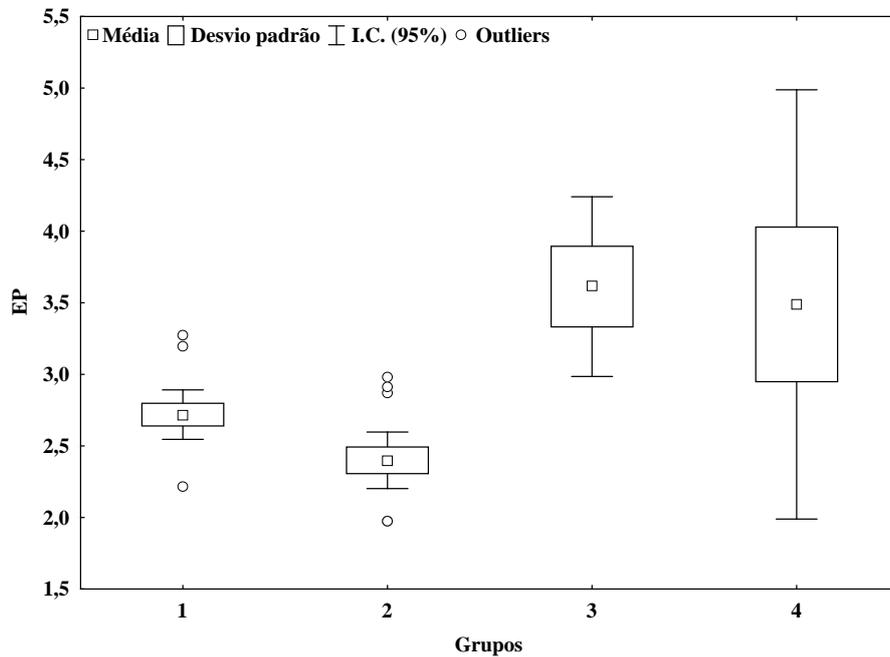


Figura 10 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável EP a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.

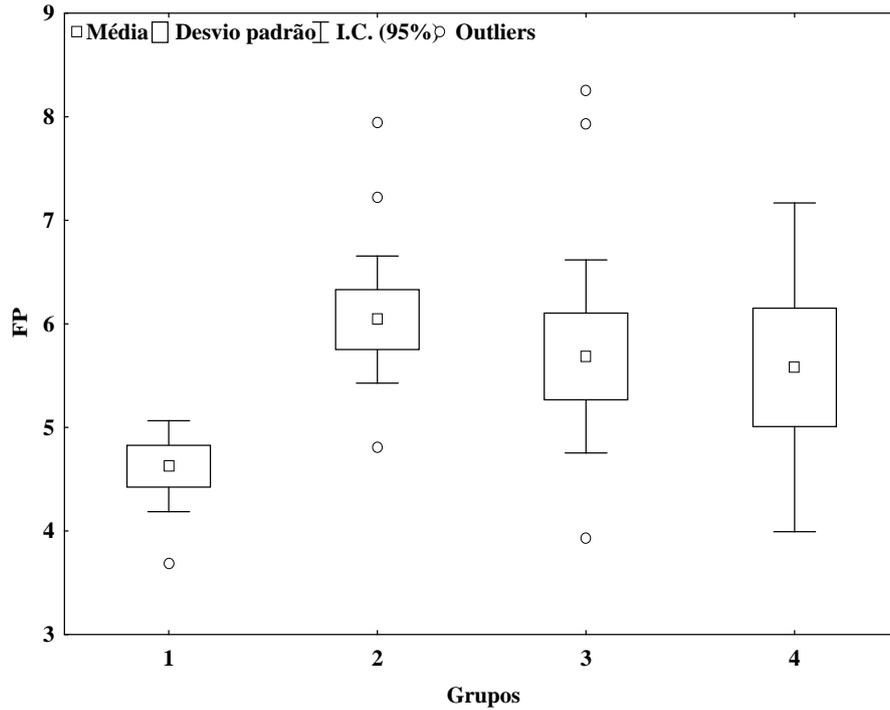


Figura 11 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável FP a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.

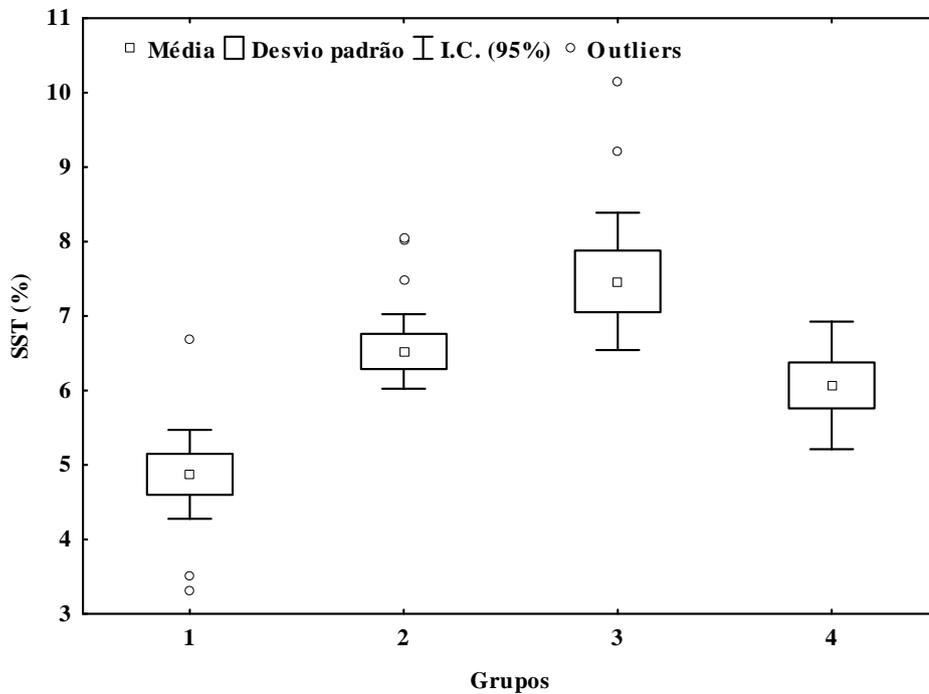


Figura 12 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável SST a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.

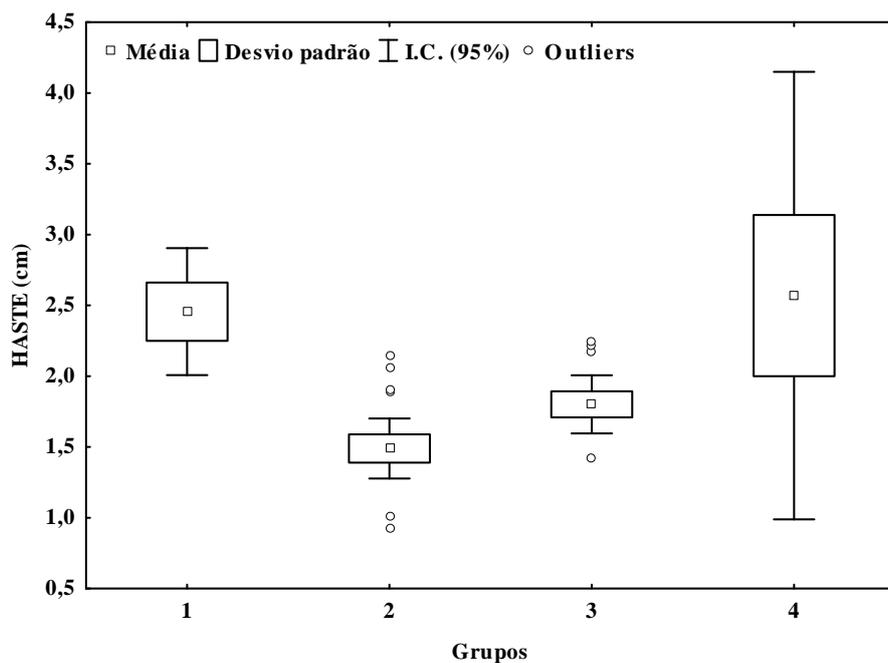


Figura 13 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável HASTE a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.

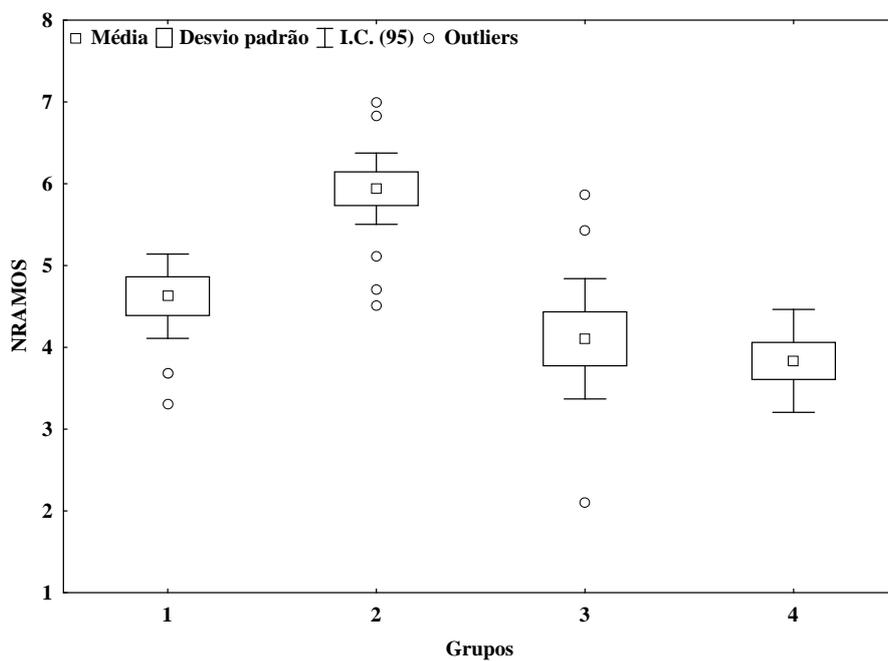


Figura 14 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável NRAMOS a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.

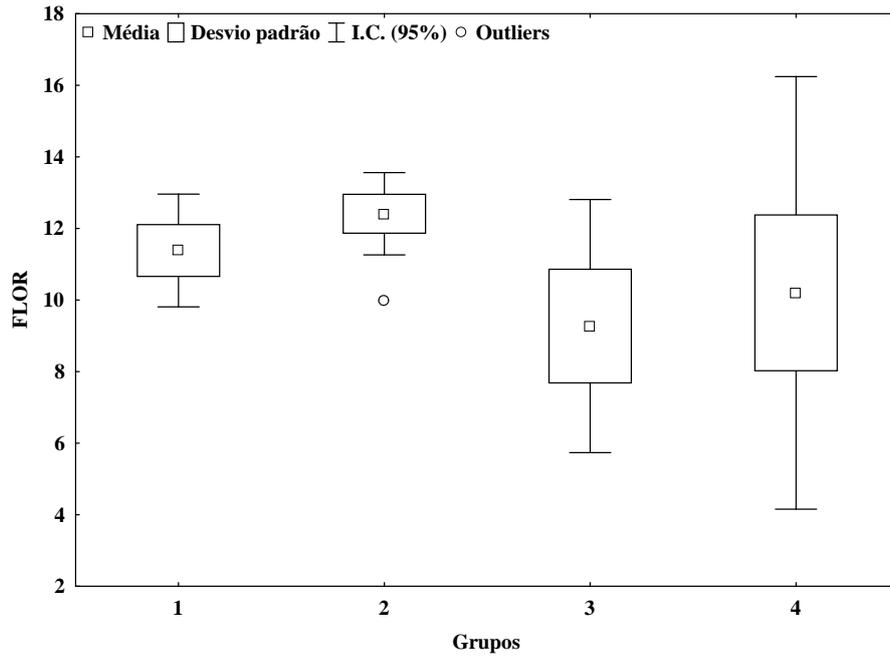


Figura 15 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável FLOR a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.

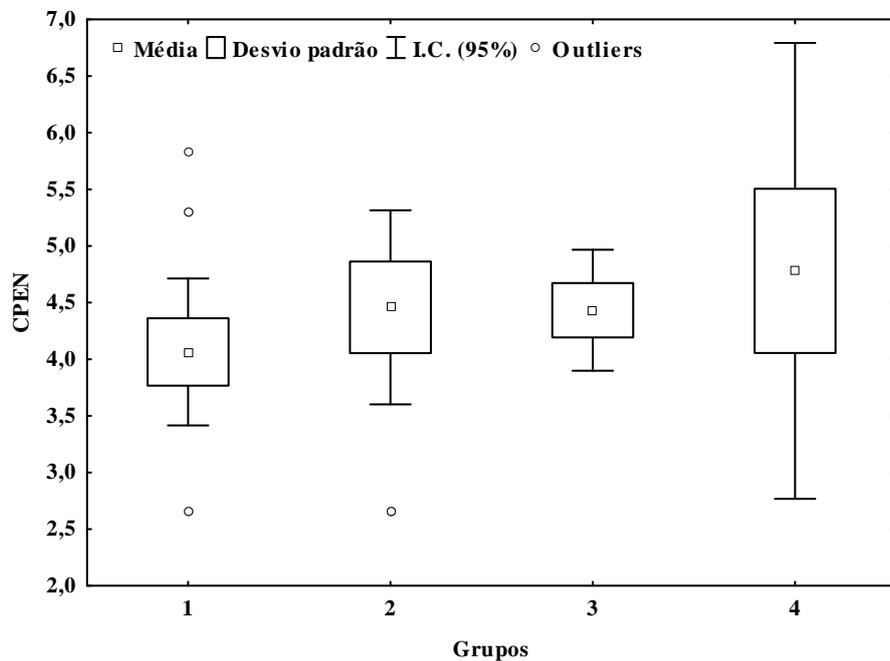


Figura 16 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável CPEN a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.

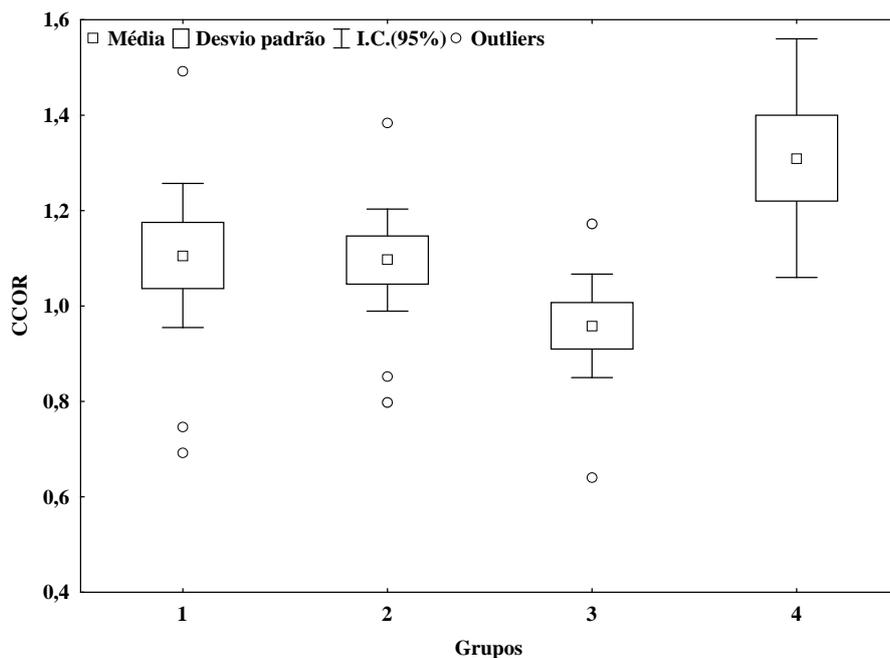


Figura 17 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável CCOR a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.

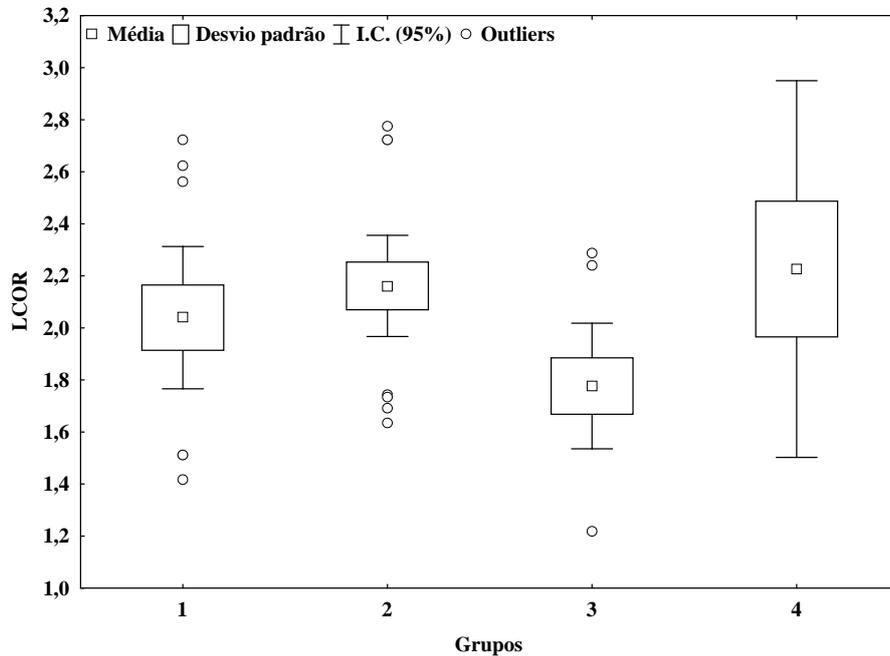


Figura 18 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável LCOR a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.

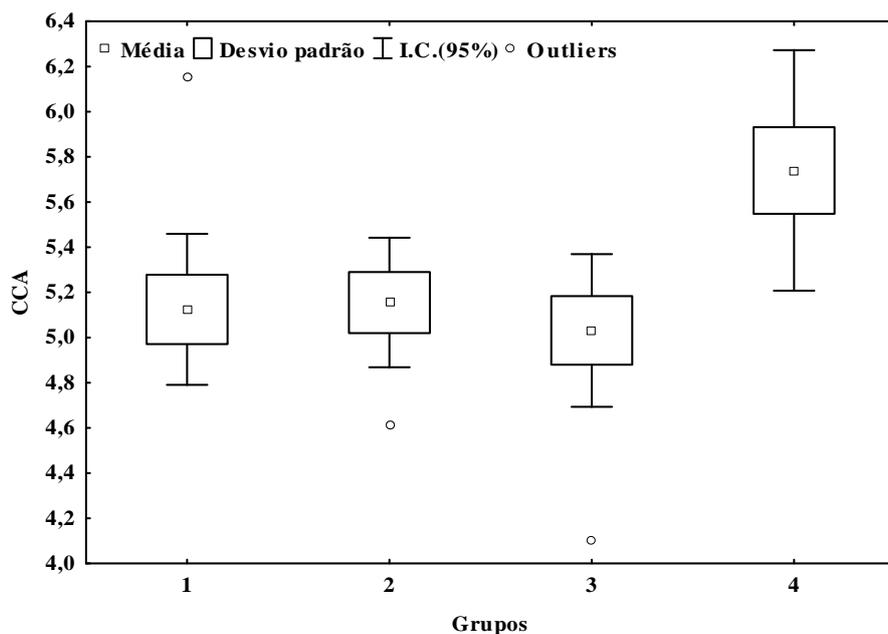


Figura 19 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável CCA a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.

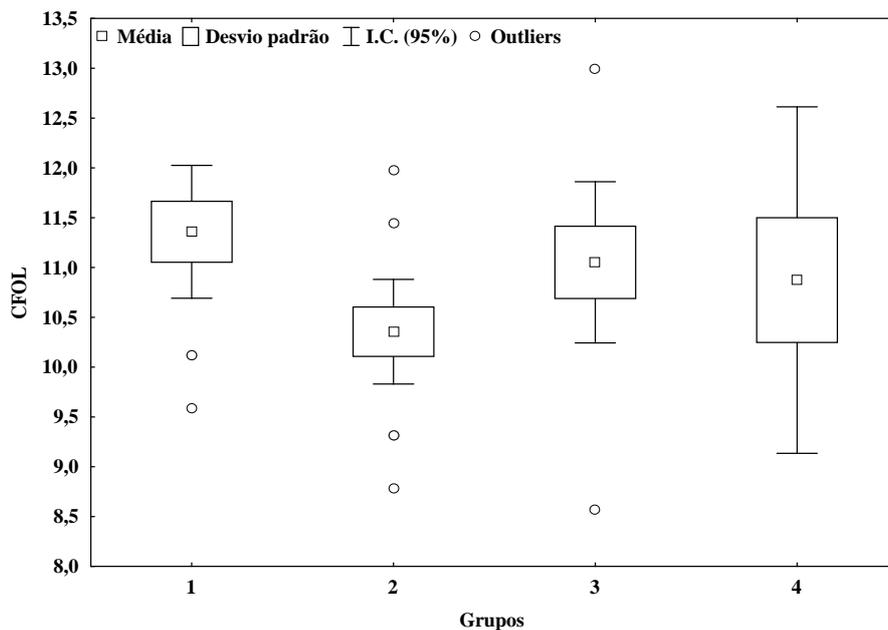


Figura 20 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável CFOL a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.

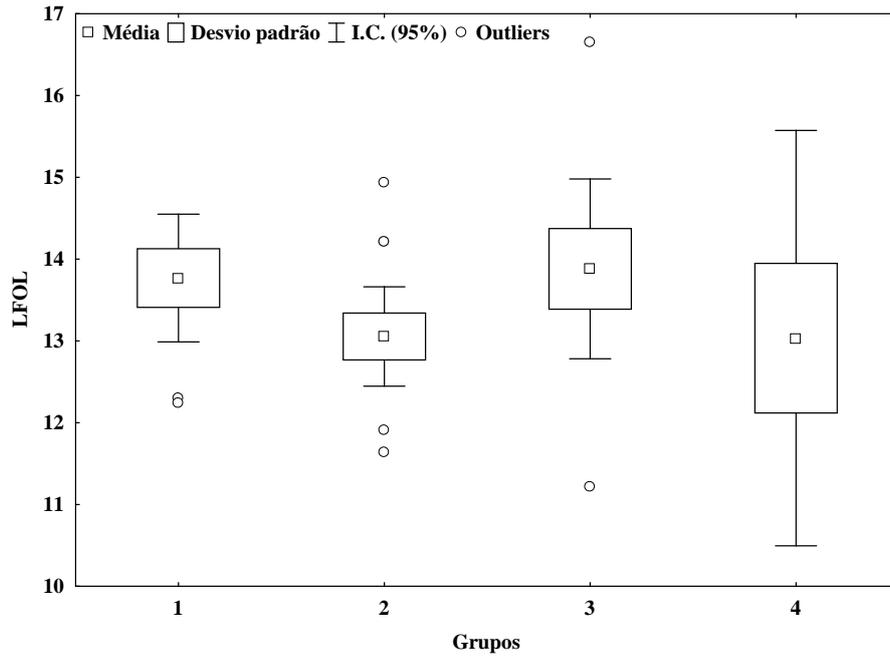


Figura 21 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável LFOI a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.

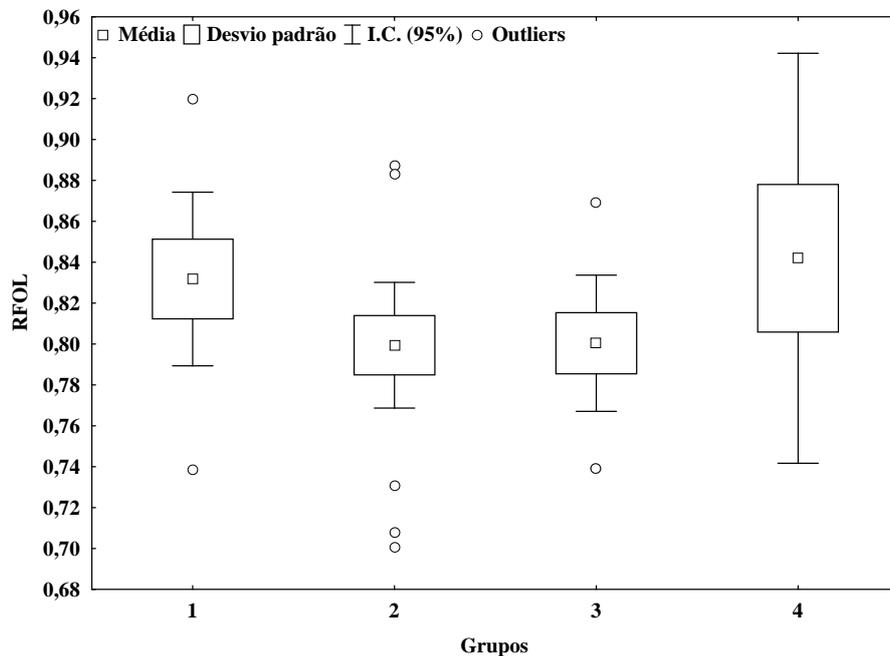


Figura 22 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável RFOI a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.

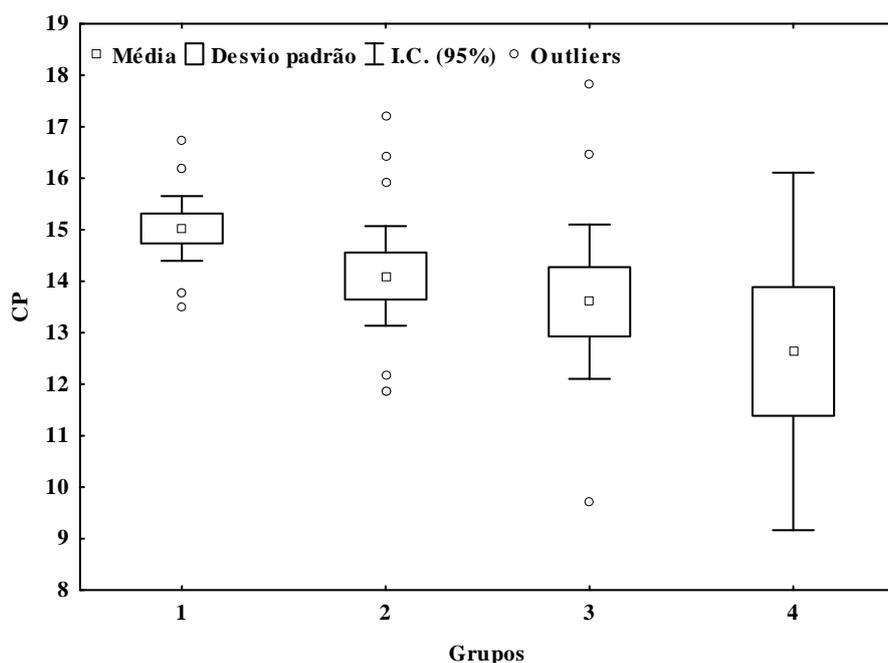


Figura 23 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável CP a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.

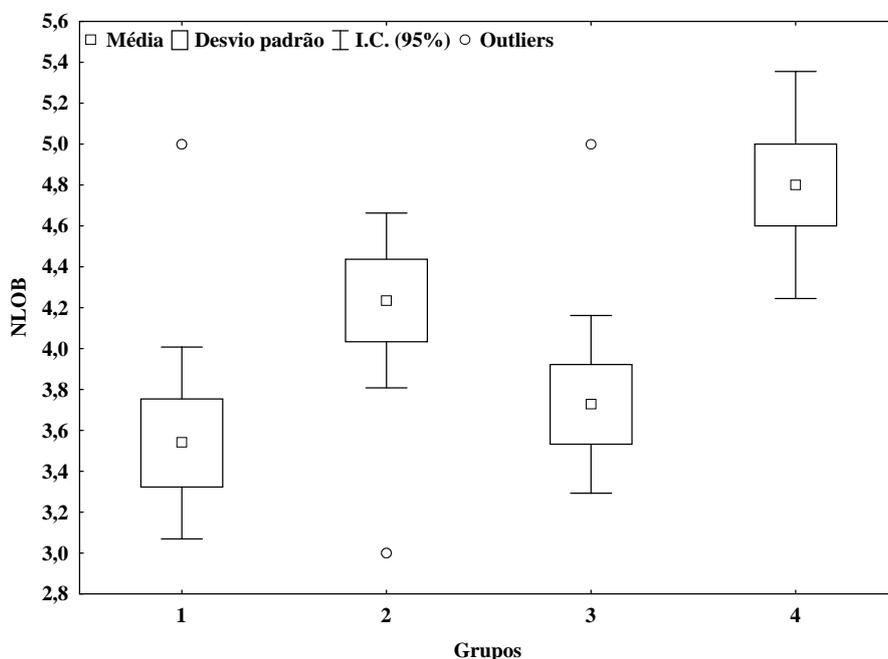


Figura 24 – Boxplot para os 4 grupos propostos pela rede neural artificial kohonen para a variável NLOB a partir de 22 variáveis quantitativas em 46 acessos de meloeiro com as médias, desvio padrão, intervalo de confiança a 95% (I.C.) e outliers.

GLOSSÁRIO

Rosette lapis

“Tempus curare omnia. Sed quam curare tempus” **Tempus et Refert** : *“O tempo cura tudo, mas o que cura o tempo”* **Tempo e Maré.**

In menu: *No menu (Cardápio)*

in toto corde meo: *De todo o meu coração*

Hic incipit iter: *A jornada começa*

Cave ab homine unius libri tantum: *Cuidado com o homem de um livro só*

Modus Operandi: *modo de operação*

Discutere tenebras: *dissipar a escuridão*

finis est novum principium: *O fim é um novo começo*

artis et scientiae: *Artistas e cientistas*

Rosette lapis: *A pedra de roseta*