



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

ANTONIA ELIZIANA AUGUSTA DA SILVA

Herança do Potencial Hidrogeniônico e da Acidez Total Titulável em Melão.

MOSSORÓ-RN
2018

ANTONIA ELIZIANA AUGUSTA DA SILVA

Herança do Potencial Hidrogeniônico e da Acidez Total Titulável em Melão.

Dissertação apresentada ao Mestrado em Agronomia do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Linha de Pesquisa: Melhoramento Genético.

Orientador: Prof. D. Sc. Glauber Henrique de Sousa Nunes.

MOSSORÓ-RN
2018

©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.

S586h Silva , Antonia Eliziana Augusta Da Silva .
Herança do Potencial Hidrogeniônico e da Acidez
Total Titulável em Melão. / Antonia Eliziana
Augusta Da Silva Silva . - 2018.
46 f. : il.

Orientador: Glauber Henrique de Sousa Nunes.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Fitotecnia, 2018.

1. Cucumis melo. 2. Qualidade. 3. Controle
genético. 4. Seleção. I. Nunes, Glauber Henrique
de Sousa, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBIUFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ANTONIA ELIZIANA AUGUSTA DA SILVA

**Estudo da Herança do Potencial Hidrogeniônico e da Acidez Total Titulável
em Melão.**

Dissertação apresentada ao Mestrado em
Agronomia do Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia da Universidade Federal Rural do
Semi-Árido como requisito para obtenção do
título de Mestre em Agronomia.

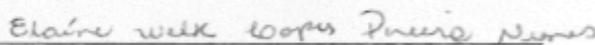
Linha de Pesquisa: Melhoramento Genético

Defendida em: 30 / 06 / 2018.

BANCA EXAMINADORA



Prof.º D. Sc. Glauber Henrique De Sousa Nunes (UFERSA)
Presidente



Prof.ª D. Sc. Elaine Welk Lopes Pereira Nunes (UFERSA)
Membro Examinador Externo



D. Sc. Django Jesus Dantas
Membro Examinador Externo

Ao Meu Querido e Eterno Avô João Augusto de Souza, por todo amor, carinho e esforços feitos a mim e a minha família (*In Memoriam*).

Aos meus pais, irmãos, minha Avó paterna
pela confiança, compreensão, carinho e
amor(*presentes*)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde dada e coragem para enfrentar os desafios ao longo do caminho, e por ter me concedido uma família maravilhosa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de Mestrado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) pela oportunidade, pelo conhecimento adquirido durante 5 anos da minha graduação e durante meu Mestrado.

Ao Orientador, Pesquisador e Professor Ph.D. Glauber Henrique de Souza Nunes, no qual sou fã e admiradora do seu trabalho, pela oportunidade de trabalhar e fazer parte do grupo de pesquisa GERMEV, Pelo aprendizado e paciência, pelos conselhos pessoais. Enfim, por toda a confiança depositada em me.

A professora D. Sc. Lidiane Kelly de Lima, pelos ensinamentos repassados e valorosa amizade construída ao longo do desenvolvimento do experimento. Sempre prestativa e atenciosa, um ser humano maravilhoso que me guiou ao longo desta dissertação.

Aos meus pais Antonio Augusto de Souza e Elizenir Alves pelo amor, carinho, dedicação e por acreditar nos meus sonhos.

Aos meus avós paternos João Augusto de Souza (*in memorian*) e Maria de Lourdes Nunes pelo amor, criação e por todos os ensinamentos.

Aos meus irmãos Leidiane Fernandes de Souza e César Alves pela compreensão e força dada a minha pessoa durante essa árdua jornada.

Ao meu namorado Alexandre Pinheiro pela compreensão, paciência, incentivos e todo carinho durante a etapa final deste projeto meu muito obrigada.

Ao grupo de pesquisa GERMEV, pelo acolhimento, momentos de descontração e pela parceria estabelecida no desenvolvimento de trabalhos.

Ao grupo de Genética pela colaboração e realização das etapas dessa pesquisa. Aos colegas Sabrina, André, Patrícia e Fernando pela disponibilidade para condução do experimento.

Aos funcionários da fazenda Rafael Fernandes Cosmildo, Flabênio e Chagas pela colaboração. Ao motorista Max pelo caminho percorrido todos os dias a fazenda e pelos momentos de descontração. Aos funcionários da horta didática da UFERSA.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFERSA, pelos ensinamentos repassados.

Amigos e colegas da Graduação e Pós-Graduação em Fitotecnia, Divanóvina Laís de Moraes e Cristiane Paiva Alves, Anânkia de Oliveira Ricarte, Karmita Thaína, Ayron Lima, Juliana Maria, Alcileide Vieira, Francisco Lincoln, Adriano e Cheyla Linhares pelo auxílio e momentos de descontração. A minha prima Jennifer Rodrigues que foi imprescindível para a condução deste experimento meu muito obrigada.

Enfim, a todos os que contribuíram, direta ou indiretamente, na realização e conclusão dessa pesquisa e que, por falha de memória, me esqueci de mencionar. Meu muito obrigada.

Einstein disse á Chaplin: “o que mais admiro na sua arte, é que você não diz uma palavra e o mundo inteiro te entende” e Chaplin respondeu: “Mas a sua gloria é ainda maior, pois o mundo inteiro te admira, sem entender o que você diz...”

SILVA, A. E. A. da. **Herança do Potencial Hidrogeniônico e da Acidez Total Titulável em Melão**, 2018. 46 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido/UFERSA, Mossoró/RN, 2018.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar a herança do pH e da acidez total titulável no melão. Foram avaliadas em um delineamento em blocos casualizados com três repetições as gerações F1, F2 e os retrocruzamentos a partir dos genitores AC-16 (subsp. melo var. acidulus), com baixo pH e elevado teor de acidez total titulável, e ‘Vendrantais’ (subsp. melo var. reticulatus), com alto pH e baixo teor acidez total titulável. Verificou-se que as plantas da geração F1 apresentaram um teor de pH e acidez total titulável com uma média superior à dos genitores, indicando a presença de heterose. A segregação nas gerações F2 e retrocruzamentos indicou que o valor do pH e o teor de acidez total titulável em melão são determinados por um gene de maior efeito com efeitos aditivos e dominância associada a poligenes com efeitos aditivos e de dominância.

Palavras-chave: *Cucumis melo*, qualidade, controle genético, seleção

SILVA, A.E.A. da. **Inheritance of Hydrogenion Potential and Total Titratable Acidity in Melon**, 2018. 46 f. Dissertation (Masters in Phytotechnology) - Federal Rural University of the Semi-Arid / UFERSA, Mossoró / RN, 2018.

ABSTRACT

The objective of this work was to study the inheritance of pH and titratable total acidity in melon. The F1, F2 and backcross generations from the AC-16 (subsp. Melo var. Acidulus) genotypes, with low pH and high titer titratable acidity, and 'Vendrantais' were evaluated in a randomized block design with three replications. subsp. melo var. reticulatus), with high pH and low total titratable acidity. It was verified that the plants of the F1 generation had a pH content and titratable total acidity with an average higher than the parents, indicating the presence of heterosis. Segregation in the F2 and backcross generations indicated that the pH value and titratable total acidity content in melon are determined by a gene with higher effect with additive effects and dominance associated with polygenes.

Key words: Cucumis melo, quality, genetic control, selection.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ventrantais e AC-16	23
Figura 2 - Distribuição de frequências absolutas (eixo das ordenadas) do pH (eixo das abcissas) nos genitores Ventrantais e AC-16, F1 e gerações segregantes (F2 e retrocruzamentos), Mossoró-RN, 2016.....	39
Figura 3 - Distribuição de frequências absolutas (eixo das ordenadas) do Acidez total titulável (eixo das abcissas) nos genitores Ventrantais e AC-16, F1 e gerações segregantes (F2 e retrocruzamentos). Mossoró-RN, 2016.	41

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Dados climatológico correspondente ao período de 30 de maio a 4 de agosto de 2016, local Fazenda Experimental Rafael Fernandes, distrito de Alagoinha/RN21
- Tabela 2.** Fertirrigação ($m^3 \text{ há}^{-1}$) do referido período da cultura de Cucumis melo para avaliar Potencial Hidrogeniônico e da Acidez total titulável em melão22
- Tabela 3.** Modelos lineares para médias, variâncias genéticas e variância total dentro de parcela para seis gerações para análises de médias de gerações do modelo aditivo-dominante (KEARSEY; POONI, 1996).....26
- Tabela 4.** Modelos de herança utilizados pelo programa Monogen31
- Tabela 5.** Estimativas de médias e variâncias das gerações, componentes de médias, grau médio de dominância, número de genes, componentes de variância do modelo aditivo-dominante e herdabilidades nos sentidos amplo e restrito obtidos no estudo da herança do potencial hidrogênio-iônico (pH) e da acidez total titulável (ATT) em melão32
- Tabela 6.** Testes de hipóteses de modelos genéticos hierárquicos obtidos no estudo da herança do potencial hidrogênio-iônico (pH) e da acidez total titulável (ATT) em melão36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

F 1	Geração F1
F 2	Geração F2
P1	Pai 1
P2	Pai 2
RC1	Retrocruzamento 1
RC2	Retrocruzamento 2
DBC	Delineamento em bloco casualizados
ATT	Acidez Total Titulável
pH	Potencial Hidrogeniônico

LISTA DE SÍMBOLOS

® Marca registrada

% Porcentagem

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Melão	17
2.2 Ácidos Orgânicos	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Localização geográfica e classificação climática.....	21
3.2 Delineamento experimental	22
3.3 Herança do potencial hidrogênioônico e da acidez total titulável	23
3.3.1 Genitores.....	23
3.3.2 Análise do potencial hidrogênioônico e da acidez total titulável	23
3.4 Análises estatísticas dos dados.....	25
3.4.1 Análise de gerações utilizado modelos mistos	25
3.4.2 Determinação das herdabilidades no sentido restrito e herdabilidade no sentido amplo	27
3.4.3 Determinação do número de locos efetivos.....	28
3.4.4 Testes de modelos genéticos utilizando a verossimilhança.....	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5 CONCLUSÕES.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1 INTRODUÇÃO GERAL

Inicialmente é importante que saibamos que a grande diversidade do melão, contribuiu para a obtenção de uma multiplicidade de variedades / cultivares, perfeitamente adaptadas a várias áreas de produção, e especialmente diferentes hábitos de consumo.

Em relação a composição do melão, se constitui em ser uma planta monóica, que necessita de polinizadores para o transporte de grãos de pólen para os ovários e, embora às vezes as flores hermafroditas estejam presentes, estas têm uma baixa percentagem de autopolinização ou são incapazes de autopolinização. Plantas monóicas de melão produzem frutos alongados, enquanto plantas andromonóicas geram frutas de forma redonda ou oval.

O fruto do meloeiro (*Cucumis melo*L.) é uma das cucurbitáceas mais conhecidas no cenário mundial, devido a vasta probabilidade de se adaptar aos diferentes tipos de climas, solos e sistemas de cultivos. Como importante fruto do agronegócio sua produção é focalizada principalmente na região do semiárido nordestino, precisamente no Rio Grande do Norte no agrópolo Mossoró/Açu, Ceará microrregião do Jaguaribe e no Vale do São Francisco em Pernambuco juntos são responsáveis por 97 % das exportações brasileiras nas últimas décadas (CELIN *et al.*, 2014).

Em complementos ao conceito acima, o melão é um plantio amplamente cultivado em todas as regiões brasileiras, porém, sua semeadura apresenta alta relevância na região Nordeste, atribuído as condições edafoclimáticas locais, que favorece o excelente desempenho agrônômico da hortaliça, sendo que as maiores produções de melão se concentram-se nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte, responsáveis por 95,5% do volume produzido nacionalmente (AGRIANUAL, 2013). Os programas de melhoramento genético de plantas, buscam genitores com altíssimo poder produtivo e com elevada qualidade, através de sucessivos cruzamentos e transferência de caráter de uma espécie para outra, para atender as exigências do mercado e dos consumidores como principais beneficiados pela condução do programa.

Porém, existem poucas pesquisas sobre herança de pH e acidez total titulável em melão, no entanto, é altamente relevante pois permite conhecer o tipo de herança, o número de genes, os efeitos aditivos e não aditivos e as variâncias aditiva e de dominância que controlam o caráter.

Mediante informações torna-se como importante ferramenta no auxílio aos melhoristas, no qual tomam decisões sobre quais estratégias utilizar no processo de seleção. Sendo, portanto,

o efeito aditivo o mais importante em uma dada população, uma vez que a variância aditiva é toda passada para a geração descendente, a qual está relacionada ao ganho na seleção.

A linhagem Vendrantais de origem europeia, cujo formato do fruto arredondado, possui elevado teor de pH e baixa concentração de acidez. O acesso AC-16 de formato alongado com baixo teor de pH e elevada acidez foram os genitores usados na condução do ensaio, já que são raros os estudos sobre essas características no fruto do meloeiro, fazendo-se importante a pesquisa com genitores nacionais. Os valores de Ph e acidez entre os parentais utilizados tiveram grande variação atribuído as diferenças existentes entre os germoplasmas.

Esta pesquisa tem o objetivo de pesquisar a herança dos genitores parentais, as gerações F1 e F2, os retrocruzamentos RC1 e RC2 analisando o potencial hidrogeniônico e acidez total titulável.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Melão

A origem do melão está localizada provavelmente no sul da Ásia, onde podem se encontrar espécies selvagens, que segundo a literatura pesquisada, surgiu no Irã e se espalhou para o Egito. O melão é cultivado praticamente em todos os lugares do mundo que têm um clima quente e um pouco chuvoso. Os principais produtores mundiais são a China, a Espanha e o Irã, entre os numerosos países que cultivam a espécie. O melão é uma planta herbácea anual, própria de culturas intensivas de terra seca e irrigação (DOMINGUEZ et al., (2000); SEYMOUR; MCGLASSON (1993).

Sobre a origem da cultura do melão não ser conhecida, conforme dito acima, pesquisas apontam que o melão começou a ser cultivado no sudeste e leste do continente asiático, de onde se espalhou para todos os países quentes para ser uma colheita exigente no calor e seus frutos muito apreciados nos momentos quentes. Várias opiniões abordam que os melões se localizam na África em que existem outras espécies relacionadas ao melão. Outros pesquisadores colocam originária da Índia sendo cultivado desde os tempos antigos. O que é verdade é que seu cultivo é muito antigo (FARIAS, *et al*, 2003).

Numerosos estudos confirmam que, se a fruta estiver ligada à planta por mais tempo, é capaz de atingir o potencial máximo para o acúmulo de açúcares e ácidos que contribuem para aumentar o nível de sólidos solúveis.

Se constatou que o potencial máximo de acumulação de sólidos solúveis totais depende da variedade, e fundamentalmente do estado de cobertura foliar do mesmo e do manejo da plantação e seu status fitossanitário, bem como fatores ambientais (temperatura e radiação, especialmente) (PEDROSA, 1997).

Os principais programas de melhoramento genético de melão são desenvolvidos em instituições de pesquisa públicas e privadas. No exterior a pesquisa tem procurado incorporar genes para características relativas à melhor qualidade de fruto, tais como a cor e textura de polpa, aumento do teor de sólidos solúveis, resistência a pragas e doenças e melhor capacidade ao transporte a longas distâncias. (LOPES *et al.*, 2010).

Se observou que o cultivo de melões crioulos ao longo dos tempos, na sua maioria em pequenas propriedades rurais. Um exemplo são os melões do grupo momordica, cujos frutos

são poucos expressivos para o comércio, porém com alguma importância econômica, ainda restrita a áreas específicas da região nordeste e sul do país (VALADARES *et al.*, 2017).

Segundo Souza (2006) o melão Galia (*Cucumis melo* var. *Reticulatus* L. Naud) é o tipo mais comum de melão cultivado em Israel, tanto para exportação como para o mercado local. São frutos climatérios, e, portanto, etileno e desempenha um papel fundamental na sua maturação. Ele é caracterizado por seu ótimo sabor e aroma intenso, porém, os frutos coletados antes do vencimento têm uma conservação limitada (2-3 semanas) mesmo em baixas temperaturas de armazenamento.

De acordo com Karchi (2000), Galia foi o primeiro híbrido de melão israelense produzido e obtido através de um extenso programa de reprodução no NeweYa'ar Centro de Pesquisa da Organização de Pesquisa Agrícola (A.R.O - Israel), durante os anos de 1960. O Galia tem características de corpo verde do tipo Ogen, que é um melão de pele lisa e suturada e foi introduzido da Hungria a Israel durante os anos de 1950 e usado como linhagem parental feminina. O Galia também tem uma casca dourada e amarela. O melão Gália foi desenvolvido em meados da década de sessenta, sendo o primeiro híbrido simples desenvolvido por programa de melhoramento realizado em Israel. É resultante do cruzamento de uma linhagem de melão Ogen e outra de melão HoneyDew. Seus frutos são esféricos, aromáticos, peso entre 1 a 1,5kg, polpa esverdeada e teor de sólidos solúveis entre 13 e 15% (KARCHI, 2000; NUNES *et al.*, 2002).

Morgado *et al* (2015) em suas pesquisas destacam que o Galia foi o primeiro exemplo do papel da distribuição no comércio de Melão. Os hábitos de consumo estão mudando em certos países da Europa do Norte, até 80% das frutas e legumes são vendidos em grandes áreas e, o que eles pedem, além da qualidade na melhor das hipóteses, é ter o menor número possível de perdas em suas prateleiras.

Ainda Morgado *et al* (2015) biologicamente o melão tem um relógio interno que informa a fase do seu ciclo em cada momento e a produção de etileno avisa o melão que chegou a hora para se livrar da fruta, para não continuar acumulando açúcares, se preparando para servir de veículo para a disseminação de sementes.

2.2 Ácidos Orgânicos

Os ácidos orgânicos são compostos regularmente encontrados em pequenas quantidades em melão maduro doce e tipos de frutos, como variedades *inodorus*, *cantaloupenis* e

reticulatus. Por outro lado, frutos de melão maduro não doce, (variedade flexuosus) são capazes de acumular maiores quantidades de ácidos orgânicos (DEULOFEU, 1997).

O melão, ao contrário de outras frutas onde a acidez e principalmente a relação açúcar / ácido é o principal indicador de qualidade. Existem variedades de melão doce dos grupos reticulatus, inodorus e cantalupensis onde a doçura é o principal parâmetro de qualidade. Os genótipos de *C. melo* que acumulam altos níveis de ácidos não acumulam altos níveis de açúcares (FARIAS *et al*, 2003); COELHO *et al*, 2003).

Em vários estudos, foi demonstrado, que o acúmulo de ácido na fruta é regulado por expressões coordenadas de diferentes genes do metabolismo ácido e sua atividade enzimática, especialmente no ciclo de Krebs.¹ No entanto, informações sobre a regulação do metabolismo ácido no desenvolvimento de frutos de melão são escassas. Na relação açúcar / ácido, os ácidos desempenham um papel importante já que um alto teor de ácidos reduz a qualidade da fruta, mas moderada. A concentração de ácido pode resultar em uma fruta mais aceitável.

Embora a qualidade do melão seja determinada principalmente pelo teor de açúcar, é uma espécie com uma ampla gama de variabilidade genética e existem genótipos que acumulam altos níveis de acidez nos frutos. A variabilidade Genética no melão é única em termos de extrema diferença no nível de acidez entre genótipos amargos e não-amargos (CHARLO, *et al.*, 2009).

Batista e Borges (2012) assinalam em suas pesquisas que ácidos orgânicos se acumulam na casca e na polpa do melão, e possuem valores de acidez relativo diferente. No melão climatérico 'Charentais' foi encontrado a independência da evolução da acidez da polpa da ação do etileno. O conteúdo de ácidos orgânicos no melão é muito limitado, destacando o seu conteúdo em ácidos cítrico, málico e succínico.

Explanam ainda, Batista e Borges (2012) que o ácido cítrico se acumula principalmente na casca do melão durante seu processo de maturação. Em estudos anteriores apontam que comparar acumulação deste ácido em frutos climatéricos (controle) e não climatéricos (obtidos por transgênicos com uma oxidase anti-sentido -ACO-), não foram encontradas diferenças significativas para a acidez da polpa, mas da casca. Frutos não climatéricos acumulou mais ácido cítrico, com o resultado que o etileno atuou como um regulador deste processo degradando este ácido.

¹O ciclo de Krebs é uma das fases da respiração celular que ocorrem na matriz mitocondrial dos organismos eucariontes. O ciclo de Krebs, também chamado de ciclo do ácido cítrico, ou ciclo do ácido tricarbóxico, é uma das fases da respiração celular descoberta pelo bioquímico Hans Adolf Krebs, no ano de 1938.

Nos estudos de Chitarra & Chitarra (2005) a qualidade organoléptica do melão, incluindo a cor da polpa, doçura e aroma, depende diretamente de sua composição em metabólitos primários, isoprenoides e compostos voláteis, que geralmente foram descritos usando uma série de análises específico. Estudos recentes de metabolômica indicam que ao lado do tomate, o melão confirma-se como uma planta modelo alternativa para elucidar o metabolismo em geral e a maturação em particular das frutas carnudas.

Crisóstomo e Aragão (2009) em suas análises apresentam que existem dois tipos de ácidos chamados ácidos alifáticos (cadeia linear) e ácidos aromáticos. Os ácidos mais abundantes em frutas e vegetais são cítricos e málicos (ambos alifáticos). O teor de ácido de frutas e verduras em geral diminui durante o amadurecimento. Ácidos aromáticos orgânicos são produzidos em concentrações muito baixas em várias frutas e vegetais, com a distribuição de ácidos dentro de frutas irregulares.

Corroborando Lopes *et al* (2010) que os ácidos orgânicos desempenham um papel essencial durante o desenvolvimento da fruta como componentes envolvidos na respiração e como precursores de fenóis, aminoácidos, lipídios e aromáticos, com um papel crucial na nutrição e preparação de comida.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização geográfica e classificação climática

A partir da constituição dos marcos conceituais, se passou para o próximo passo, onde se realizou o experimento, que foi conduzido na Fazenda Experimental Rafael Fernandes pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizada em Alagoinha, zona rural de Mossoró/RN. O distrito possui as seguintes coordenadas geográficas: latitude 5° 03' 37" ao sul e longitude 37° 23' 50" ao oeste distante 20 Km de Mossoró-RN, no período correspondente à 30 de maio à 4 de agosto de 2016.

A classificação de Köppen, apresenta que o clima do local é do tipo “BsWh”, seco e quente, com estação chuvosa no verão, com temperatura mínima de 23,7 °C, média de 27,4 °C e Máxima de 34,5 °C, com precipitação pluviométrica média anual 825 mm (BEZERRA NETO *et al.*, 2014).

De acordo com Rêgo *et al.*, (2016) o solo da Fazenda Experimental é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Típico, onde foram realizadas coletas de solo na área experimental, retirando amostras simples na profundidade de 0 m a 0,20 m, em seguida encaminhada ao laboratório de Análise de Solo e Água da UFERSA.

Tabela 1. Dados climatológico correspondente ao período de 30 de maio a 4 de agosto de 2016, Local Fazenda Experimental Rafael Fernandes, distrito de Alagoinha/RN.

Mês	Temperatura	Umidade	Radiação (kj/m ²)	Chuva (mm)
Maio	28,16°C	70,19 %	891,36	0,01
Junho	27,85°C	68,88 %	919,3	0,02
Julho	28,39°C	52,47 %	834,2	0,1
Agosto	27,5°C	54,62 %	961,87	0

Dados meteorológicos disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia o (INMET) uma estação meteorológica instalada na fazenda Experimental.

3.2 Delineamento experimental

O ensaio foi conduzido e avaliado em 2016 com três repetições em blocos casualizados com as seguintes gerações, Genitores Ventrantis e AC-16, Geração F1 e às populações segregantes F2 e os retro cruzamentos RC 1 e RC 2 envolvendo cada genitor.

Área experimental foi preparada com uma aração logo em seguida duas gradagens e posterior formação dos camalhões. Foram realizadas análises químicas do solo mediante aos resultados foram feitas as adubações de fundação e de cobertura (tabela 2).

Tabela 2. Fertirrigação ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$) do referido período da cultura de Cucumis melo para avaliar Potencial Hidrogeniônico e da Acidez total titulável em melão.

H_2O	KNO_3	MgSO_4	$\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$	H_3BO_3	ZnSO_4	KCl
4078,28	18,70	9,00	1,47	5,05	0,57	30,47

A semeadura se realizou em bandejas de poliestireno, com 200 células expandidas, utilizando substrato comercial polifétil®, em que as bandejas ficaram na casa de vegetação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, no Departamento de Ciências Vegetais e após 14 dias das primeiras folhas verdadeiras expandidas, foram transplantadas para área experimental em definitivo.

O espaçamento utilizado 0,30m entre plantas e 2 m entre fileiras, com uma planta por gotejador totalizando 6 linhas, a cada duas linhas formava um bloco, somando no total três blocos completos casualizados (DBC).

A irrigação da área experimental foi feita por gotejamento e todas as práticas agronômicas aplicadas a cultura são as mesmas utilizadas e recomendadas para o estado do Rio Grande do Norte (NUNES *et al.*, 2005).

Já o controle de pragas foi efetuado toda vez que o nível de dano comprometia a produtividade.

3.3 Herança do potencial hidrogênio e da acidez total titulável em melão

3.3.1 Genitores

Os genitores utilizados na condução do ensaio foram a linhagem Vendrantaís e o acesso codificado como AC-16, todos pertencentes ao Banco ativo de Germoplasma de Hortalíça da UFERSA.

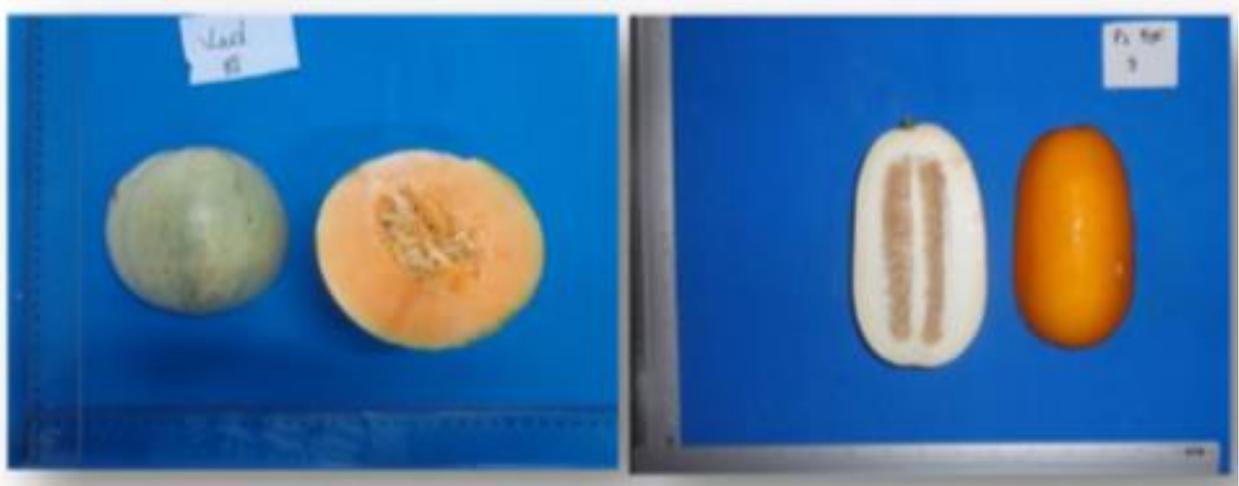


Figura 1 -Vendrantaís e AC-16

Relevante evidenciar que a linhagem Vendrantaís de origem europeia, desenvolvida pela Vilmorin Seed Company, pertence ao grupo botânico *reticulatus*, polpa de coloração que varia do laranja ao salmão, possui fruto de formato arredondado apresenta elevado teor de pH e baixa acidez. O acesso AC-16 compõe o grupo botânico *acidulussão* frutos alongados de casca amarela e polpa branca, apresenta baixo teor de pH e alta concentração de acidez. Em 2014, os genitores foram cruzadas obtendo a geração (F1), no seguinte ano as populações segrentantes geração F2 e os retrocruzamentos.

3.3.2 Análise do potencial hidrogênio e da acidez total titulável

As amostras foram analisadas em duplicatas, os materiais que constituíram essas amostras foram: Vendrantaís (15 indivíduos), AC-16 (15 indivíduos), Geração Filial 1 (15 indivíduos), Geração Filial 2 (172 indivíduos), RC1 (46 indivíduos), RC2 (45 indivíduos).

✓ **pH**

• **Equipamentos:**

O potencial hidrogeniônico (pH) foi determinado com auxílio de potenciômetro de leitura direta (Modelo AF 450, Brasil), marca tecnopon, serei N/S 0393/14, medida de pH mPA 210.

A calibração se deu com a utilização de duas soluções padronizadas, cujos pH's, foram 4 e 7 de acordo com a norma da (Official Methods of Analysis) AOAC, 2002.

Em alíquotas de 10 g da polpa pura homogeneizada, diluída em 50 mL de água deionizada, o eletrodo foi inserido na amostra após a estabilização dos resultados, os dados foram expressos em valores reais pH (AOAC, 2002).

✓ **Acidez Total Titulável – ATT (%)**

• **Equipamentos:**

Para estimar acidez foram utilizados equipamentos como, Bureta, frasco Erlenmeyer de 125 mL e balança analítica.

• **Reagentes**

NaOH 0,1 N e fenolftaleína (1%) como indicador da mudança de coloração da solução do meio ácido para básico.

• **Procedimento volumétrico**

Foi retirada amostra de 10 g do tecido vegetal comestível puro, homogeneizada em liquidificador doméstico, posteriormente pesada em uma balança analítica, coloca dano frasco de Erlenmeyer, onde foi adicionada água deionizada até completar o volume final de 50 mL. Após o volume completo, acrescentaram duas gotas de fenolftaleína a 1% como indicador, em seguida o frasco de Erlenmeyer foi ajustado, a bureta automática com características (digital marca: Jeancons Digitrate pro 50ml) no qual foi acrescentado gradualmente o Na OH agitando

cuidadosamente até a mudança da solução do meio ácido (coloração transparente), para o meio básico (levemente rosa), os dados foram expressos em porcentagem.

3.4 Análises estatísticas dos dados

3.4.1 Análise de gerações utilizado modelos mistos

Para estimação de parâmetros genéticos e ajuste do modelo aditivo-dominante foi utilizada a metodologia de modelos mistos de Piepho; Möhring (2010).

A implementação do teste do modelo aditivo-dominante foi feita pela a adição do efeito relacionado à falta de ajuste (λ_i) ao modelo seguinte modelo apresentado por Kearsey; Pooni (1963) conforme a expressão a seguir:

$$\mu_i = m + [a]x_{i1} + [d]x_{i2} + \lambda_i \quad (1)$$

Em que:

μ_i : valor da i-ésima geração sob modelo aditivo-dominante, sendo $i=1, \dots, G$;

m: intercepto;

[a]: efeito aditivo;

[d]: efeito de dominância;

x_{i1}, x_{i2} : coeficientes dos efeitos aditivo e de dominância, respectivamente.

λ_i : efeito de não ajuste.

O teste F (Wald) possibilitou o teste do efeito de ausência de ajuste (λ_i), metodologia essencialmente equivalente ao teste de escala conjunta descrita por Mather; Jinks (1971). A única diferença é que o uso de modelos mistos pode ser utilizado pelo fato de os componentes de variâncias necessitarem ser estimados, enquanto que a metodologia de Mather; Jinks (1971) usa um teste de Qui-quadrado que considera os componentes de variância estimados como quantidades conhecidas, o que constitui uma aproximação.

Como as gerações foram avaliadas em um delineamento em blocos casualizados, o modelo para planta k, avaliada na parcela i no bloco j é o seguinte:

$$y_{ijk} = b_j + \mu_i + p_{ij} + g_{ijk} + e_{ijk} \quad (2)$$

Em que o erro da parcela p_{ij} e o erro de planta e_{ijk} têm distribuição normal com média zero e variâncias σ_p^2 e σ_e^2 , respectivamente. A variação genética dentro da geração é modelada pelo efeito genético g_{ijk} ao nível de planta-específica que possui a estrutura de variância apresentada na Tabela 3.

O ajuste da estrutura de variância genética foi realizado pelo procedimento MIXED no programa SAS[®] Versão 9.2 (SAS INSTITUTE, 2006). Para a implementação, é conveniente definir uma estrutura de variância genética linear de dimensão $G \times G$ para as G gerações na seguinte forma:

$$\Sigma = V_A \sigma_A^2 + V_D \sigma_D^2 + V_{AD} \sigma_{AD}^2 \quad (3)$$

Em que V_A é uma matriz diagonal com coeficientes na diagonal correspondentes a geração i para a variância aditiva conforme detalhado na Tabela 3. As matrizes V_D e V_{AD} são definidas da mesma maneira. Assim sendo as referidas matrizes V_A , V_D e V_{AD} são as seguintes:

$$V_A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2} \end{pmatrix} \quad V_D = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad V_{AD} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Tabela 3. Modelos lineares para médias, variâncias genéticas e variância total dentro de parcela para seis gerações para análises de médias de gerações do modelo aditivo-dominante (KEARSEY; POONI, 1996).

Geração	Componentes de média		Componentes de variância			
	[a] (coeficiente x_{i1})	[d] (coeficiente x_{i2})	σ_A^2	σ_D^2	σ_{AD}^2	Variância dentro da parcela $\text{var}(f_{ijk}) = \text{var}(g_{ijk} + e_{ijk})$
P ₁	1	0	0	0	0	$\sigma_1^2 = \sigma_e^2$

P ₂	-1	0	0	0	0	$\sigma^2_1 = \sigma^2_e$
F ₁	0	1	0	0	0	$\sigma^2_1 = \sigma^2_e$
F ₂	0	0,5	1	1	0	$\sigma^2_2 = \sigma^2_e + \sigma^2_A + \sigma^2_D$
RC ₁	0,5	0,5	0,5	1	-1	$\sigma^2_3 = \sigma^2_e + 0,5(\sigma^2_A) +$ $\sigma^2_D - \sigma^2_{AD}$
RC ₂	0,5	0,5	0,5	1	1	$\sigma^2_4 = \sigma^2_e + 0,5(\sigma^2_A) +$ $\sigma^2_D + \sigma^2_{AD}$

A estrutura de variância-covariância da expressão (3) foi ajustada para o efeito genético g_{ijk} do modelo (2) definindo o efeito da interação geração x planta e considerando plantas individuais como unidades independentes na terminologia de análises de medidas longitudinais (medidas repetidas). Para isso, utilizou-se no PROC MIXED a estrutura de variância TYPE=LIN (3).

O código SAS, adaptado de Piepho; Möhring (2010), para a execução da análise de gerações incluindo o teste para ausência de ajuste foi o seguinte:

procmixed;

```
class gen block plant plot lackfit;
model ss=block a d lackfit/htype=1 ddfm=kr;
random gen/subject=plant*plot type=lin (3) ldata=varpva;
random int/sub=plot;
```

run;

procmixed;

```
class gen block plant plot lackfit;
model ss=block gen/htype=1 ddfm=kr;
random gen/subject=plant*plot type=lin (3) ldata=varpva;
random int/sub=plot;
lsmeans gen/pdiff;
```

run;

Para maiores detalhes do código implementado para a referida análise SAS, consultar o artigo de Piepho; Möhring (2010).

3.4.2 Determinação das herdabilidades no sentido restrito e herdabilidade no sentido amplo

As herdabilidades nos sentidos restrito e amplo foram obtidas pelas expressões (4) e (5), a seguir:

$$h^2_r = \sigma^2_A / \sigma^2_{FEN} \quad (4)$$

$$h^2_a = \sigma^2_G / \sigma^2_{FEN} \quad (5)$$

Em que:

h^2_r : herdabilidade no sentido restrito;

h^2_a : herdabilidade no sentido amplo;

σ^2_A : variância aditiva;

σ^2_G : variância genética;

σ^2_{FEN} : variância fenotípica.

3.4.3 Determinação do número de locos efetivos

O número de genes foi determinado pelo método de Castle-Wright, descrito em detalhes por Lynch; Walsh (1998). A expressão para determinação do número de genes é a seguinte:

$$\eta = R^2 (1+0,5 GMD^2) / 8\sigma^2_{GEN} \quad (6)$$

Em que:

η : número efetivo de locos;

R^2 : amplitude total da geração F_2 ;

GMD: grau médio de dominância

σ^2_{GEN} : variância genética.

O grau médio de dominância foi calculado pela seguinte expressão:

$$GMD = (2 \sigma^2_D / \sigma^2_A)^{0,5} \quad (7)$$

3.4.4 Testes de modelos genéticos utilizando a verossimilhança

Foram utilizadas as seguintes equações para cada população envolvida no estudo da herança:

$$P_2: N(\mu - [a] + A, \sigma^2) \quad (8)$$

$$F_1: N(\mu - [d] - D, \sigma^2) \quad (9)$$

$$RC_{11}: \frac{1}{2}N\left(\mu + \frac{[a]}{2} + \frac{[d]}{2} - A, \sigma^2 + \frac{V_A}{2} + V_D - S_{AD}\right) + \frac{1}{2}N\left(\mu - \frac{[a]}{2} + \frac{[d]}{2} + D, \sigma^2 + \frac{V_A}{2} + V_D - S_{AD}\right) \quad (10)$$

$$RC_{12}: \frac{1}{2}N\left(\mu + \frac{[a]}{2} + \frac{[d]}{2} + A, \sigma^2 + \frac{V_A}{2} + V_D + S_{AD}\right) + \frac{1}{2}N\left(\mu + \frac{[a]}{2} + \frac{[d]}{2} + D, \sigma^2 + \frac{V_A}{2} + V_D + S_{AD}\right) \quad (11)$$

$$F_2: \frac{1}{4}N\left(\mu + \frac{[d]}{2} - A, \sigma^2 + V_A + V_D\right) + \frac{1}{2}N\left(\mu + \frac{[d]}{2} + D, \sigma^2 + V_A + V_D\right) + \frac{1}{4}N\left(\mu + \frac{[d]}{2} + A, \sigma^2 + V_A + V_D\right) \quad (12)$$

Em que:

μ : constante de referência;

A: efeito aditivo de gene de efeito maior;

D: efeito de dominância do gene de efeito maior;

[a]: componente poligênico aditivo;

[d]: componente poligênico de dominância;

V_A : variância aditiva;

V_D : variância atribuída aos desvios de dominância dos efeitos poligênicos;

S_{AD} : componente da variação relativa aos produtos dos efeitos poligênicos aditivos pelos efeitos poligênicos de dominância;

σ^2 : variância ambiental.

As funções de densidade para RC_1 e RC_2 são constituídas pela mistura de duas densidades normais e F_2 por uma mistura de três distribuições normais, sendo que, em cada componente da mistura, os componentes de média e de variância dos poligenes não mudam, mudando apenas os efeitos do gene de efeito maior.

Em relação a construção do modelo genético, considerou-se como o modelo mais geral aquele que apresenta a existência de gene de efeito maior mais poligenes com efeitos aditivos e de dominância e variâncias ambientais iguais em todas as gerações (Tabela 4). Se admitiram ainda genes independentes (tanto poligenes como de efeito maior).

A partir das funções de verossimilhança para cada modelo, foi possível compor testes de interesse, considerando diferentes hipóteses. Os testes de verossimilhança foram realizados por meio da estatística LR. De maneira geral, a estatística LR é dada por:

As funções de densidade para RC_1 e RC_2 são constituídas pela mistura de duas densidades normais e F_2 por uma mistura de três distribuições normais, sendo que, em cada componente da mistura, os componentes de média e de variância dos poligenes não mudam, mudando apenas os efeitos do gene de efeito maior.

Se considerou na construção do modelo genético, que o modelo mais geral é aquele que apresenta a existência de gene de efeito maior mais poligenes com efeitos aditivos e de dominância e variâncias ambientais iguais em todas as gerações (Tabela 4). Se admitiram ainda genes independentes (tanto poligenes como de efeito maior). A partir das funções de verossimilhança para cada modelo foi possível compor testes de interesse, considerando diferentes hipóteses. Os testes de verossimilhança foram realizados por meio da estatística LR. De maneira geral, a estatística LR é dada por:

Em que $L(M_i)$ e $L(M_j)$ são as funções de verossimilhança dos modelos i e j ; em que o modelo i deve estar hierarquizado ao modelo j . Os testes foram realizados utilizando o software estatístico Monogen v.0.1, desenvolvido por Silva (2003).

$$LR = -2 \ln \frac{L(M_i)}{L(M_j)} \quad (13)$$

Em que $L(M_i)$ e $L(M_j)$ são as funções de verossimilhança dos modelos i e j ; em que o modelo i deve estar hierarquizado ao modelo j .

Os testes foram realizados utilizando o software estatístico Monogen v.0.1, desenvolvido por Silva (2003).

Tabela 4. Modelos de herança utilizados pelo programa Monogen.

Modelo	Parâmetros
1- Gene maior com efeitos aditivo e de dominância + poligenes com efeitos aditivos e de dominância	$\mu, A, D, [a], [d], V_A, V_D, S_{AD}, \sigma^2$
2 - Gene maior com efeitos aditivo e de dominância + poligenes com efeitos aditivos	$\mu, A, D, [a], V_A, \sigma^2$
3 - Gene maior com efeito aditivo + poligenes com efeitos aditivos e de dominância	$\mu, A, [a], [d], V_A, V_D, S_{AD}, \sigma^2$
4 - Gene maior com efeito aditivo + poligenes com efeito aditivo	$\mu, A, [a], V_A, \sigma^2$
5 - Poligenes com efeitos aditivos e de dominância	$\mu, [a], [d], V_A, V_D, S_{AD}, \sigma^2$
6 - Poligenes com efeito aditivo	$\mu, [a], V_A, \sigma^2$
7 - Gene maior com efeitos aditivo e de dominância	μ, A, D, σ^2
8 - Gene maior com efeito aditivo	μ, A, σ^2
9 - Apenas efeito do ambiente	μ, σ^2

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Se expõe neste capítulo que entre os germoplasmas escolhidos para o presente estudo, se observou uma elevada diferença entre os componentes de médias analisados para o teor de pH e para acidez total titulável em melão. A Tabela 5 apresenta os resultados das avaliações físico-químicas durante o teste. Os frutos da linhagem Ventrantais apresentaram uma superioridade ao acesso AC-16 para o teor de pH. No entanto, para acidez total titulável o genitor AC-16 foi superior em relação a concentração de acidez no fruto.

Enquanto que a linhagem obteve frutos com baixa acidez e elevado pH próximo da neutralidade, o acesso AC-16 verificou-se frutos com alta acidez e menor pH.

Com relação à média dos parentais, tanto para o teor de pH quanto para concentração da acidez titulável, observaram que a média da geração filial F1 apresentou superioridade em relação à média dos genitores, indicando presença de heterose.

Tabela 5. Estimativas de médias e variâncias das gerações, componentes de médias, grau médio de dominância, número de genes, componentes de variância do modelo aditivo-dominante e herdabilidades nos sentidos amplo e restrito obtidos no estudo da herança do potencial hidrogênio-iônico (pH) e da acidez total titulável (ATT) em melão.

Geração	Média		Variância	
	pH	ATT	pH	ATT
Ventrantais	6,95	1,16	0,45	0,24
UFERSA-AC-16	4,27	4,12	0,34	1,29
F ₁	5,13	2,80	0,49	2,01
F ₂	4,77	3,55	0,60	2,42
RC ₁₁	5,06	3,14	0,08	0,79
RC ₁₂	4,33	3,30	0,42	2,32
M	5,03*	2,88*	-	-
[a]	0,80*	0,87*	-	-
[d]	0,51 ^{ns}	0,65*	-	-

η	6,78	5,36	-	-
$\hat{\sigma}_E^2$	-	-	0,34	1,38
$\hat{\sigma}_G^2$	-	-	0,08	1,03
$\hat{\sigma}_A^2$	-	-	0,17	1,73
$\hat{\sigma}_D^2$	-	-	-0,09	-0,69
\hat{h}_r^2	-	-	40,20	42,67

m: média dos homozigotos; [a]: efeito aditivo dos genes; [d]: efeito do desvio de dominância; η : número de genes.
 *: Significativo pelo teste t de Student ($p < 0,05$). $\hat{\sigma}_E^2$: variância ambiental; $\hat{\sigma}_G^2$: variância genética; $\hat{\sigma}_A^2$: variância aditiva; $\hat{\sigma}_D^2$: variância de dominância; \hat{h}_r^2 : herdabilidade no amplo e restrito.

Os componentes da média dos homozigotos [m], do efeito aditivo dos genes [a] e o efeito do desvio de dominância [d] do modelo aditivo-dominante foram significativos pelo teste t de Student ($p > 0,05$) para acidez titulável (Tabela 5). Os dois parâmetros [m] e [a] analisados foram significativos ($p > 0,05$) para o teor de pH no fruto indicando que o caráter é controlado por efeito aditivo e dominância.

Entre os parâmetros estudados constatou-se que o potencial hidrogeniônico é controlado por sete genes e a acidez seis genes aproximadamente para expressão do caráter. É uma herança controlada por muitos genes e influenciada pelo ambiente.

Em trabalhos feitos analisando a acidez em frutas como o tomate (BERTIN et al., 2000) observaram menor acidez atribuído a menor atividade fotossintética do vegetal, Segundo Mahakun et al., 1979 acredita que acidez em frutos está relacionada ao fator genético.

Nos estudos de Chitarra & Chitarra (2005) a qualidade organoléptica do melão, incluindo a cor da polpa, doçura e aroma, depende diretamente de sua composição em metabólitos primários, isoprenóides e compostos voláteis, que geralmente foram descritos usando uma série de análises específico. Estudos recentes de metabolômica indicam que ao lado do tomate, o melão confirma-se como uma planta modelo alternativa para elucidar o metabolismo em geral e a maturação em particular das frutas carnudas.

Crisóstomo e Aragão (2009) em suas pesquisas delineiam que existem dois tipos de ácidos chamados ácidos alifáticos (cadeia linear) e ácidos aromáticos. Os ácidos mais abundantes em frutas e vegetais são cítricos e málicos (ambos alifáticos). O teor de ácido de

frutas e verduras em geral diminui durante o amadurecimento. Ácidos aromáticos orgânicos são produzidos em concentrações muito baixas em várias frutas e vegetais, com a distribuição de ácidos dentro de frutas irregulares.

Nas pesquisas de Lopes et al (2010) os ácidos orgânicos desempenham um papel essencial durante o desenvolvimento da fruta como componentes envolvidos na respiração e como precursores de fenóis, aminoácidos, lipídeos e aromáticos, com um papel crucial na nutrição e preparação de comida.

Os valores de pH para cada tratamento oscilam entre 3,8-4,1, enquanto a acidez titulável apresentou uma média de 2,07 g de ácido cítrico / 100 g de polpa. Tem sido apontado que a acidez total no melão aumenta durante o desenvolvimento e atinge um máximo no estado de laranja incipiente e depois diminui gradualmente com estágios mais avançados de maturação, de modo que seu pH está aumentando e em algumas ocasiões permanece constante se a variação na acidez total não for muito significativa.

As frutas analisadas no primeiro dia de ensaio não apresentaram diferenças significativas nos parâmetros físicos químicos avaliados, indicando que as amostras eram homogêneas ($P > 0,05$). (RIZZO; BRAZ, 2001); (SALDANHA, 2008). Por outro lado, apresentaram diferenças significativas após a segunda avaliação. Após 48 horas foram detectadas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos formando dois grupos homogêneos, um composto pelos tratamentos I, III e controle e o outro formado pelo tratamento II. Após 96 horas, todos os tratamentos foram homogêneos; Estes resultados devem estar associados ao fato de os melões atingirem o grau máximo de maturidade durante esse período. Um comportamento diferente foi estabelecido para outras frutas e tem sido interpretado como um aumento na síntese de ácidos orgânicos do ciclo do ácido tricarboxílico.

Após 48 horas, foram determinadas diferenças significativas para o parâmetro de sólidos solúveis ($P < 0,05$), evidenciando a formação de três grupos homogêneos constituídos pelos tratamentos 1 e 2%, tratamento 0,5% e controle. Da mesma forma, detectou-se que o controle apresentou os maiores valores em relação aos tratamentos; Evento semelhante foi observado às 144 horas. Estes resultados sugerem que o ácido cítrico causou uma inibição na produção de sólidos solúveis, os resultados corroboram observando o comportamento do controle da fruta que aumentou progressivamente com o tempo até que o período de senescência. Indica-se que uma das alterações associadas com o amadurecimento das frutas é a quebra dos hidratos de carbono, principalmente, a conversão do amido em açúcares, o que resulta em um efeito sobre o sabor e textura das frutas. Os sólidos solúveis obtidos durante esta investigação mostraram

um aumento progressivo como as frutas amadurecem, este aumento pode ser atribuído à degradação do amido, provavelmente devido a um aumento da atividade de enzimas que hidrolisam o amido.

Quanto ao teor de acidez titulável, observou-se a formação de 4 grupos para os tratamentos correspondentes às 48 e 96 horas, respectivamente. Após 144 horas, evidenciou-se a senescência total dos frutos controle, formando dois grupos, dentre os quais apenas dois dos tratamentos apresentaram homogeneidade (I e III).

Em relação ao índice de maturidade, após 48 e 96 horas, respectivamente, foram detectados quatro grupos homogêneos. Adicionalmente, se constatou que os frutos considerados como controles, apresentaram as maiores taxas de titulável SST / acidez, o que indicou que o tratamento por imersão em soluções de ácido cítrico, conseguiu retardar o processo de maturação. A maturação é um processo não reversível, pois é acompanhada por um conjunto de transformações de substâncias pécicas, que condicionam o amaciamento dos frutos, mudanças na pigmentação, alterações no paladar e olfato dos frutos, transformações dos materiais de reserva. Além disso, também resulta na produção de substâncias voláteis, como etileno, ésteres e alterações na atividade respiratória.

Em pesquisa de herança de acidez em melão utilizando modelos genéticos hierárquicos, inicialmente foram comparados todos os modelos com o modelo (1), ou seja, modelo completo de gene maior com efeitos aditivos e de dominância + poligenes com efeitos aditivos e dominância.

Posteriormente, testaram-se o modelo (2) gene maior com efeitos aditivo e de dominância + poligenes com efeitos aditivos, com o modelo (4) gene maior com efeito aditivo + poligenes com efeito aditivo, (6) poligenes com efeito aditivo, (7) gene maior com efeitos aditivos e de dominância, (8) gene maior com efeito aditivo e (9) apenas com efeito ambiental.

Em seguida o modelo (3) gene maior com efeito aditivo + poligenes com efeitos aditivos e de dominância, foi comparado com os modelos (5) poligenes com efeito aditivo e de dominância, (6) poligenes com efeito aditivo, (8) gene maior com efeito aditivo, e (9) apenas com efeito ambiental.

Se constatou que todos os modelos foram significativos ao teste Qui-Quadrado para pH, indicando que a herança se trata de um gene maior com efeitos aditivos e dominância + poligenes com efeitos aditivos e de dominância (Tabela 6).

Tabela 6. Testes de hipóteses de modelos genéticos hierárquicos obtidos no estudo da herança do potencial hidrogênio-iônico (pH) e da acidez total titulável (ATT) em melão.

	pH		ATT	
	gl	χ^2_c	gl	χ^2_c
1 vs 2	3	5,13*	3	9,31*
1 vs 3	1	55,39*	3	0,63 ^{ns}
1 vs 4	4	115,09**	4	14,89**
1 vs 5	2	55,39*	2	4,71 ^{ns}
1 vs 6	5	115,08**	5	14,89**
1 vs 7	5	35,72*	5	19,58**
1 vs 8	6	144,42*	6	19,57**
1 vs 9	7	222,01**	7	35,32**
2 vs 4	1	109,96**	1	5,58*
2 vs 6	2	109,96**	2	5,58*
2 vs 7	2	30,59*	2	10,26**
2 vs 8	3	139,26**	3	10,26
2 vs 9	4	216,88**	6	34,69**
3 vs 5	1	(-)	1	4,08*
3 vs 6	4	59,70*	4	14,26**
3 vs 8	5	89,03*	5	18,94**
3 vs 9	6	166,62**	6	34,69**
4 vs 6	1	(-)	1	(-)
4 vs 8	2	29,34*	2	4,67 ^{ns}
4 vs 9	3	106,92**	3	20,42**
5 vs 6	3	59,70**	3	10,18**
5 vs 9	5	166,62*	5	30,61**
6 vs 9	2	106,92*	2	20,42**
7 vs 8	1	108,70*	1	0,00 ^{ns}
7 vs 9	2	186,28*	2	15,75**
8 vs 9	1	5,13**	1	9,31**

** , * : significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Qui-quadrado. (-): Não convergiu.

Em vários estudos, foram demonstrados que o acúmulo de ácido nas frutas é regulado por expressões coordenadas de diferentes genes do metabolismo ácido e sua atividade

enzimática, especialmente no ciclo de Krebs. No entanto, informações sobre a regulação do metabolismo ácido no desenvolvimento de frutos de melão são escassas. Na relação açúcar / ácido, os ácidos desempenham um papel importante já que um alto teor de ácidos reduz a qualidade da fruta, mas uma moderada concentração de ácido pode resultar em uma fruta mais palatável.

Embora a qualidade do melão seja determinada principalmente pelo teor de açúcar, é uma espécie com uma ampla gama de variabilidade genética e existem genótipos que acumulam altos níveis de acidez nos frutos. A variabilidade genética no melão é única em termos de extrema diferença no nível de acidez entre genótipos amargos e não-amargos.

Lopes *et al* (2010) demonstram que ácidos orgânicos se acumulam na casca e na polpa do melão, e possuem valores de acidez relativamente diferente. No melão climatérico, foi encontrado a independência da evolução da acidez da polpa da ação do etileno. O conteúdo de ácidos orgânicos no melão é muito limitado, destacando o seu conteúdo em ácidos cítrico, málico e succínico.

Menezes *et al* (2001) em seus estudos afirmam que o ácido cítrico se acumula principalmente na casca do melão durante a seu processo de maturação. Em estudos anteriores, ao comparar acumulação deste ácido em frutos climatéricos (controle) e não climatéricos (obtidos por transgênicos com uma oxidase anti-sentido -ACO-), não foram encontradas diferenças significativas para a acidez da polpa, mas da casca. Frutos não climatéricos acumulou mais ácido cítrico, com o resultado que o etileno atuou como um regulador deste processo degradando este ácido.

No entanto, esta hipótese não foi confirmada em estudos com NILs de melão com diferentes comportamentos fisiológico e não pode assumir um teor mais baixo de ácido cítrico para o melão ao seu potencial de caráter climatérico e outros fatores, como o tempo de permanência na planta deve ser levado em conta (CHITARRA; CHITARRA,2005).

Porém, a linhagem Vendrantais apresentou uma distribuição com valores elevados entre 6,0 a 7,5 para potencial hidrogeniônico, sendo uma característica genética do germoplasma de baixa concentração de acidez. O acesso AC-16 apresentou uma estreita faixa de valores para pH estimados entre 4,0 a 5,0 para o genótipo que possui alta concentração de acidez.

A geração F1 apresentou pequena variação para pH com valores de 4,0 a 6,5. Verificaram ampla distribuição de valores na geração F2, esses valores variaram de 3,5 a 7,0, apresentando genótipos altamente ácidos á genótipos com pH neutro.

As populações segregantes apresentaram maiores variações para o potencial hidrogeniônico. Portanto maiores estimativas das variações observadas foram para F2 e RC2. A variação no retrocruzamento RC1 apresentou valores de pH inferior aos valores no retrocruzamento RC2. No entanto, o retrocruzamento RC2, apresentou maior distribuição de valores entre as populações segregantes, valores esses variaram de 3,5 a 7,5.

Dependendo da relação ácida, pode haver pequenas derivações quando a acidez é medida. Em vez de medir cada ácido orgânico separado, o ácido orgânico é medido usando uma "conversão total de ácido". Por exemplo, as uvas contêm uma mistura de ácido tartárico e málico. Ao medir a acidez total e a conversão em ácido tartárico, a combinação de ácidos pode ser medida. Da mesma forma, os tomates contêm uma abundância de ácidos cítrico e málico, a medição da acidez total e a conversão em ácido cítrico permitem obter o valor ácido.

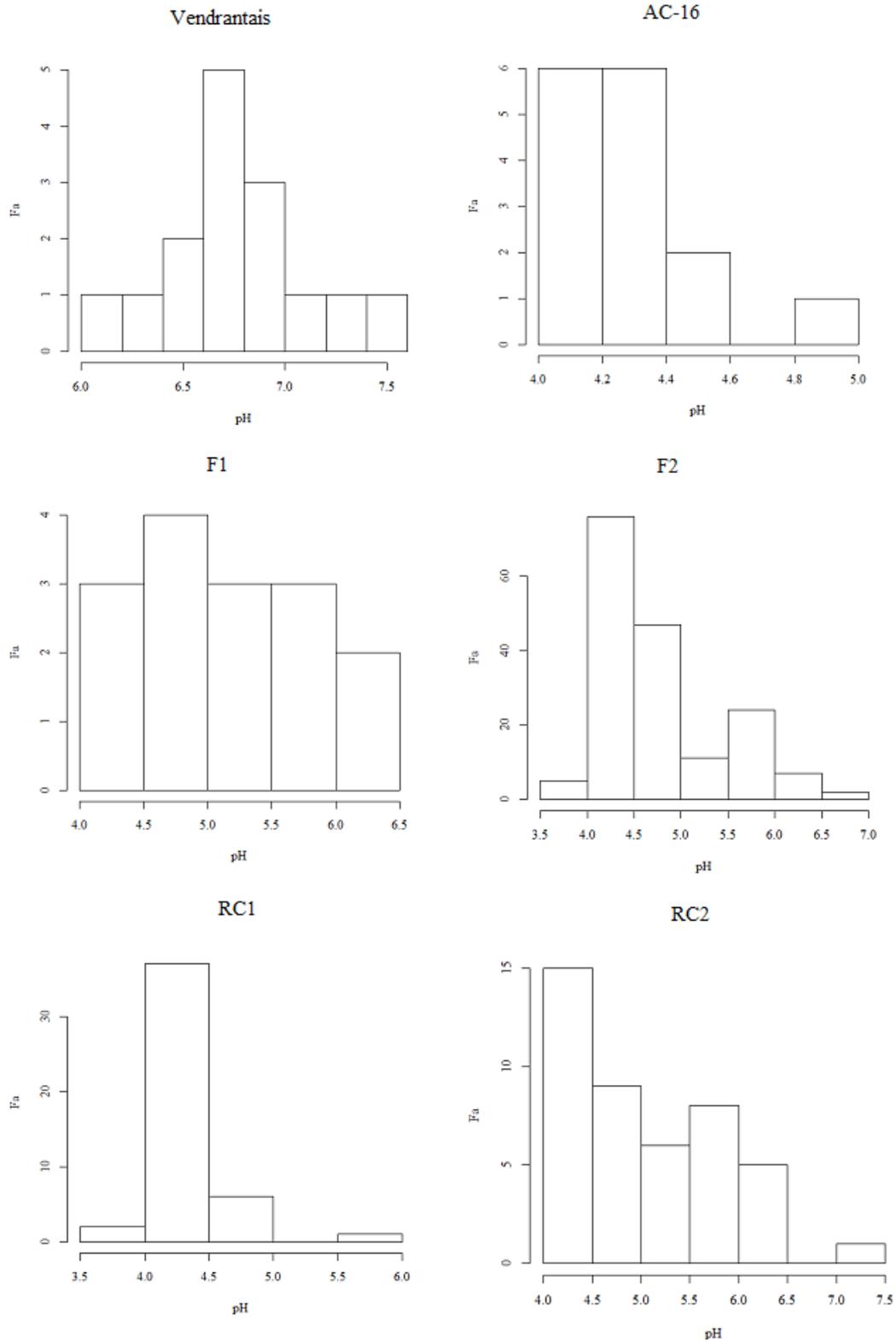


Figura 2 - Distribuição de frequências absolutas (eixo das ordenadas) do pH (eixo das abcissas) nos genitores Vendrantaís e AC-16, F1 e gerações segregantes (F2 e retrocruzamentos), Mossoró-RN, 2016.

Os comportamentos fisiológicos diferentes das linhas de melões estudadas, resultaram em diferenças na produção de compostos voláteis aromáticos tanto quantitativa como qualitativamente.

O conhecimento dos aspectos genéticos envolvidos na melhoria da qualidade das frutas, incluindo melão, aumentou significativamente nos últimos anos. O estudo com melão mostrou seu potencial como uma ferramenta para saber se marcadores moleculares associados aos atributos de qualidade desta fruta é associado ao climatério e à produção de etileno é capaz de satisfazer as demandas do consumidor.

Na verdade as variedades de melão de alto interesse econômico e consumo pode ser desenvolvida como variedades com maior poder nutricional, devido ao seu alto conteúdo em micronutrientes, como variedades de ácido ascórbico de maior acidez, emergente no mercado do Reino Unido, devido ao alto conteúdo ácido cítrico; variedades com maior firmeza da polpa e/ou maior dureza, visando satisfazer os gostos de grupos de consumidores como a necessidade de mercados, devido à sua maior adequação de variedades menos consistentes para manuseio e transporte pós-colheita; variedades mais resistente a danos causados pelo frio e / ou longa vida de prateleira ou utilidade para produtos pronto para consumo; variedades com características aromáticas e/ou diferentes e até variedades que combinam várias dessas qualidades e que pode ter um enorme potencial para diversificar o mercado e, eventualmente, cobrir a demanda por uma ampla gama de redes de consumidores.

Em trabalhos feitos analisando a acidez em frutas como o tomate (BERTIN *et al.*, 2000) observaram menor acidez atribuído a menor atividade fotossintética do vegetal, Mahakunet *et al.*, (1979) acredita que acidez em frutos está relacionada ao fator genético.

Todavia, o ácido cítrico existe na maioria dos traços em uma variedade de frutas e vegetais, especialmente frutas cítricas. Limões e limas têm concentrações particularmente altas de ácido; que podem constituir até 8% do peso seco desses frutos. Os valores destes variam, dependendo da variedade e das circunstâncias em que a fruta é cultivada.

Inúmeras substâncias, incluindo frutas, contêm uma mistura de vários ácidos orgânicos. Por exemplo, diz-se que o vinagre contém uma grande quantidade de ácido acético, mas, na verdade, existem outros tipos de ácidos orgânicos encontrados no vinagre.

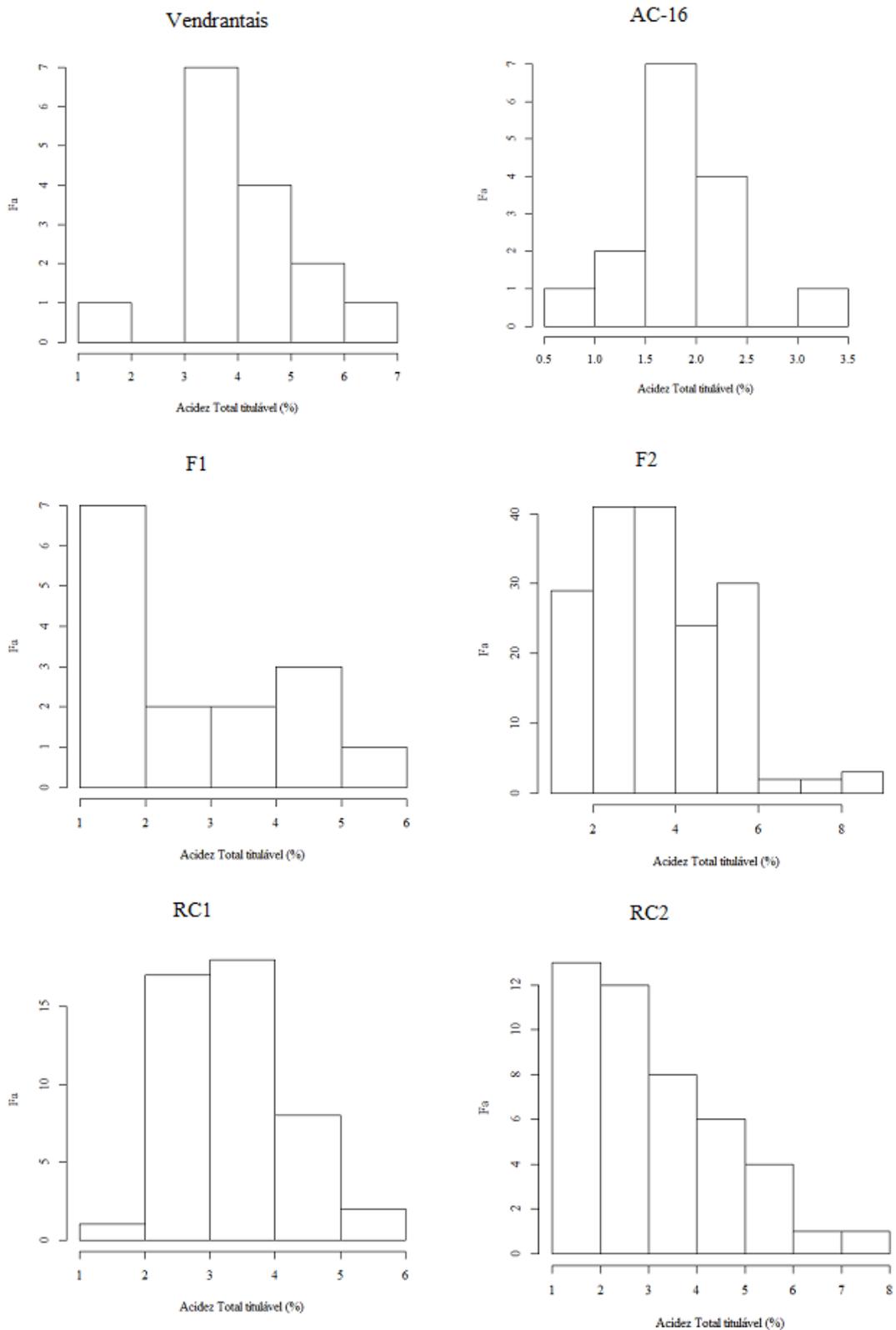


Figura 3 - Distribuição de frequências absolutas (eixo das ordenadas) do Acidez total titulável (eixo das abscissas) nos genitores Vendrantaís e AC-16, F1 e gerações segregantes (F2 e retrocruzamentos). Mossoró-RN, 2016.

Se apresenta que o genitor Vendrantais de baixo acúmulo de acidez, teve uma distribuição assimétrica a direita, apresentando valores extremos na escala de 1 a 7, no entanto, os frutos ficaram concentrados na maior parte na escala entre 3 a 7, sendo os valores expressos em percentagem. Enquanto o AC-16 de alta concentração de acidez nos frutos apresentou valores baixos que variaram entre 0,5 a 3,5 com genótipos extremamente ácidos.

A distribuição dos valores na F 1 variaram entre 1 a 6 na escala para concentração de acidez nos frutos de melão (Figura 3). Verificou-se na população segregante ampla distribuição que variaram de 2 a 8, com indivíduos extremamente ácidos a pouco ácido na polpa do fruto.

No retrocruzamento 1 se apresentou uma estreita faixa de valores entre 1 e 6 para os indivíduos da população, porém, esses valores foram menores, quando comparados aos valores observados no retrocruzamento 2, que apresentou uma ampla distribuição com valores entre 1 e 8, com indivíduos de elevada acidez à genótipo com baixa acidez.

Se ressalta que a seleção de genótipos para desempenho e estabilidade de alta produtividade média, é crítica para a produção de culturas em regiões semiáridas em todo o mundo. Nestas regiões, o crescente ambiente é geralmente imprevisível devido à distribuição irregular de chuvas tanto no espaço e tempo, o que faz com que as respostas genotípicas variem entre os ambientes. Isso se torna mais importante em culturas como o melão, onde é aceitável a qualidade de fruta comercializável (ou seja, firmeza, nível de SSC e fito nutrientes) é igualmente importante tanto quanto a produção de frutos.

Maynard & Maynard, (2000). avaliam alguns métodos de secagem e tratamentos de imersão em várias concentrações de ácido cítrico na quantificação de carotenóides totais de pericarpo betacea C., determinando que o ácido cítrico apresenta um efeito protetor sobre degradação de carotenóides. Na literatura, existe informação sobre o efeito de ácido cítrico em frutas e o seu papel como retardar o amadurecimento manuseamento pós-colheita, razão que nesta investigação teve o objetivo de avaliar o efeito de diferentes concentrações do ácido cítrico na maturidade processa fruto inteiro. Em um genótipo por interação de ambiente em melão, há a necessidade de vários anos e locais de avaliações para seleção de cultivares estáveis e de alto rendimento. Atualmente, graças ao número de variedades de melão e à existência de culturas em estufas, esta fruta pode estar disponível durante todo o ano. Para saber o grau de maturidade do melão, deve-se sentir o cheiro. Se der um aroma doce e delicado, é porque está maduro. Caso contrário, pode ser deixado à temperatura ambiente por vários dias até que amoleça e, em seguida, guarde-o na geladeira quando estiver pronto.

5 CONCLUSÕES

A herança do Potencial Hidrogeniônico e Acidez Total Titulável em melão, é resultante de um gene de efeito maior com efeitos aditivos e de dominância associados a poligenes com efeitos aditivos e de dominância.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. 2013. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Agro Informativos.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (AOAC). **Official methods of analysis Analytical Chemistry**. 17. ed. Washington: AOAC, 2002.

BATISTA, Anaí Peter; BORGES, Caroline Dellinghausen. **Métodos de conservação aplicados a melão minimamente processado**. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/2013nahead/a14013cr2012-0758.pdf>>. Acesso em: 21. jul.2018.

BEZERRA NETO, F.; OLIVEIRA, L. J. de; SANTOS, A. P. dos; LIMA, J. S. S. de; SILVA, I. N. Otimização agroecônômica da cenoura fertilizada com diferentes doses de jitrana. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza, v.45 n. 2. P. 305-311,2014.

BERTIN, N., GHICHARD, N., LEONARDI, C., LONGUENESSE, J.J., LANGLOIS, D., NAVES, B. **Seasonal Evolution the Quality of fresh glasshouse Tomato under Mediterranean Conditions, as Affected by Vapour Pressure Deficit and Plant Fruit Load**. Annals of Botany, v.85. p.741-750, 2000.

CELIN, E. F.; PASTORI, P. L.; NUNES; G. H. S.; ARAGÃO, F. A. S. **Agronegócio brasileiro do melão na última década**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 53., 2014.

CHARLO HCO, CASTOLDI R, VARGAS PF & BRAZ LT. **Cultivo de melão rendilhado com dois e três frutos por planta**. Horticultura Brasileira. 2009.

CHITARRA, M.I.F, CHITARRA, A.B. **Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças: Fisiologia E Manuseio**. 2.Ed. Lavras: Editora Ufla, 2005.

COELHO, E. V.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A. **Qualidade do fruto de melão rendilhado em função de doses de nitrogênio**. Bragantia, v. 62, p. 173-178, 2003.

CRISÓSTOMO, J. R.; ARAGÃO, F. A. S. **Melhoramento Genético do Melão**. In: I Simpósio Nordeste de Genética e Melhoramento de plantas, Fortaleza. Embrapa Agroindústria Tropical, 1., 2009.

DEULOFEU, C. **Situação e perspectivas do melão no mundo**. Melões: Horticultura, 1997.

DOMINGUEZ, O.; PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; BAUDET, L. **Sistema informal de sementes: causas, consequências e alternativas**. Pelotas: UFPel, 270 p, 2000.

FARIAS, C.H. de A.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MEDEIROS, J.F. de COSTA, M. da C.; NASCIMENTO, I. B. do .; SILVA, M. C. de C. **Crescimento e desenvolvimento da cultura do melão sob diferentes lâminas de irrigação e salinidade da água**. R. Bras. Eng. Agric. Ambiental, Campina Grande, v.3, p. 445-450, set/dez, 2003.

KARCHI, Z. Development of melon culture and breeding in Israel. **Acta Horticulturae**, v.510, p.13-17, 2000. (Proceedings of Eucarpia Meeting on Cucurbit Genetics and Breeding, 7.). Disponível em: <http://www.actahort.org/books/510/510_1.htm>. Acesso em: 31. jul.2018.

KEARSEY, M. J.; POONI, H.S. **The genetical analysis of quantitative traits**. Chapman and Hall, London, 1996.

KEARSEY, M. J.; POONI, H.S. **The genetical analysis of quantitative traits**. Chapman and Hall, London, 1963.

LOPES, U.P; ZAMBOLIM, L; COSTA, H. **Depois da Colheita** (Morango). Cultivar HF, Pelotas. 2010.

LYNCH, M.; WALSH, J. B. **Genetics and Analysis of Quantitative Traits**. Sunderland: Sinauer Associates, 1998.

MATER, K., JINKS, J. L. **Biometrical genetics**. 2nd ed. Chapman and Hall, London. p. 432, 1971

MAHAKUN, N.; LEEPER, P.W., BURNS, E.E. Acidic constituents of various tomato fruit types. **Journal of Food Science**, v.44, p.1241-1244, 1979.

MAYNARD, D.; MAYNARD, D.N. **Cucumbers, melons and wadtermelons**. 2000. In: KF KIPLE & KC Cornelias (ed) Cambridge World. History of foods. Cambridge University Press, pp. 298-312.

MEDEIROS JF; SANTOS SCL; CAMARA MJT; NEGREIROS MZ. **Produção de melão Cantaloupe influenciado por coberturas do solo, agrotêxtil e lâminas de irrigação**. Horticultura Brasileira. 2007.

MENEZES, J. B.; GOMES JÚNIOR, J.; ARAÚJO NETO, S. E.; SIMÕES, A. N. **Armazenamento de dois genótipos de melão amarelo sob condições ambiente**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 19, n. 1, p. 42-49, 2001.

MORGADO, Cristiane Maria Ascari, *et al.* **Qualidade de melões ‘Louis’ armazenados em quatro temperaturas**. 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v45n11/0103-8478-cr-cr20140948.pdf>>. Acesso em: 21. jul.2018.

NUNES, G.H.S. et al. **Implicações da interação genótipos x ambientes na seleção de clones de eucalipto**. **Cerne**, v.8, n.1, p.49-58, 2002. Disponível em: <http://www.dcf.ufla.br/cerne/artigos/13-02-20092115v8_n1_artigo%2005.pdf>. Acesso em: 30. jul.2018.

NUNES, G, H. S.; SANTOS JÚNIOR, J. J.; ANDRADE, F. V.; BEZERRA NETO, F.; MENEZES, J. B.; PEREIRA, E. W. L. **Desempenho de híbridos do grupo *inodorus* em Mossoró**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 23, n. 1, p. 90-94, 2005.

PEDROSA, J.F. **Cultura do melão em Mossoró**: ESAM, 1997. 50p. Apostila.

PIEPHO, H. P. E.; MOHRING, J. **Generation Means Analysis Using Mixed Models**. CROP SCIENCE, v. 50, p. 1674-1680, set.–out. 2010

REGÔ, L. G. da S.; MARTINS, C. M.; SILVA, E. F. da; SILVA, J. J. A. da; LIMA, R. N. da S. **Pedogenesis and soil classification** of na experimental farm in Mossoró, state of Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 4, p. 1036-1042, 2016.

RIZZO, A. A. N.; Braz, L. T. **Características de cultivares de melão rendilhado cultivadas em casa de vegetação**. Horticultura Brasileira, v. 19, n. 3, p. 370-373, 2001.

ROBINSON, R.W., D.S. DECKER-WALTERS. **Cucurbits**. New York Cab International, 1997.

SALDANHA, T. R. F. C. **Produção e qualidade de melão Cantaloupe cultivado sob condições de diferentes tipos de cobertura e lâminas de irrigação**. 2008. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró.

SEYMOUR, G. B.; MCGLASSON, W.B. Melons. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. (ed.) **Biochemistry of fruit ripening**. Londres: Chapman & Hall, 1993.

SILVA, W. P. **Estimadores de máxima verossimilhança em misturas de densidades normais**: uma aplicação em genética, 2003, 60p. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

SOUZA, L. A. de (Ed.). **Anatomia do fruto e da semente**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2006

VALADARES, Ricardo N., *et al.* **Estimativas de parâmetros genéticos e correlações em acessos de melão do grupo momordica**. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362017000400557>. Acesso em: 24. jul.2018.