

Scientific Paper

Aplicação da estatística multivariada na identificação das características biométricas de produção e qualidade de frutos do melão

Resumo

Objetivou-se através deste estudo, reduzir e identificar, dentre as variáveis físicas e químicas de frutos do meloeiro, aquelas que devem ser levadas em consideração na caracterização que conferem produção e qualidade aos de melão, híbrido Yellow King, pelo emprego da análise fatorial (AF) e de componentes principais (ACP). O experimento foi conduzido na área experimental da UAG/UFRPE no município de Garanhuns/PE. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com os tratamentos agrupados no esquema fatorial (3x3) com o cultivo em faixas, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de três doses da adubação de fósforo e de potássio. As aplicações de fertilizantes foram realizadas via água de irrigação, por meio do sistema de irrigação por gotejamento. Após a colheita avaliaram-se as seguintes variáveis físico-químicas de frutos: diâmetro longitudinal (DL), comprimento total (CT), peso do fruto (PF), espessura da polpa (EP), diâmetro de cavidade interna do fruto (DCV), sólidos solúveis total (SST), acidez total titulável (ATT), potencial hidrogeniônico (pH), peso das sementes (PS), peso da casca (PC), rendimento de polpa (RP). De acordo com os resultados, concluir-se as técnicas da AF e ACP aplicadas as 11 variáveis físicas e químicas de frutos do melão, propiciou a redução para 2 componentes principais (CP) que explicam e englobam de forma confiável estas 11 variáveis analisadas. Sendo a CP1 foi interpretado como sendo “sabor dos frutos” e a CP2 é responsável pela contribuição da caracterização “físicas dos frutos” do meloeiro.

Palavras-chave: Adubação; análise fatorial; fertirrigação; frutos do meloeiro

Antonio Ricardo Santos de Andrade¹
Adiel Felipe da Silva Cruz²
Tássio Maurício Êsdras Bezerra³
José Romualdo de Sousa Lima⁴

Abstract

Application of multivariate statistics in the identification of biometric characteristics of production and quality of melon fruits

The objective of this study was to reduce and identify, among the physical and chemical variables of melon fruit, those that should be taken into account in the characterization that confer production and quality on melon fruits, Yellow King hybrid, using the factorial analysis (AF) and main components (ACP). The experiment was conducted in the experimental area of the UAG/UFRPE in the municipality of Garanhuns/PE. The experimental design was a randomized block design with the treatments grouped in the factorial scheme (3x3) with the cultivation in strips, with three replications. The treatments were composed by the combination of three doses of phosphorus and potassium fertilization. Fertilizer applications were performed via irrigation water, through the drip irrigation system. After the harvest, the following production and fruit quality variables were evaluated: longitudinal diameter (DL), total length (CT), fruit weight (PF), pulp thickness (EP), fruit internal cavity diameter (DCV), Total soluble solids (SST), titratable total acidity (ATT), hydrogenation potential (pH), seed weight (PS), bark weight (PC), pulp yield (RP). According to the results, the techniques of FA and ACP applied to the 11 physical and chemical variables of melon fruits, led to the reduction to 2 main components (CP) that explain or encompass identically and reliably these 11 analyzed

Received at: 02/11/2016

Accepted for publication at: 05/03/2017

¹ Meteorologista, Dr. Prof. Universidade Federal Rural de Garanhuns - UFRPE - Avenida Bom Pastor - Boa Vista- Garanhuns - PE - 55.296-901 E-mail: ricoarsa@gmail.com

² Mestrando. Eng. Agrônomo. Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE - Rua Manoel de Medeiros - Dois Irmãos - Recife - PE - 52171-900 - E-mail: adiel.cruz@agronomo.eng.br

³ Eng. Agrônomo. Unidade Acadêmica de Garanhuns - UAG - Avenida Bom Pastor - Boa Vista- Garanhuns - PE - 55.296-901 E-mail: tassioagrosj@outlook.com

⁴ Eng. Agrônomo. Dr. Prof. Unidade Acadêmica de Garanhuns - UAG - Avenida Bom Pastor - Boa Vista- Garanhuns - PE - 55.296-901 E-mail: romualdo@uag.ufrpe.br

variables. CP1 was interpreted as being "fruit flavor" and CP2 is responsible for the contribution of the "physical characterization of the fruits" of the melon.

Keywords: Fertilizing; factor analysis; fertigation; melon fruit.

Resumen

Aplicación de la estadística multivariada en la identificación de las características biométricas de producción y calidad de frutos del melón

Se objetivó a través de este estudio, reducir e identificar, entre las variables físicas y químicas de frutos del melón, aquellas que deben ser tenidas en consideración en la caracterización que confieren producción y calidad a los frutos de melón, híbrido Yellow King, por el empleo del análisis factorial (AF) y de componentes principales (ACP). El experimento fue conducido en el área experimental de la UAG / UFRPE en el municipio de Garanhuns/PE. El delineamiento utilizado fue el de bloques al azar con los tratamientos agrupados en el esquema factorial (3x3) con el cultivo en bandas, con tres repeticiones. Los tratamientos fueron constituidos por la combinación de tres dosis de fertilización con fósforo e potasio. Las aplicaciones de fertilizantes fueron realizadas a través del sistema de riego por goteo. Después de la cosecha se evaluaron las siguientes variables físico-químicas de frutos: diámetro longitudinal (DL), longitud total (CT), peso del fruto (PF), espesor de la pulpa (EP), diámetro de la cavidad interna del fruto (ECV), sólidos solubles totales (SST), acidez total titulable (ATT), potencial hidrogenico (pH), peso de las semillas (PS), peso de la cáscara (PC), rendimiento de pulpa (RP). De acuerdo con los resultados, se concluyó que las técnicas de la AF y ACP aplicadas a las 11 variables físicas y químicas de frutos del melón, propició la reducción a 2 componentes principales (CP) que explican y engloban de forma confiable estas 11 variables analizadas. La CP1 fue interpretada como "sabor de los frutos" y la CP2 es responsable de la contribución de la caracterización "física de los frutos" del melón. **Palabra clave:** Abono; Análisis factorial; Fertirriego; Los frutos del melón

Introdução

Os métodos estatísticos multivariados consideram as amostras e as variáveis em seu conjunto, permitindo extrair informações de resultados de experimentos agrônomicos com grande número de variáveis que a análise univariada não consegue evidenciar. Muitas vezes, um pequeno número destas variáveis contém as informações mais relevantes, enquanto que a maioria das variáveis adiciona pouco ou nada a informa dos resultados em termos agrônomicos. A decisão sobre quais dessas variáveis são importantes é feita, geralmente, com base na intuição ou na experiência, sem nenhum critério científico. Uma opção para esse tipo de decisão é o uso de análises estatísticas multivariadas, mais especificamente a análise fatorial (AF) e análise de componentes principais (ACP). A AF propõe resumir a estrutura de inter-relações de um grande número de variáveis. A redução de dimensionalidade se deve através de novas variáveis latentes conhecidas como fatores. Nesse sentido, o principal objetivo da análise fatorial consiste em simplificar ou reduzir um grande número de variáveis, determinando um grupo de dimensões latentes comuns, chamadas de fatores. (BRUENO et al., 2010). A análise de componentes

utilizada para explicar a variância de um grande conjunto de dados de variáveis interligadas com um pequeno conjunto de variáveis independentes. (MANLY, 2008; BRUENO et al., 2010). Desta forma um dos objetivos da utilização da ACP é reduzir a representação dimensional dos dados, organizando-os em uma estrutura que facilita a visualização de todo o conjunto de dados permitindo a identificação de variáveis mais importantes do ponto de vista agrônomico (HAIR et al., 2009).

No Brasil, a produção de melão concentra-se na região Nordeste, de modo especial nos Estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Bahia e Pernambuco, os quais, no seu conjunto, têm respondido nos últimos anos por 93,6% da oferta de melão do país (DELLA VECCHIA, 2007). Em 2014, o valor das exportações de frutas frescas foi de U\$ 877,6 milhões, e a quantidade exportada foi de 778 mil toneladas (AGROSTAT e MAPA, 2015). O Brasil aparece na 11ª posição, sendo o 3º maior produtor da América Latina, e entre 2013 e 2014 apresentaram os melhores resultados em valor das exportações. A região Nordeste é a principal produtora de melão do Brasil. Em Pernambuco e na Bahia a produção concentra-se no Vale do Submédio do

São Francisco, sendo o segundo maior pólo de produção de melão do Brasil com uma área plantada de cerca de 1980 hectares e produção de 35.500 toneladas (CAMPELO et al., 2014; IPECE, 2014). O macronutriente mais extraído pelo melão é o K, seguido do N. No entanto, o P tem papel preponderante na floração e frutificação das plantas em geral, e particularmente do meloeiro, o qual age como fator decisivo na qualidade dos frutos (BRITO et al., 2000).

Tradicionalmente, o P é aplicado em fundação, antes do plantio. Com a introdução no mercado de nutrientes fosfatados solúveis em água, partiu-se para estudar sua aplicação diretamente na água de irrigação. Neste contexto, esse trabalho foi realizado com o objetivo de aplicação da técnica de análise multivariada por meio da AF e da ACP ao conjunto de dados formados por 11 variáveis físico-químicas de frutos da cultura do melão, obtidas por meio do ensaio experimental com três doses da adubação de fósforo e potássio aplicados via fertirrigação, visando com a redução da dimensionalidade dessas variáveis através de novas variáveis latentes conhecidas como principais componentes ou fatores. Além de identificar subgrupos de variáveis que melhor caracteriza produção e qualidade de frutos do meloeiro.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na área experimental da Unidade Acadêmica de Garanhuns da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UAG/UFRPE) no município de Garanhuns/PE Brasil, localizada no semiárido nordestino na microrregião do Agreste Pernambucano cujas coordenadas geográficas são: Latitude 8° 53'25" S, longitude 36°29'34" W e altitude de 822 metros. O clima da região, de acordo com a classificação de Koepper é do tipo AW', tropical chuvoso, com precipitação média anual de 806,5 mm concentrada nos meses de março a junho, temperatura média de 28°C e umidade relativa média do ar de 73,8% (IBGE, 2013).

O solo da área experimental é classificada como Latossolo Amarelo distrófico segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). As características físico-hídricas da profundidade do solo de 0 a 20 cm, mostram que se trata de um solo de textura franco arenosa, com baixa capacidade de retenção de umidade (Tabela 1).

Tabela 1. Características físico-hídrica e química do solo da área experimental da UAG da UFRPE na profundidade de 0-20 cm, Garanhuns/PE, 2014.

Análise química													
pH	Ca	Mg	Al	H	K	Na	CTC	MO	P	Zn	Cu	Fe	Mn
CaCl ₂		-----cmolc.kg ⁻¹ -			-----	-----	-----	%--	-----	--mg/100g de solo			
6,66	2,77	1,78	0	1,63	0,14	0,44	5,13	0,55	2,66	---	---	---	---
Análise física													
Granulometria %			Classe textural		Ds	Dp	Pt	CC U(0,33)	PMP U(15)	Água disponível			
Areia	Silte	Argila	-----	-----	-----	-----	gcm ⁻³	-----	-----	-%	-----	-----	-----
69,01	16,16	14,83	Franco arenoso					1,40	2,72	48,51	11,34	4,52	6,82

Ds = densidade do solo; Dp = densidade das partículas; Pt = Porosidade total; U(0,33) = umidade solo na tensão 0,33 atm; U(15) = umidade solo na tensão 15 atm.

O melão cultivado foi do tipo amarelo, híbrido Yellow King. Esse tipo de melão possui a casca lisa amarela, forma esférica e polpa de coloração branca. A apresenta uma produtividade média de 25 t.ha⁻¹, ciclo entre 50 - 60 dias, possui formato redondo, peso médio de frutos de 1,0-1,5 kg, além de boa aceitação comercial, boa conservação pós-colheita e bons teores de açúcares com valores de SST entre 7,8 a 9,0 °Brix (CRISÓSTOMO et al., 2008).

O espaçamento adotado foi de 2,0 m entre linha de cultivo e 0,5 m entre plantas, e semeado

diretamente em campo no dia 10 de outubro de 2014, e para garantir a uniformidade de germinação do estande, foram colocadas duas sementes por cova, e as colheitas foram realizadas aos 55 e 57 DAS.

Durante a condução dos experimentos, foram realizados tratamentos culturais de desbaste das plântulas, capinas, monitoramento do estado fitossanitário e desbaste de frutos com má formação e colheita. Foram utilizadas três parcelas experimentais de 60 m² (10x6 m) onde foram utilizados três linhas ou faixas de plantas por parcela espaçadas de 2 m entre si, e entre

parcelas de 2,5 m. Portanto para cada fileira foram 20 plantas e para cada parcela 60 plantas (3 linhas de plantas x 20 plantas), totalizando uma população de 180 plantas na área experimental.

O fósforo e o potássio foram quantificados com base nas recomendações de CRISÓSTOMO et al. (2002) para o meloeiro amarelo cultivado na região Nordeste, e baseado nos resultados na produtividade esperada de 20 a 30 t ha⁻¹ e pela análise do solo. As quantidades para ambas as formas de adubação corresponderam a 150 e 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅ por meio do ácido fosfórico (H₃PO₄), e de 100 e 200 kg ha⁻¹ K₂O como fonte cloreto de potássio (KCl), que foram definidas como tratamentos. A adubação K e P foram aplicadas simultaneamente via água de irrigação

por gotejamento, seguindo a recomendação da fertirrigação para a cultura do melão (PINTO et al., 1996). A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada através de fertirrigação em intervalos de seis dias; doze dias após a semeadura e aplicados 10% da dose de N (100 kg. ha⁻¹) na forma de ureia e distribuído durante todo o ciclo do meloeiro.

A Tabela 2 apresenta a distribuição percentual para parcelamento de fósforo e potássio, aplicados em cobertura no meloeiro, via água de irrigação. O parcelamento a cada seis dias dos fertilizantes decorrer da necessidade específica dos tratamentos com fertirrigação, especialmente aquelas em que a aplicação se deu durante todo o ciclo de desenvolvimento do meloeiro.

Tabela 2. Percentagem de aplicação da adubação fosfatada e potássica via fertirrigação, durante as fases de desenvolvimento do meloeiro, híbrido Yellow King, Garanhuns/PE, 2014.

	Fases de desenvolvimento das quatro cultivares de tomate - dias							
	I = 10		II = 40		III = 50		IV=5	
	Duas fertirrigações a cada intervalo de 6 dias							
	1 a 6	7 a 13	14 a 20	21 a 27	28 a 34	35 a 41	42 a 48	49 a 55
PDP	3	4	6	15	27	30	10	5
PDK	2	3	5	10	17	20	28	15
NAPF	2	2	2	2	2	2	2	1

PDP = percentagem demandada da dose de fósforo (P) em cada fase do ciclo da cultura, (%); PDK = percentagem demandada da dose de potássio (K) em cada fase do ciclo da cultura, (%); NAPF = número de aplicações de fertirrigação a cada intervalo de 6 dias, (adimensional).

O sistema de irrigação empregado foi o gotejamento para reposição hídrica das lâminas, com emissores espaçados a cada 50 cm e vazão por gotejo de 1,6 L h⁻¹, quando submetido à pressão de serviço/operacional de 40 kPa. Buscou-se a elevação da umidade do solo a condição de capacidade de campo, sendo o manejo de água aplicada nas irrigações onde foram estimadas considerando a evapotranspiração (ET) pelos dados coletados na estação meteorológica vizinha a área experimental. O manejo da água de irrigação foi baseado na evaporação diária do Tanque Classe A, instalado sobre um estrado de madeira com 15 cm de altura, pintado de branco, colocado no interior da área experimental. A lâmina de água a ser aplicada, com uma frequência de dois dias, foi calculada considerando-se a porcentagem da evaporação medida no período previsto entre duas irrigações. A evapotranspiração da cultura (ETc) foi estimada indiretamente de acordo com PAIVA et al. (2006), pela seguinte equação:

$$(1) ETc = Kt \cdot Kc \cdot Ev$$

Sendo que: ETc= evapotranspiração da cultura (mm dia⁻¹); Kt= coeficiente do tanque, adimensional; Kc= coeficiente da cultura, adimensional; Ev= evaporação do tanque (mm dia⁻¹).

Os valores de Kc utilizados nos diferentes estádios de desenvolvimento do meloeiro proposto por Costa et al. (2001) foi: 0,50 da fase inicial - até 10 dias após o semeadura; 0,75 do transplante até 10% do desenvolvimento vegetativo (fase I); 0,85 do final da fase I até o início da fase de floração (fase II); 1,15 do final da fase II até o início da maturação (fase III); e 0,80 do final da fase III até o final da colheita (fase IV). Após obter a ETc diária, pôde-se estimar o valor da lâmina bruta de irrigação (Lb) conforme as equação 2, de acordo com o proposto por MANTOVANI et al. (2006):

$$(2) Lb = Kc \cdot Ev \cdot Ks / Ef - Pe$$

Em que: La= lâmina de água a ser aplicada em cada tratamento (mm dia^{-1}); Ev= evaporação do minitânque (mm dia^{-1}); Kc= coeficiente da cultura, (adimensional); Ks= percentagem de área molhada pelo emissor (40%); Pe= precipitação efetiva ocorrida no período (mm); Ef= eficiência de irrigação (0,95). Para o cálculo da Ks, a área molhada pelo emissor e a área ocupada por planta foram relacionadas.

A análise de produção da cultura melão, híbrido Yellow King do tipo amarelo, foi acompanhada por 11 variáveis da qualidade físicas e químicas de frutos pela avaliação: do diâmetro longitudinal (DL em mm), comprimento total (CT em mm), peso do fruto (PF em grama), espessura da polpa (EP em mm), Diâmetro de cavidade interna do fruto (DCV em mm), sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$), acidez total titulável (ATT), potencial hidrogeniônico (pH), peso das sementes (PS em grammas), peso da casca (PC em grammas), rendimento de polpa (RP em %), do fruto do melão obtidos, em função dos diferentes doses de fósforo e potássio. Os dados foram coletados até o final do ciclo de produção para obtenção dos resultados das diferentes doses na produtividade da cultura do melão, utilizando-se o meloeiro híbrido Yellow King que foi usada como planta indicadora no experimento.

Para coleta dos dados das variáveis de produção e qualidade do meloeiro, recorreu-se à análise estatística experimental por meio da ANOVA (análise de variância). O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com os tratamentos agrupados no esquema fatorial (3x3) com o cultivo em faixas, com três repetições, dada a configuração da distribuição das redes de distribuição dos emissores usados na irrigação da cultura. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de três doses de fósforo (0 (testemunha), 150 e 300 kg ha^{-1} de P_2O_5) aplicadas nas linhas (parcelas), e três doses da adubação potássio (sem a aplicação de K_2O (testemunha), 100 e 200 kg ha^{-1} de K_2O) nas colunas (subparcelas).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade, bem como aplicou-se o teste de Shapiro-Wilk's ($p < 0,05$) para testar a normalidade do conjunto de dados, utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000).

Neste trabalho também se utilizou da estatística multivariada por meio da análise fatorial (AF) e da análise de componentes principais (ACP), que foi realizada sobre a matriz de dados composta por 297 valores, correspondentes as 11 variáveis físicas e químicas de frutos do meloeiro dos 27 tratamentos

referentes as combinações de três doses de adubação de fósforo e potássio, obtidos no ensaio experimental. O conjunto de dados foi normalizado com o objetivo de eliminar possíveis problemas devido à existência de medidas em diferentes escalas e unidades. Antes de se realizar AF, elaborou-se as análises do teste Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), teste de esfericidade de Bartlett e o teste Measure of Sampling Adequacy (MSA) para verificar se as características dos dados são adequadas para proceder a AF e a ACP, ou seja, indica o grau de explicação dos dados a partir dos fatores encontrados na AF e a ACP. HAIR et al. (2009) menciona que para quantificar o grau de intercorrelações entre as variáveis e adequação da análise fatorial, usa-se a medida de adequação da amostra: KMO, Bartlett e MSA. Segundo o mesmo autor, essa medida pode ser interpretada da seguinte maneira: "0,80 ou acima, admirável; 0,70 ou abaixo, mediano; 0,50 ruim; e abaixo de 0,50, inaceitável".

Neste estudo foi utilizado dois critérios para a definição do número de fatores ou componentes principais: critério de Kaiser e o critério da porcentagem da Variância Explicada. Esses critérios podem ser utilizados como ponto de partida para a obtenção de uma solução final nas AF e ACP (MINGOTTI, 2007; CORRAR et al., 2009). Pelo critério de Kaiser a seleção do número de fatores foi extraída a partir da matriz de correlação mantidas no sistema apenas as componentes relacionadas aos autovalores (Y_i) maior e igual a 1, são considerados adequados para extração de fatores. Já no critério da porcentagem da variância explicativa determina-se o número de fatores que explique uma porcentagem pré-definida da variabilidade global. É comum adotar um valor de explicação de 70% como mínimo. Porém pode mudar de acordo a área do problema (BARROSO e ARTES, 2003). No caso da correlação dos fatores com as variáveis de produção e qualidade de frutos do melão, consideraram-se as variáveis mais significativas, aquelas com os valores dos coeficientes de correlações superiores a 0,7, conforme HAIR et al. (2009).

Resultados e discussão

A análise de variância resumida na Tabela 3 mostra os resultados da aplicação das doses de fósforo (P) e potássio (K) via fertirrigação por gotejamento sobre a produção de frutos do meloeiro. Para as variáveis físicas de frutos, CT, DCV e PC não sofreram influência significativa das doses de P aplicadas.

Também verificou-se que as doses de K empregados não causaram efeito significativo nas variáveis CT, PF e PC. Esses resultados estão de acordo com valores descritos por SILVA et al. (2010),

testando diferentes fontes e doses de P entre 0 e 320 kg ha⁻¹P₂O₅ na produção do melão, não encontraram respostas significativas para essa variável.

Tabela 3. Resumo da análise de variância das variáveis de físicas de frutos do melão, submetidos a doses de adubação fósforo e potássio via fertirrigação por gotejamento, Garanhuns/PE, 2014.

Fonte de variação	Valor do teste F calculado ¹								
	GL	DL	CT	PF	EP	DCV	PS	PC	RP
Blocos	2	1,82ns	0,14ns	2,43ns	0,29ns	0,90ns	2,99ns	0,68ns	0,18ns
Doses (P)	2	16,44*	0,830ns	11,46*	51,12**	3,49ns	17,95*	5,27ns	9,31*
Doses (K)	2	4,57*	0,12ns	3,03ns	24,05**	8,83*	6,52*	0,87ns	34,31**
N x K	4	4,77*	2,78ns	3,82*	15,04**	2,13ns	1,66ns	2,57ns	14,00**
CV (%)	--	4,22	8,79	15,02	10,05	9,43	11,73	25,15	2,03

1ns = não significativo e *, ** = significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. DL=Diâmetro longitudinal (mm), CT=comprimento total (mm), PF=peso do fruto (grama), EP=espessura da polpa (mm), DCV=diâmetro da cavidade interna do fruto (mm), PS=peso das sementes (gramas), PC=peso da casca (gramas), RP=rendimento de polpa (%) e CV(%)= coeficiente de variação.

De acordo com a Tabela 3, as doses de P aplicada via água de irrigação, proporcionou efeito significativo nas variáveis que conferem qualidade física de frutos: DL, PF, EP, PS e RP. E foi obtido efeito significativo das doses de K para DL, EP, DCV, OS e RP. Pelos resultados da Tabela 3 não se pode tirar conclusões somente (ou isoladas) sobre doses de P e/ou somente sobre as diferentes doses de K, uma vez que o teste F para a interação entre esses fatores foi significativo ($P \leq 0,01$) para as variáveis DL, PF, EP e RP do meloeiro. Considerando que a resposta à adubação fosfatada é ainda influenciada pela interação com outros nutrientes, estudos envolvendo tal abordagem poderiam contribuir para avanços no manejo da adubação para o melão (FAGERIA, 2001). Os resultados não confirmaram essa hipótese, de que a resposta das variáveis físicas de frutos do meloeiro à aplicação de P seria influenciada pela adubação de K, uma vez que não foi observada interação significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos de P e K para CT, DCV, OS e PC. Porém observou-se interação significativa ($p \leq 1$ e 5%) entre as doses aplicadas via água de irrigação sobre DL, PF, EP e R, indicando a existência de dependência entre as doses aplicadas de P e K, ou seja, demonstra resposta conjunta para a adubação com P em função da aplicação das doses de K. Segundo SPIRONELLO et al. (2004) o fósforo

interfere nas variáveis de qualidade pós-colheita de frutos, pois avaliando frutos de abacaxi observaram pequena resposta ou nula, tanto no desenvolvimento quanto na qualidade do fruto, com a aplicação de adubo fosfatado. BRITO et al. (2000) verificou-se que as fontes de fósforo e os modos de aplicação não influenciaram no peso médio dos frutos e no teor de sólidos solúveis nos frutos do meloeiro por ocasião da colheita.

Na Tabela 4 estão apresentados os valores médios das variáveis de produção de frutos do melão para nove tratamentos submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. Pelos resultados observa-se que os valores mais elevados das doses de P₂O₅ e K₂O proporcionou valores superiores das variáveis físicas de frutos analisadas, quando comparados com os do tratamento testemunha. Esses resultados estão de acordo com valores descritos dentro da amplitude constatada por vários autores para a espécie melão amarelos (NETO et al., 2006; BATISTA et al., 2009). Ao comparar as doses de P dentro das doses de K ao final do ciclo da cultura, observou-se que os melhores resultados ocorreram na interação (300 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 200 kg ha⁻¹ de K₂O) para as variáveis relacionadas com a característica de física de frutos do melão (Tabela 4).

Tabela 4. Resultados médios das variáveis físicas de frutos do melão, submetidos a doses de adubação de fósforo e potássio via fertirrigação por gotejamento, Garanhuns/PE, 2014.

Doses de P	Doses de K			
	0	100	200	Média ⁽¹⁾
	DL ⁽²⁾	DL ⁽²⁾	DL ⁽²⁾	DL ⁽²⁾
0	138,03 aA	139,61 aA	134,33 aA	137,32 a
150	145,07 aA	150,15 aA	159,06 bA	151,43 ab
300	146,74 aA	167,97 bB	172,67 bB	162,46 b
Média ⁽¹⁾	143,28 a	152,58 a	155,35 a	
	CT ⁽²⁾	CT ⁽²⁾	CT ⁽²⁾	CT ⁽²⁾
0	158,99 aA	169,29 aA	156,93 aA	161,74 a
150	181,78 aA	160,87 aA	162,49 aA	168,38 a
300	162,10 aA	172,00 aA	191,84 aA	175,31 a
Média ⁽¹⁾	167,62 a	167,39 a	170,42 a	
	PF ⁽²⁾	PF ⁽²⁾	PF ⁽²⁾	PF ⁽²⁾
0	1384,25 aA	1386,53 abA	1165,44 aA	1312,07 a
150	1398,04 aA	1675,22 bA	1764,68 bA	1612,65 b
300	1630,00 aA	1178,00 aB	1743,00 bB	1517,00 ab
Média ⁽¹⁾	1470,76 a	1413,25 a	1557,71 a	
	EP ⁽²⁾	EP ⁽²⁾	EP ⁽²⁾	EP ⁽²⁾
0	28,66 aA	26,31 aA	26,25 aA	27,07 a
150	29,00 aA	29,38 aA	44,07 bB	34,15 b
300	33,05 aA	29,44 aA	55,65 cB	39,38 c
Média ⁽¹⁾	30,24 a	28,38 a	41,99 b	
	DCV ⁽²⁾	DCV ⁽²⁾	DCV ⁽²⁾	DCV ⁽²⁾
0	71,27 aA	75,13 aA	72,08 aA	72,83a
150	76,96 aA	74,85 aA	84,14 abA	78,65a
300	73,68 aA	83,42 aB	96,52 bB	84,54a
Média ⁽¹⁾	73,97 a	77,80 ab	84,25b	
	PS ⁽²⁾	PS ⁽²⁾	PS ⁽²⁾	PS ⁽²⁾
0	32,83aA	38,67aA	43,72aA	38,41a
150	50,25bA	52,44bA	53,89abA	52,19bA
300	56,07bAB	50,00abA	66,15bB	57,41b
Média ⁽¹⁾	46,38a	47,04a	54,59a	
	PC ⁽²⁾	PC ⁽²⁾	PC ⁽²⁾	PC ⁽²⁾
0	158,92aA	243,42aA	164,89aA	189,08a
150	255,79aA	256,22aA	285,39abA	265,80a
300	273,64aAB	199,00aA	337,94bB	270,19a
Média ⁽¹⁾	229,45a	232,88a	262,74a	
	RP ⁽²⁾	RP ⁽²⁾	RP ⁽²⁾	RP ⁽²⁾
0	71,78aA	76,98aB	70,10aA	72,95a
150	73,61aA	78,51aB	74,92bA	75,68ab
300	71,17aA	79,44aB	81,73cB	77,45b
Média ⁽¹⁾	72,19a	78,31c	75,58b	

(1) Valores médios na ausência de interação entre os tratamentos de P e K, e as médias seguidas pela mesma letra não diferiram a 5% pelo teste de Tukey;
 (2) Valores médios na interação significativa entre os tratamentos de P e K, e as médias acompanhadas por letras minúsculas iguais na mesma coluna (fósforo) e por letras maiúsculas na mesma linha (potássio) não diferem a 5% pelo teste de Tukey.

O diâmetro longitudinal (DL) apresentou médias com variação reduzida (de 137,32 a 162,46 mm), indicando frutos com dimensão equivalente (Tabela 4). Pelos dados obtidos no experimento, pode-se deduzir que, a depender da dose, o potássio pode propiciar frutos oblongos. AZEVEDO et al. (2015) trabalhando com meloeiro amarelo na região litorânea do Ceará, sob adubada via fertirrigação por gotejamento, encontrou valores médio no diâmetro entre 149,0 a 161,0 mm. Para comprimento total (CT), o valor médio também apresentou variação reduzida de 161,74 a 175,31 mm, indicando frutos com dimensão equivalente.

Os valores médios do peso de frutos (PF), oscilando entre 1,31 a 1,6 kg, estão de acordo com o padrão do híbrido Yellow King cultivado na região Nordeste (CRISÓSTOMO et al., 2008). AZEVEDO et al. (2015) observaram na região litorânea do Ceará, o peso médio do fruto do melão amarelo oscilando entre 1,9 e 2,3 kg, quando a cultura sob adubada via fertirrigação por gotejamento. Segundo FILGUEIRA (2000), para mercado interno, são preferidos os frutos maiores, com massa unitária de 2,0 kg, tolerando-se uma variação de 1,0 a 2,0 kg. Para o mercado externo preferem-se frutos menores, com peso variando de 1,0 a 1,3 kg. Diante destas informações, admite-se que os frutos produzidos no experimento podem atender ao mercado externo.

A espessura da polpa (EP) variou de 27,07 a 41,99 mm, estando dentro do padrão normalmente encontrado para esse híbrido estudado. COSTA et al. (2011) verificaram no melão amarelo cultivado em

Paulista, Paraíba, uma polpa um pouco mais espessa (de 30,1 a 30,7 mm). Esta variável é um atributo que favorece a comercialização pelo aumento da parte comestível e, segundo FRIZZONE et al. (2005), ainda pode identificar frutos mais resistentes ao transporte e com maior tempo de prateleira. COELHO et al. (2004) asseguram que o fruto ideal deve ter polpa espessa e cavidade interna pequena, caracterização que conferem ao fruto melhor resistência ao transporte e maior durabilidade pós-colheita. Segundo o mesmo autor, a maior espessura da polpa é desejável, pois aumenta o peso e a parte comestível melhorando a qualidade do fruto.

Na Tabela 5, são apresentadas as análises de variância, referente às variáveis químicas de frutos do meloeiro; sólidos solúveis totais, acidez total titulável e do potencial hidrogeniônico, submetidos a doses de adubação de fósforo e potássio via fertirrigação por gotejamento.

De acordo com os resultados encontrados, observa-se que não houve um efeito significativa das doses P aplicadas via água de irrigação sobre as variáveis SST e pH de frutos do melão. Porém, verificou-se efeito das doses de K aplicadas sobre a SST de frutos do meloeiro. Esses resultados sugerem, um baixo potencial de resposta da SST e pH com as doses de P, e alto potencial de reação no SST na presença de doses K para a cultura do melão estudada. SILVA et al., (2007), estudando doses de nitrogênio e fósforo (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅), na cultura do meloeiro, também não observaram influência do P com relação a SST.

Tabela 5. Resumo da análise de variância de variáveis da qualidade química de frutos do melão, submetidos a doses de adubação de fósforo e potássio via fertirrigação por gotejamento, Garanhuns/PE, 2014.

Fonte de variação	Valor do teste F calculado ¹			
	GL	SST	ATT	pH
Blocos	2	4,21ns	0,016ns	1,052ns
Doses (P)	2	2,63ns	83,29**	2,11ns
Doses (K)	2	14,43*	19,31**	4,307ns
PxK	4	3,09ns	4,03**	1,957ns
CV(%)	26	10,64	20,76	4,24

1ns = não significativo e *, ** = significativo a 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. SST=sólidos solúveis totais (°Brix), ATT=acidez total titulável (g de ácido málico 100g⁻¹), pH=potencial hidrogeniônico e CV(%)=coeficiente de variação.

Dentre as variáveis químicas de frutos estudados, ATT foi à única que sofreu interferência significativa na interação ou combinação entre os tratamentos (PxK), demonstrando resposta simultânea para a adubação com P em função da aplicação das doses de K, mas respondeu

significativamente ($p \leq 0,01$) aos efeitos isolados da aplicação tanto das doses de fósforo como de potássio para as variáveis SST e pH, ou seja, essas variáveis demonstrando resposta diferencial para a adubação com P em função da aplicação ou não de K (Tabela 5).

Na Tabela 6, são apresentados os resultados do teste de comparação das médias pelo teste Tukey, dos efeitos isolados e das interações entre as doses de fósforo e potássio. Verifica-se que quando fixa a dose de fósforo (P) em 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e variando-se

as doses potássio (K), houve um incremento no SST, ATT e pH até a dose 200 kg ha⁻¹ de K₂O, indicando que as maiores doses resultam em maior incremento na qualidade de frutos.

Tabela 6. Resultados médios das variáveis químicas de frutos do melão, submetidos a doses de adubação de fósforo e potássio via fertirrigação por gotejamento, Garanhuns/PE, 2014.

Doses de P	Doses de K			Média ⁽¹⁾
	0	100	200	
SST⁽²⁾	SST⁽²⁾	SST⁽²⁾	SST⁽²⁾	SST⁽²⁾
0	5,23 aA	6,65 aB	5,66 aAB	5,85 a
150	5,47 aA	6,04 aAB	7,06 bB	6,19 a
300	5,36 aA	6,14 aA	7,54 bB	6,35 a
Média ⁽¹⁾	5,35 a	6,28 ab	6,75 b	
ATT⁽²⁾	ATT⁽²⁾	ATT⁽²⁾	ATT⁽²⁾	ATT⁽²⁾
0	0,38 aA	0,54 bA	0,43 aA	0,45 b
150	0,38 aA	0,28 aA	0,40 aA	0,35 a
300	0,38 aA	0,53 bAB	0,70 bB	0,54 c
Média ⁽¹⁾	0,38 a	0,45 ab	0,51 b	
	pH⁽²⁾	pH⁽²⁾	pH⁽²⁾	pH⁽²⁾
0	6,03 aA	6,08 aA	5,89 aA	6,00 a
150	5,94 aA	6,06 aA	6,09 abA	6,03 a
300	5,94 aA	6,03 aAB	6,53 bB	6,17 a
Média ⁽¹⁾	5,97 a	6,06 a	6,17 a	

(1) Valores médios na ausência de interação entre os tratamentos de P e K, e as médias seguidas pela mesma letra não diferiram a 5% pelo teste de Tukey;
 (2) Valores médios na interação significativa entre os tratamentos de P e K, e as médias acompanhadas por letras minúsculas iguais na mesma coluna (fósforo) e por letras maiúsculas na mesma linha (potássio) não diferem a 5% pelo teste de Tukey.

Observar na Tabela 6, que os maiores valores encontrados estão relacionados à aplicação isolada da dose máxima tanto de fósforo como de potássio, indicando que a aplicação de doses de P e K via água de irrigação aumentou os valores médios de característica químicas de frutos do melão. Os valores médios foram de 5,85 e 5,35 °Brix para as doses de P e K, respectivamente, com o tratamento testemunha, e de 6,35 e 6,28 °Brix, com a dose mais elevada de P e K, respectivamente. E ao comparar as doses de P dentro das doses de K ao final do ciclo da cultura, observou-se que os melhores resultados ocorreram na interação ou combinação dos tratamentos (300 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 200 kg ha⁻¹ de K₂O) para as variáveis relacionadas com a característica de física de frutos do melão. Estes resultados se assemelham aos encontrados por ABRÊU (2010) e SILVESTRE (2015), cuja dose máxima utilizada de P e K proporcionou aumentos nas variáveis qualidades de frutos.

De acordo com MIRANDA et al. (2005) o estado de conservação de frutas pode ser avaliado pela acidez, importante característica em relação ao

sabor, juntamente com os valores de acidez total titulável e sólidos solúveis totais. Em melão, o fruto com °Brix inferior a 9 não são comercializáveis; de 9 a 12 °Brix são comercializáveis e acima de 12 °Brix são considerados melões extras. Para Santos Júnior (2002), entretanto os valores mínimos de sólidos solúveis estão entre 9 e 10 °Brix. Pelos resultados foram encontrados os valores médios entre 5,35 a 6,75 °Brix de frutos produzidos no experimento, abaixo do limite aceitável, não satisfazendo as exigências dos mercados consumidores, ou seja, estão abaixo do mínimo exigido pelos importadores, que é de 9,0 °Brix. Provavelmente o baixo teor de SST no decorrer da colheita deve-se a falta de controle da irrigação no período que antecedeu a colheita de frutos. Por outro lado, vários pesquisadores têm encontrado teores de SST para meloeiro amarelo, variando de 6 a 9,3 °Brix (SILVA et al., 2014), 6,3 a 8,83 Brix (SANTOS et al., 2011), 6,99 a 13,25 °Brix (VÁSQUEZ et al., 2005). Segundo SANTOS et al. (2011) a chuva ou o uso de irrigação excessiva, na maioria das vezes, reduz o conteúdo de açúcares.

Além disto, as variações numa mesma espécie são decorrentes de fatores diversos como cultivares, tipo de solo, condições climáticas, práticas culturais, e quanto de um fruto para outro entre plantas distintas (CHITARRA e CHITARRA, 2005). No entanto, um fruto com alto teor de SST pode ter seu sabor prejudicado em função da ATT, evidenciando a importância desta avaliação.

Ainda pela Tabela 6, observa-se que houve diferença significativa nos valores médio da acidez total titulável (ATT), sendo que esta variação não gradual deve-se à heterogeneidade dos frutos analisados. Os valores médios obtidos foram de 0,45, 0,35 e 0,54 (g de ácido málico 100 g⁻¹) quando submetidas a três doses P e 0,38, 0,45 e 0,51 (g de ácido málico 100g⁻¹) para as doses de K. Esses valores atendem às exigências do mercado externo. Também se observou que os valores mais elevados de ATT, ocorreram na interação (300 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 200 kg ha⁻¹ de K₂O). O pH está dentro da faixa ideal, citada por FÁRIA e FONTES (2003), entre 6,0 e 7,5, e não se verificou diferença significativa em seus valores quando submetidos as doses aplicada no estudo (Tabela 6).

Os valores médios foram de 6,0, 6,03 e 6,17 quando submetidas a três doses P e 5,97, 6,06 e 6,17 com aplicação das doses de K. Resultados semelhantes foram observados por CARVALHO et al. (1995), trabalhando com melão Amarelo “Yellow King” encontrou um pH de 6,23, e observou uma pequena elevação no nível de pH, em decorrência da redução da ATT, embora não tenha sido estatisticamente significativo.

Na análise da estatística multivariada uma medida global de adequação dos dados originais pelo modelo da AF é dada pelas estatísticas de KMO

(Kaiser-Meyer-Olkin), teste de Esfericidade de Bartlett, e o MSA (Measures of Sampling Adequacy). Segundo CORRAR et al. (2009), esses testes permitem realizar uma análise do poder de explicação dos fatores ou das componentes principais em relação a cada variável.

O resultado estatístico de KMO foi de 0,60, que segundo LATTIN et al. (2011), o índice indica que a solução do modelo fatorial é possível de ser aplicadas as variáveis físicas e químicas de frutos do meloeiro, e indicando também que os componentes principais encontrados conseguem descrever satisfatoriamente as variações dos dados originais.

O teste de esfericidade de Bartlett apresentou um valor de 183,06 com nível de significância alto (p < a), que também permitiu concluir que a redução do espaço dimensional foi adequada. Segundo CORRAR et al. (2009) e HAIR et al. (2009) recomenda-se que o valor de Sig. (teste de significância) não ultrapasse 0,05, para que seja possível a aplicação da AF. Assim, o nível de significância do estudo foi de 0,0001, indicando que é possível a aplicação da AF nas variáveis analisadas. Portanto, o teste KMO e o de Bartlett mostram que existe correlação entre as variáveis de produção e qualidade de frutos do melão, e que ambos os resultados dos testes discutidos mostraram a adequação do uso da AF e ACP aos dados.

A Tabela 7 apresenta a matriz Anti-imagem, e que indica o poder de explicação dos fatores em cada uma das variáveis analisadas. CORRAR et al. (2009) descreve que a diagonal da matriz (Anti-imagem Correlation) apresenta o MSA de cada variável analisada e os valores superior a 0,50 são considerados adequados aos pressupostos da utilização da AF e ACP.

Tabela 7. Matriz anti-imagem das variáveis física e química de frutos do melão, submetidos a doses de adubação de fósforo e potássio via fertirrigação por gotejamento, Garanhuns/PE, 2014.

Variáveis	DL	CT	PF	EP	DV	SST	ATT	pH	PS	PS	RP
DL	0,786 ^a										
CT	-0,303	0,362 ^a									
PF	-0,122	0,630	0,376 ^a								
EP	-0,005	-0,545	-0,752	0,565 ^a							
DV	-0,541	0,578	0,591	-0,609	0,589 ^a						
SST	-0,037	-0,018	-0,180	-0,168	0,021	0,886 ^a					
ATT	0,239	0,266	0,656	-0,587	0,143	-0,174	0,526 ^a				
pH	0,166	-0,00	0,150	-0,251	0,023	-0,183	0,145	0,849 ^a			
PS	-0,217	0,277	0,355	-0,570	0,440	0,188	0,185	0,162	0,609 ^a		
PC	0,258	-0,559	-0,802	0,495	-0,681	0,218	-0,389	-0,162	-0,362	0,518 ^a	
RP	-0,419	-0,298	-0,413	0,590	-0,210	-0,239	-0,536	-0,326	-0,372	0,245	0,618 ^a

Diâmetro longitudinal (DL), comprimento total (CT), peso do fruto (PF), espessura da polpa (EP), diâmetro da cavidade interna do fruto (DCV), sólidos solúveis (SST), acidez total titulável (ATT), potencial hidrogeniônico (pH), peso das sementes (PS), peso da casca (PC), rendimento de polpa (RP).

Pela Tabela 7 observa-se que os valores encontrados são bastante altos, superiores a 0,50, evidenciando o quanto foi adequada à aplicação da análise fatorial (AF), com exceção das variáveis CT (0,362) e PF (0,376), são considerados muito pequenos para análise e nesses casos indicam variáveis que podem ser retiradas da análise. Esses valores altos da diagonal da matriz Anti-imagem (MSA) significam a

não necessidade da eliminação de qualquer variável até o presente momento.

A Tabela 8 mostra os fatores ou componentes principais (CP) na análise fatorial através dos critérios de Kaiser (raízes características ou autovalores) e da variância total explicada (total variance explained) obtido pelo método da ACP.

Tabela 8. Matriz dos componentes: raiz características (autovalores), percentual da variância total explicada por cada componente principal e percentual da variância acumulada por meio da rotação normalizada Varimax, Garanhuns/PE, 2014.

Componentes	Autovalores	% da variância total explicada	% da Variância acumulada
CP1	5,46	49,72	49,72
CP2	1,53	13,97	63,69

Método de extração: ACP.

De acordo com o resultado da aplicação da análise fatorial com a extração dos fatores utilizando o método das componentes principais, verificar-se que dentre as 11 componentes principais geradas, optou-se por utilizar duas componentes, levando-se em consideração que estes tenham captado uma proporção significativa de 63,69% da variância acumulada total das variáveis originais e autovalores com valores superiores a 1. Estas duas componentes foram giradas através da rotação varimax, para facilitar a interpretação da contribuição das variáveis (pesos ou cargas fatoriais) em cada CP (Tabela 8).

Na Tabela 9 são apresentados às cargas ou pesos fatoriais das duas componentes, despostas em ordem de importância das variáveis originais na discriminação da qualidade de frutos do melão. Essas cargas representam os coeficientes correlação entre as variáveis originais físicas e químicas de frutos do melão e as componentes principais (CP). Também são apresentados os valores das comunalidades para as duas componentes principais rotacionadas consideradas que valores maiores que 0,50 e menores que -0,50 para facilitar a identificação das variáveis com maior importância na combinação linear de cada componente.

Tabela 9. Extração de componentes principais para o conjunto de variáveis de produção e qualidade de frutos do melão, com seus coeficientes de correlação ou cargas fatoriais, a ordem de importância das variáveis originais e as comunalidades, Garanhuns/PE, 2014

Variáveis	Componentes principais rotacionadas		Ordem de importância	Cumunalidades
	CP ₁	CP ₂		
	Coeficientes de correlação $r(Y_i, X_i)$		CP ₁	CP ₂
DL	0,658		4	0,677
CT	0,662		3	0,438
PF		0,931		0,881
EP		0,759		0,813
DCV		0,628		0,698
BRIX	0,612		5	0,518
ATT	0,796		1	0,635
pH	0,557		6	0,463
PS		0,511		0,438
PC		0,857		0,763
RP	0,784		2	0,683
Autovalor	5,47	1,53		
% da Variação total	49,72	13,97		
% variância acumulada	49,72	63,69		

Diâmetro Longitudinal (DL em mm), comprimento total (CT em mm), peso do fruto (PF em grama), Espessura da polpa (EP em mm), Diâmetro da cavidade interna do fruto (DCV em mm), sólidos solúveis (oBrix), acidez total titulável (ATT), potencial hidrogeniônico (pH), peso das sementes (PS em gramas), peso da casca (PC em gramas), rendimento de polpa (RP em %).

Na Tabela 9 verificam-se pela análise fatorial que foram extraídas dois fatores ou componentes (CP1 e CP2), que de forma acumulativa, explicaram 63,51% da capacidade de explicação da variabilidade total do conjunto de amostras. Onde a primeira componente principal (CP1) explica 49,72% da variação total das onze variáveis analisadas do meloeiro. Verificou-se que essa componente está positiva e fortemente relacionada (altos coeficientes de correlação) com as variáveis DL, CT, SST (°Brix), ATT, pH e RP, que expressam as variáveis relacionadas teores de açúcar e acidez no fruto. Assim, a natureza das variáveis que relacionaram com CP1, pode ser interpretada como responsável pela contribuição da caracterização “sabor de frutos”, tendo os maiores pesos positivos nesta componente eram das variáveis ATT e RP. A segunda componente principal (CP2) explica 13,97% da variância total dos dados e possui pesos positivos e relacionados com as variáveis PF, PC, EP, DCV e PS, que expressam as variáveis relacionadas com aspectos das variáveis físicas, econômico e visual dos frutos. Portanto, esta componente principal pode ser interpretada como responsável pela contribuição da caracterização “física de frutos”, ou seja, as seis variáveis podem ser substituídas, portanto por uma somente: o fator peso ou tamanho dos frutos. As maiores cargas fatoriais positivas nesta componente são das variáveis AAT (0,796) e RP (0,784), conforme a Tabela 9. Não houve fatores correlacionados aos demais componentes (CP3 a CP11) já que os coeficientes “cargas fatoriais” determinados a essas componentes tiveram valores menores ($\leq 0,50$) aos apresentados em relação as CP1 e CP2.

As comunalidades foram maiores ou próximas de um, indicando uma alta qualidade de explicação da variância de cada medição atribuída as componentes (Tabela 9). REIS (1997) afirmou que, para definir a qualidade de representação das componentes principais pelas assertivas que o compõem, é recomendado o teste de comunalidades, que representa a percentagem da variância da variável original explicada pelas componentes principais (fatores). Diante disso, HAIR et al. (2009) entenderam que as variáveis com comunalidade inferiores a 0,40 não têm poder explicativo suficiente na identificação das variáveis originais com maior importância na combinação linear de cada componente, e, para esta ele propõe duas opções: interpretar a solução como é, e simplesmente ignorar essas variáveis, ou avaliar cada uma delas para possível extração do conjunto de dados.

Sob esta ótica, a ACP demonstrou que para a primeira componente (CP1) a variável rendimento da polpa (RP) obteve a maior comunalidade de valor igual a 0,683, indicando que a solução da CP1 denominada de variáveis que conferem a caracterização de “sabor de frutos”, respondeu por mais variância nesta variável do que para a variável CT e pH, que teve uma comunalidade de apenas 0,438 e 0,463, respectivamente. Por outro lado, a análise fatorial que diz respeito à segunda componente (CP2) que conferem a caracterização “física de frutos”, destacou a variável PF como a de maior comunalidade, sendo igual a 0,881, o que indica que a solução da CP2 respondeu por mais variância na referida variável (PF) do que para a variável PS, que teve uma comunalidade de apenas 0,438 (Tabela 9).

Considerando o objetivo da sumarização de variáveis pelas AF e da ACP, pode-se finalmente determinar que esses dois fatores ou componentes (CP) expostos anteriormente descritos, podem substituir as 11 variáveis físicas e químicas de frutos do melão analisadas. A característica de sabor dos frutos (CP1) e dos aspectos da caracterização física dos frutos (CP2), que explicam sozinhas o conjunto original das 11 variáveis físicas e químicas de frutos sem que haja a perda da confiabilidade dos resultados encontrados, pois todas as demais variáveis estão proximamente correlacionadas a essas duas CP resultantes. Portanto, a redução do número de variáveis para 11 neste estudo se justifica pela facilitação na análise e manuseio dos dados, além de propiciar uma melhor compreensão do método de análise fatorial. Além disso, o método permite usar variáveis que conferem produção e qualidade aos frutos de cada fator para explicar as demais variáveis de frutos do meloeiro. Isso quer dizer que, a utilização dessa variável principal de cada fator se torna suficiente para explicar o que o conjunto delas representa. Em outras palavras, pode-se salientar que a CP1, que engloba 6 variáveis (DL, CT, SST (°Brix), ATT e pH) refere-se principalmente a questões da caracterização “sabor de frutos”. Já o CP2, com 5 variáveis (PF, EP, DCV, PS e PC) refere-se a questões da caracterização “física de frutos” (Figura 1).

A Figura 1 mostra o resultado da correlação das 11 variáveis físicas e químicas de frutos do meloeiro como escores das duas componentes principais geradas pela AF (CP1 e CP2), que respondem por 63,69% da variabilidade acumulada. Pode-se observar na Figura 1, como as variáveis agrupam-se e como são suas relações com os eixos

(OXY), com as cargas fatoriais e com as componentes principais (CP1 e CP2) através das técnicas da AF e ACP.

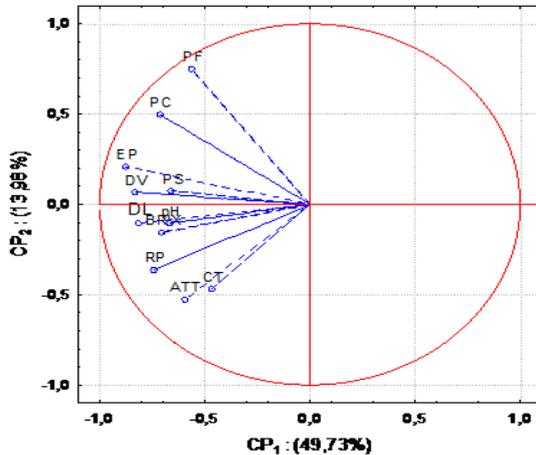


Figura 1. Representação bidimensional "plano fatorial" da correlação das variáveis físicas e químicas de frutos do melão com as componentes CP1 e CP2, Garanhuns/PE, 2014.

Analisando a Figura 1, observa-se que as variáveis analisadas formam grupos por similaridades de explicação, ou seja, estão agrupadas por componentes (CP). As variáveis que melhor representam a CP1 formam grupo distinto das demais, e são representadas pelas variáveis: DL, CT, SST (°Brix), ATT e pH, estando localizadas distantes da origem dos eixos XY, denominado de plano fatorial, sendo estas que possuem uma maior representatividade na CP1. E as variáveis que melhor representam a CP2, formam o segundo grupo distinto, e são representadas pelas variáveis: PF, EP, DCV, PS e PC, estando localizadas distantes da origem dos eixos. Como pode-se observar, na Figura 1, algumas variáveis estão sobrepostas umas às outras, é o caso das variáveis: DL, SST (°Brix) e pH. Isso mostra que essas possuem a mesma representatividade dentro da CP1. Outro fato importante, é que algumas variáveis estão bem próximas ao círculo unitário, indicando que estas possuem uma maior contribuição, em

relação as variáveis que estão mais afastadas (PF, EP e PC). Segundo BARROSO e ARTES (2003) a análise que auxilia a interpretação da formação de grupos similares "do plano fatorial" é análise de agrupamento ou de cluster (AAH), pois esta serve para confirmar se as variáveis que estão num mesmo grupo são as mesmas que explicam determinada CP

Conclusões

1) As doses de fósforo não influenciaram no CT, DCV, PV, SST e pH, porém alterou significativamente os valores do DL, PF, EP, PS e RP dos frutos do meleiro, híbrido Yellow King, do tipo amarelo, e os maiores valores foram obtidos na dose (300 kg ha⁻¹ de P₂O₅), aplicada via fertirrigação;

2) As doses de potássio não promoveram diferenças significativas nos valores do CT, PF e PC e pH; entretanto, as variáveis físicas: DL, EP, DCV, OS e RP e as químicas: teor de SST e ATT nos frutos, por ocasião da colheita, foram influenciadas pelas doses de potássio, tendo os maiores valores, quando submetido a dose de 200 kg ha⁻¹ de K₂O, aplicado via água de irrigação;

3) Verificou-se que os teores de SST encontrados no trabalho, foram abaixo do limite aceitável, não satisfazendo as exigências dos mercados consumidores, ou seja, estão abaixo do mínimo exigido pelos importadores, que é de 9,0 °Brix;

4) Quanto aos resultados do presente estudo, pode-se concluir que a AF e ACP são ferramentas que possibilitam a redução inicial de 11 variáveis para 2 componentes principais (CP1: interpretado como sendo "caracterização do sabor de frutos" e CP2: responsável pela contribuição da "caracterização físicas de frutos") que englobam estas 11 variáveis analisadas. Além disto, os métodos permite usar a variável principal de cada fator para explicar as demais variáveis. Isso quer dizer que, a utilização dessa variável principal de cada fator se torna suficiente para explicar o que o conjunto delas representa.

Referências

ABRÊU, F.L.G. **Doses de fósforo na produção e qualidade de frutos de melão amarelo**. 2010. p. 46. Tese (Doutorado Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

AGROSTAT (Banco de dados sobre comércio exterior); MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). **Projeções do Agronegócio** - Brasil 2014/15, Brasília/DF, Julho de 2015 p.107. Disponível em: www.agricultura.gov.br/internacional, Acessado em: 25/07/2015.

Applied Research & Agrotechnology v.10, n.1, jan/apr. (2017)

Print-ISSN 1983-6325 (On line) e-ISSN 1984-7548

AZEVEDO, B.M.; BOMFIM, G.V.; JOAQUIM RAIMUNDO DO NASCIMENTO NETO, J.R.N.; OLIVEIRA, K.M.A.S.; VIANA, T.V.A.; VASCONCELOS, D.V. Manejo da adubação potássica para o meloeiro amarelo na região litorânea do Ceará. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár. Recife**, v. 10, n. 3, p. 420-425, 2015.

BARROSO, L. P., ARTES, R.. Análise Multivariada. Lavras: **Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria**, v.1, p.150, 2003.

BATISTA, P.F; PIRES, M.M.M.L.; SANTOS, J.S.; QUEIROZ, S.O.P.; ARAGÃO, C.A.; DANTAS, B.F. Produção e qualidade de frutos de melão submetidos a dois sistemas de irrigação. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 246-250, 2009.

BRITO, L.T.L.; COSTA, N.D.; SOARES, J.M.; FARIAS, C.M.B.; RESENDE, G.M. Fontes e métodos de aplicação de fósforo na cultura do melão. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v.34, n. 10, p. 1969-1974, 2000.

BUENO, C.R.P. et al. Análise multivariada na determinação do risco de erosão em solos sob irrigação. **Irriga, Botucaru**, v.15, n.1, p.23-25, 2010.

CAMPELO, A.R.; AZEVEDO, B.M.; NASCIMENTO NETO, J.R.; VIANA, T.V.A.; PINHEIRO NETO, L.G.; LIMA, R.H.. Manejo da cultura do melão submetida a frequências de irrigação e fertirrigação com nitrogênio. **Horticultura Brasileira**. v. 32, n. 2, p. 138-144, 2014.

CARVALHO, H.A.; CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B.; MENEZES, J.B. Vida útil pós-colheita de melão "Yellow King". **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.17, n.3, p.18, 1995.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 148 p.

COELHO, E. L.; FONTES, P. C. R.; FINGER, F. L. CARDOSO, A. A. Qualidade do fruto de melão rendilhado em função de doses de nitrogênio. **Bragantia**, v. 62, p. 173-178, 2004.

CORRAR, L.J.; PAULO, E.; DIAS FILHO, J.M. **Análise multivariada: para cursos de administração, ciências contábeis e economia**. FIPECAFI – Fundação Instituto de Pesquisas Contábeis, Atuariais e Financeiras; São Paulo: Atlas, 2009. 541 p.

COSTA, C. C.; SANTOS, M. F.; LIMA, P. S.; LOPES, K. P.; SILVA, R. M. B. Efeito da adubação de plantio suplementada com adubos orgânicos na produção do melão Cantalupe. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 4026-4033, 2011.

COSTA, N.D.; GRAGEIRO, L.C.; FARIA, C.M.B.; TAVARES, S.C.C.H.; ALENCAR, J.A.; ARAUJO, J.L.P. **Melão, Coleção Plantar**. Brasília, EMBRAPA. 117 p, 2001.

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. (Ed.) Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2008. v. 1, p. 579-591.

CRISOSTOMO, L. A.; SANTOS, A. A. dos; RAIJ, B. van; FARIA, C. M. B. de; SILVA, D. J. da; FERNANDES, F.A. M.; SANTOS, F. J. de S.; CRISOSTOMO, J. R.; FREITAS, J. de A. D. de; HOLANDA, J. S. de; CARDOSO, J. W.; COSTA, N. D. **Adubação, irrigação, híbridos e práticas culturais para o meloeiro no Nordeste**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 21 p.

DELLA VECCHIA, P. T. **O cultivo de melão no Brasil**. Hoterbraisl, 2007, 4p. Disponível em: www.hortibrasil.org.br/classificacao/melao/melao.html. Acesso em: 26/02/2014.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FAGERIA, V.D. Nutrient interactions in crop plants. **Journal of Plant Nutrition**, v.24, p.1269-1290, 2001.

FARIA, C.M.B; FONTES, R.R. Nutrição e adubação. In: SILVA, H.R.; COSTA, N.D. **Melão, produção aspectos técnicos**. Brasília: **Embrapa Hortaliças**. Embrapa Semi-Árido, p. 40- 50. 2003.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In..45a Reunião anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria. São Carlos, UFSCar. **Anais...** São Carlos: SP, 2000. p. 255-258.

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

FRIZZONE, J. A.; CARDOSO, S. DA S.; REZENDE, R. Produtividade e qualidade de frutos de meloeiro cultivado em ambiente protegido com aplicação de dióxido de carbono e de potássio via água de irrigação. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 4, p. 707-717, 2005.

HAIR, J.; ANDERSON, R.; TATHAM R. **Análise multivariada de dados**. 6 ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 600 p.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estatística do Ceará. **Anuário estatístico**. 2014. 495 p. Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/anuario/anuario2014/aspectosEconomicos/comercio/comercio_exterior.htm>. Acessado em: 29 de Maio de 2014.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, v. 26, n. 03, p. 1-86, 2013.

LATTIN, J.; CARROLL, J. D.; GREEN, P. E. **Análise de dados multivariados**. Tradução de Harue Avritscher. São Paulo: Cengage Learning, 2011. p. 456.

MANLY, B. J. F. **Métodos estatísticos multivariados: uma introdução**. Porto Alegre: Bookman, 2008. 229p.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: Princípios e métodos**. Viçosa: UFV, 2006. 318 p.

MINGOTTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007. p. 295.

MIRANDA, N. O.; OLIVEIRA, T. S.; LEVIEN, S. L. A.; SOUZA, E. R. Variabilidade espacial da qualidade de frutos de melão em áreas fertirrigadas. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 2, p. 242-249, 2005.

NETO FC; GUERRA HOC; CHAVES LHG. Natureza e parcelamento de nitrogênio na produção e qualidade dos frutos do meloeiro. **Caatinga**, v.19, p.153-160, 2006.

PAIVA, W. O.; LIMA, J. A.; MOSCA, J. L.; SANTOS, A. A.; BUSO, G. L. C.; BUSO, J. A.; DIAS, R. C. S.; FILGUEIRAS, H. A. C.; CRISÓSTOMO, J. R.; BLEICHER, E. **Melhoramento genético do melão amarelo na Embrapa Agroindústria Tropical**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 69 p.

PINTO, J. M.; SOARES, J. M.; PEREIRA, J. R.; COSTA, N. D.; BRITO, L. T. L.; FARIA, C. M. B.; MACIEL, J. L. **Sistema de cultivo de melão com aplicação de fertilizantes via água de irrigação**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Petrolina: EMBRAPA-CPTASA, 1996. 24 p.

REIS, E. **Estatística multivariada aplicada**. Lisboa, Edições Silabo 1997, 120 p.

SANTOS JUNIOR, J. J. **Aspectos produtivos e de qualidade de híbridos de melões cultivados no agropólo Mossoró-Assu**. 2002. p. 63. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura de Mossoró.

SANTOS, A.F.; COSTA, C.C.; SILVA, F.V.G.; SILVA, R.M.B.; MEDEIROS, L.L. Qualidade de melão rendilhado sob diferentes doses nutricionais. **Revista Verde**, v. 6, n. 5, p. 134 - 145, 2011.

SILVA, F. N.; MAIA, S. S. S.; AQUINO, B. F.; HERNANDEZ, F. F. F. Rendimento de melão amarelo em resposta à aplicação de diferentes fontes e doses de fósforo. **Revista Verde**, v. 5, n. 2, p. 213-221, 2010.

SILVA, M.V.; SILVA, T.J.A.; BONFIM-SILVA, E.M.; FARIAS, L.N. Características produtivas e qualitativas de melão rendilhado adubado com nitrogênio e potássio. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 18, n. 6, p. 581-587, 2014.

SILVA, P. S. L.; RODRIGUES, V. L. P.; AQUINO, B. F.; MEDEIROS, J. F.; SILVA, J. Resposta do meloeiro à aplicação de doses de nitrogênio e fósforo. **Caatinga**, v. 20, n. 1, p. 64-70, 2007.

SILVESTRE, S.J.T. **Adubação química via fertirrigação na avaliação das características morfológicas e bioquímicas dos frutos da melancia (*Citrullus lanatus* L.)**. 2015, p.54. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Unidade Acadêmica de Garanhuns da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Andrade et al. (2017)

SPIRONELLOET, A.; QUAGGIO, J.A.; TEIXEIRA, L.A.J.; FURLANI, P.R. & SIGRIST, J.M.M. Pineapple yield and fruit quality effected by NPK fertilization in a tropical soil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, n.26, p. 155-159, 2004.

VÁSQUEZ. M.A.N.; FOLEGATTI, M.V.; DIAS, N.S.; SOUSA, V.F.. Qualidade pós-colheita de frutos Qualidade pós-colheita de frutos de meloeiro fertirrigado com diferentes de meloeiro fertirrigado com diferentes doses de potássio e lâminas de irrigação doses de potássio e lâminas de irrigação. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 9, n. 2, p. 199-204, 2005.