

Francisca Sofia de Sá Costa Henriques

EFEITO DA SECAGEM SOBRE AS PROPRIEDADES DAS CURCURBITÁCEAS

Dissertação

Mestrado em Qualidade e Tecnologia Alimentar



Francisca Sofia de Sá Costa Henriques

EFEITO DA SECAGEM SOBRE AS PROPRIEDADES DAS CURCURBITÁCEAS

Dissertação

Mestrado em Qualidade e Tecnologia Alimentar

Trabalho efectuado sob orientação de
Professora Doutora Raquel Guiné

Trabalho co-orientado por
Professora Doutora Maria João Barroca
Eng.^a Ana Cristina Correia

Maio, 2012



Dissertação apresentada à
Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viseu
para obtenção do grau de Mestre em
Qualidade e Tecnologia Alimentar.

As doutrinas expressas neste trabalho são da exclusiva responsabilidade do autor.

AO MEU PAI.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Professora Raquel Guiné, minha orientadora, que ao longo deste ano, acreditou nas minhas capacidades e sempre me fez dar mais e melhor, e por ter apostado na minha formação profissional. Agradeço, ainda, a oportunidade e a confiança que depositou em mim.

À Professora Sandra Santos, pela paciência, ajuda, disponibilidade e orientação que sempre me deu. Uma pessoa que se tornou numa grandiosa amiga para todo o sempre, uma irmã, uma confidente, um grande apoio, uma verdadeira companheira. Uma pessoa super admirável, maravilhosa e um verdadeiro exemplo a seguir. O meu anjo da guarda laboratorial, uma verdadeira força da natureza que está e estará sempre no meu coração.

Ao Professor Fernando Gonçalves, que esteve sempre disponível para me orientar e ajudar, um confidente, amigo e companheiro de luta e de laboratório. Uma pessoa admirável e contagiante com a sua boa disposição. Alguém deveras admirável.

À Professora Edite Lemos (Mãe Edite), uma mulher sensacional, inteligente e fantástica, que sempre teve paciência para me ouvir e dar conselhos. Um verdadeiro exemplo de vida, como mulher, mãe e profissional, por quem tenho uma grande admiração.

À Professora Maria João Lima, sempre super alegre e que contagiava qualquer um com a sua boa disposição, sempre disponível para ajudar, ouvir e aconselhar, uma mulher verdadeiramente admirável que se tornou numa grande amiga para toda a vida, verdadeiramente especial.

À Professora Maria João Barroca, co-orientadora deste trabalho, pela enorme disponibilidade, paciência que teve comigo, grande ajuda que me deu na correcção desta tese e por me ter recebido tão bem no Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC).

À minha mãe, por ter a força de ser pai e mãe, por nunca desistir de mim, por me apoiar em tudo, pelo colo e pelos mimos que sempre me deu. Uma verdadeira força da natureza, uma lutadora e uma mãe galinha, que eu tanto admiro, um especial obrigado por sempre me incentivar a ir sempre mais além.

Ao meu namorado, melhor amigo, confidente e mais que tudo, Marco, por saber lidar comigo e ter a paciência necessária para me aturar em todos os

momentos principalmente nos menos bons, pelo apoio e amor incondicional, por estar sempre ao meu lado para tudo e em tudo. Porque sem ele este percurso não faria sentido e nunca teria chegado ao fim desta etapa. Amo-o com todas as minhas forças.

À minha colega e amiga, Susana Barbosa (Susanita), uma verdadeira companheira de luta ao longo destes dois anos de Mestrado, confidente e um dos pilares da minha vida, que continuará a fazer parte dela para sempre.

Ao Gabriel e à minha pequena princesa, Francisca, que vieram dar ainda mais cor e alegria à minha vida.

À Maria Rita Pimentel, por ser a amiga de todos os momentos e porque felizmente a distância nunca nos separou, não há palavras que descrevam o que nos une e a cumplicidade que temos. Um grande OBRIGADA por fazer parte da minha vida há mais de uma década, por estar sempre presente em tudo e para tudo mas principalmente por existir e fazer parte da minha vida e, também, por ser como é, simplesmente única e maravilhosa.

RESUMO

O objectivo deste trabalho foi determinar as propriedades da abóbora (*Cucurbita maxima* Duchesne ex Lam.) e do pepino (*Cucumis sativus* L.) após secagem por convecção, secagem em túnel e liofilização. As amostras foram analisadas em termos de propriedades químicas (humidade, açúcares, vitamina C, cinzas, fibra bruta, compostos fenólicos e actividade antioxidante) e de propriedades físicas (textura e cor), no estado fresco e após as diferentes secagens. Os ensaios foram realizados em estufa a 40°C e a 60°C, em túnel com uma temperatura de aproximadamente 60°C e a liofilização foi realizada a -50°C.

Dos resultados obtidos foi possível concluir que os diferentes tipos de secagem em estudo afectaram os produtos em termos de humidade, açúcares, vitamina C, cinzas e fibra bruta. No entanto, a vitamina C foi a que sofreu a redução mais pronunciada devido ao facto desta sofrer bastantes alterações quando exposta a altas temperaturas.

Atendendo aos resultados obtidos para a actividade antioxidante e para os compostos fenólicos em fresco e após as diferentes secagens conclui-se que as alterações foram muito pouco significativas, apesar das diferentes temperaturas a que foram sujeitos.

Em relação à textura, tanto para a abóbora como para o pepino em fresco e após as secagens, os valores obtidos são semelhantes em relação à elasticidade e à coesividade. No caso da dureza e da mastigabilidade verifica-se que os processos de secagem conduziram a alterações significativas.

Quanto à cor verifica-se que a liofilização foi o tratamento que conduziu às maiores alterações em termos de luminosidade, tanto para a abóbora como para o pepino. No entanto, em termos de diferença de cor total, a liofilização foi o tratamento que induziu as menores alterações e a secagem em túnel foi onde se registou as mudanças de cor mais intensas.

PALAVRAS-CHAVE: Abóbora, Pepino, Secagem, Liofilização, Propriedades Químicas, Propriedades Físicas.

EFFECT OF DRYING ON THE PROPERTIES OF CUCURBITS

ABSTRACT

The aim of this work was to determinate the properties of pumpkin (*Cucurbita maxima* Duchesne ex Lam.) and cucumber (*Cucumis sativus*) exposed to convective air drying, tunnel drying and freeze-drying. The samples were analyzed in terms of chemical properties (moisture, sugars, vitamine C, ashes, crude fiber, phenolic compounds and antioxidant activity) and physical properties (texture and color) in the fresh state and after drying. The trials in the convective chamber were done at 40°C and 60 °C, in the drying tunnel were done at a temperature at about 60 °C and in the freeze dryer were done at -50°C.

From the results it is possible to verify that all dryings affected the products in terms of moisture, sugars, vitamin C, ashes and crude fiber. Vitamin C was the treatment that decreases drastically with the drying operation to be greatly affected by temperature.

It is possible to conclude that for pumpkin and cucumber changes in phenolic compounds and antioxidant activity were not significant in any of the drying treatments tested presenting very similar values, despite of different temperatures at which they were submitted.

In terms of texture, for pumpkin and cucumber in fresh and after drying, the results obtained are similar for springiness and cohesiveness. For hardness and chewiness there are significant changes (drying).

As for the color it turns out that was the freeze drying that showed more changes in terms of luminosity for pumpkin and cucumber.

KEYWORDS: Pumpkin, Cucumber, Drying, Freeze-Drying, Chemical Properties, Physical Properties.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	IV
ÍNDICE GERAL	V
ÍNDICE FIGURAS	VI
ÍNDICE TABELAS	VIII
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. AS CUCURBITÁCEAS E SUA CARACTERIZAÇÃO	6
2.1.1. ABÓBORA.....	7
2.1.2. PEPINO	12
2.2. SECAGEM: PROCESSOS, MECANISMOS E TIPOS	12
2.3. EFEITO DA SECAGEM NOS ALIMENTOS	14
3. EXECUÇÃO EXPERIMENTAL	18
3.1. PROCESSOS DE SECAGEM	19
3.1.1. SECAGEM EM TÚNEL.....	19
3.1.2. SECAGEM EM ESTUFA COM CONVECÇÃO	20
3.1.3. LIOFILIZAÇÃO	20
3.2. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	20
3.2.1. HUMIDADE	21
3.2.2. AÇÚCARES.....	22
3.2.3. VITAMINA C	25
3.2.4. CINZAS	25
3.2.5. FIBRA BRUTA.....	26
3.2.6. COMPOSTOS FENÓLICOS.....	27
3.2.7. ACTIVIDADE ANTIOXIDANTE.....	29
3.2.8. TEXTURA.....	31
3.2.9. COR.....	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5. CONCLUSÕES	76
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ilustração de um perfil de Textura Instrumental de Análises (TPA).....	32
Figura 2. Recta de calibração para quantificação de compostos fenólicos na abóbora fresca e após as várias secagens.	43
Figura 3. Compostos fenólicos da abóbora fresca e secada, com extracções de metanol e acetona.	44
Figura 4. Recta de calibração para quantificação de compostos fenólicos no pepino fresco e após as várias secagens.	46
Figura 5. Compostos fenólicos do pepino fresco e secado, com extracções de metanol e acetona.....	47
Figura 6. Rectas de calibração para quantificação da actividade antioxidante na abóbora fresca e após as várias secagens.	49
Figura 7. Actividade antioxidante da abóbora fresca e secada, com extracções de metanol e acetona.....	50
Figura 8. Rectas de calibração para quantificação da actividade antioxidante no pepino fresco e após as várias secagens	52
Figura 9. Actividade antioxidante do pepino fresco e secado, com extracções de metanol e acetona	53
Figura 10. Correlação entre a actividade antioxidante e os compostos fenólicos para a abóbora	54
Figura 11. Correlação entre a actividade antioxidante e os compostos fenólicos para a abóbora, para os solventes separadamente	55
Figura 12. Correlação entre a actividade antioxidante e os compostos fenólicos para o pepino.....	56
Figura 13. Correlação entre a actividade antioxidante e os compostos fenólicos para o pepino, para os solventes separadamente	57
Figura 14. Dureza da polpa da abóbora fresca a 2cm e a 4cm da casca	58
Figura 15. Elasticidade da polpa da abóbora fresca a 2cm e a 4cm da casca.....	60
Figura 16. Coevisidade da polpa da abóbora fresca a 2cm e a 4cm da casca.....	61
Figura 17. Mastigabilidade da polpa da abóbora fresca a 2cm e a 4cm da casca ...	62
Figura 18. Dureza da casca e da polpa de três pepinos frescos	63
Figura 19. Adesividade da casca e da polpa de três pepinos frescos	64
Figura 20. Elasticidade da casca e da polpa de três pepinos frescos.	64

Figura 21. Coevisidade da casca e da polpa de três pepinos frescos.....	65
Figura 22. Mastigabilidade da casca e da polpa de três pepinos frescos.....	66
Figura 23. Dureza da polpa da abóbora e do pepino em fresco e após as variadas secagens.....	67
Figura 24. Adesividade da polpa da abóbora e do pepino em fresco e após as variadas secagens	68
Figura 25. Elasticidade da polpa da abóbora e do pepino em fresco e após as variadas secagens	69
Figura 26. Coevisidade da polpa da abóbora e do pepino em fresco e após as variadas secagens	70
Figura 27. Mastigabilidade da polpa da abóbora e do pepino em fresco e após as variadas secagens	71
Figura 28. Diferença de cor da abóbora e do pepino após as variadas secagens ..	74

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Composição nutricional das principais Cucurbitáceas.	7
Tabela 2. Classificação taxonómica das espécies cultivadas da abóbora.	9
Tabela 3. Designação e características em função da forma do fruto da abóbora	9
Tabela 4. Designação e características em função dos diferentes tipos de cultivares	10
Tabela 5. Designação e características dos diferentes tipos comerciais de <i>Cucurbita moschata</i>	10
Tabela 6. Características das diferentes espécies cultivadas de <i>Cucurbita</i>	11
Tabela 7. Efeito da secagem sobre a qualidade sensorial de um alimento	15
Tabela 8. Diferença de volumes de tiosulfato de sódio 0,1N correspondentes à massa de açúcar invertido.....	23
Tabela 9. Valores do teor de humidade, em fresco e após as várias secagens, da abóbora e do pepino	36
Tabela 10. Valores dos teores de açúcar (reduzores, totais e não reduzores), em fresco e após as várias secagens, da abóbora	37
Tabela 11. Valores dos teores de açúcar (reduzores, totais e não reduzores), em fresco e após as várias secagens, do pepino.....	38
Tabela 12. Valores do teor de vitamina C, em fresco e após as várias secagens, da abóbora e do pepino	39
Tabela 13. Valores do teor de cinzas, em fresco e após as várias secagens, da abóbora e do pepino	40
Tabela 14. Valores do teor de fibra bruta, em fresco e após as várias secagens, da abóbora e do pepino	41
Tabela 15. Percentagem de extracção dos compostos fenólicos para as amostras de abóbora fresca e após as variadas secagens	42
Tabela 16. Percentagem de extracção dos compostos fenólicos para as amostras de pepino fresco e após as variadas secagens.....	45
Tabela 17. Percentagem de extracção de compostos com actividade antioxidante para as amostras de abóbora fresca e após as variadas secagens.....	48
Tabela 18. Percentagem de extracção de compostos com actividade antioxidante para as amostras de pepino fresco e após as variadas secagens	51

Tabela 19. Valores obtidos para a adesividade da polpa da abóbora fresca a 2cm e a 4cm da casca	59
Tabela 20. Parâmetros de cor da abóbora e do pepino (frescos e após as variadas secagens).....	72

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

1. INTRODUÇÃO

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

Os frutos e legumes são utilizados há séculos e os nossos antepassados já os usavam não só como alimentos mas, também, pelas suas propriedades medicinais (Caniço et al., 2005), visto terem muitos benefícios para a saúde. Estudos epidemiológicos têm demonstrado que o consumo de legumes tem um forte e consistente efeito de protecção contra o risco de várias doenças relacionadas com a idade, tais como cancro, doenças cardiovasculares (Mamelona et al., 2007), cataratas e degeneração macular (Turkmen, et al., 2005).

Os legumes frescos contêm componentes nutritivos e saudáveis, incluindo minerais, componentes antioxidantes, vitaminas (C, E e A), fitoquímicos, como folatos, glicosinolatos, carotenóides, flavonóides e ácidos fenólicos, licopeno, selénio e fibras dietéticas (Murcia, et al., 2009), sendo relativamente baixos em calorias.

O nosso país é conhecido por utilizar frutos e legumes frescos, de variadas maneiras, desde a sopa até à sobremesa (Guiné & Barroca., *in press*). No entanto, estes produtos são muito sensíveis à deterioração microbiana, mesmo quando refrigerados, sendo por vezes necessário recorrer a alguns métodos de conservação, tais como a secagem, de modo a prolongar o seu período de vida útil.

A grande variedade de alimentos desidratados disponíveis actualmente para o consumidor na forma de snacks, sopas ou frutos secos, bem como as exigências de qualidade e a economia de energia, faz com que seja necessário compreender o efeito da secagem sobre as propriedades nutritivas e de textura desses mesmos alimentos (Krokida et al., 2003).

A secagem engloba múltiplos métodos e é considerada um dos mais antigos processos de conservação e visa eliminar a água do alimento até um nível em que as reacções microbianas e enzimáticas, e as deteriorações são extremamente minimizadas (Krokida et al., 2003; Silva, 2004; Nawirska et al., 2009; Harbourne, 2009), mas correndo o risco de provocar perdas de alguns compostos de importância funcional (Maskan, 2001).

A liofilização é, também, um processo de secagem que requer a congelação como pré-tratamento e algum tempo de armazenagem da matéria-prima na câmara de secagem a uma baixa pressão (Nawirska et al., 2009), podendo ocorrer transformações a nível do sabor, propriedades nutricionais, cor e textura.

Os compostos de importância funcional, como é o caso dos compostos fenólicos encontram-se ligados de forma covalente a polímeros insolúveis, o que

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

limita a sua actividade como agentes naturais antioxidantes. Numa tentativa de libertar os ácidos fenólicos ligados pode recorrer-se, por exemplo, a tratamento térmico, aumentando assim a sua actividade antioxidante (Choi et al., 2011).

As reacções de oxidação são de grande importância na fisiologia humana, bem como na indústria dos alimentos. Em relação à saúde humana, o stress oxidativo tem sido associado a doenças como o cancro, aterosclerose e artrite reumatóide, enquanto na indústria de alimentos a preocupação centra-se em situações como o ranço e a deterioração oxidativa de frutas, legumes e bebidas (McDonald et al., 2004).

O comportamento reológico de alimentos depende de vários factores como a temperatura, a composição e o teor de sólidos solúveis. O conhecimento das propriedades reológicas dos alimentos é essencial para o desenvolvimento de produtos, controle de qualidade e avaliação sensorial (Dutta, 2006).

Em relação às transformações ao nível do sabor, das propriedades nutricionais, da cor e da textura, é importante referir que estes dois últimos parâmetros são considerados os principais atributos que influenciam a aceitação global dos alimentos.

A generalidade dos produtos secos mantêm uma elevada taxa do seu valor nutritivo mas muitas vezes são desvalorizados devido à sua textura. Este atributo pode ser definido como uma manifestação sensorial e funcional da estrutura, propriedades mecânicas e de superfície dos alimentos, detectado por meio dos sentidos da visão, audição e tacto (Hui, 2006; Gonçalves et al., 2007; Guiné e Barroca, *in press*). Na verdade, a secagem provoca danos consideráveis na textura do produto e causa, em muitos casos, perda de integridade. Ao controlar as características de textura durante a secagem, é necessário ter em atenção as mudanças que ocorrem no produto durante este processo e as condições de secagem que são utilizadas (Rahman & Al-Farsi, 2009).

O TPA (Perfil de Textura Instrumental de Análises) permite medir as propriedades mecânicas dos alimentos de forma objectiva e o perfil obtido pode ser usado para estimar os atributos de textura como a dureza, adesividade e mastigabilidade (relacionados com a natureza elástica), coesividade e elasticidade (relacionados com a natureza plástica) (Rahman & Al-Farsi, 2009).

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

No que diz respeito ao parâmetro da cor, ocorrem alterações significativas durante a secagem, devido a processos de oxidação e reacções de Maillard. Deste modo, a avaliação da cor após a secagem é um aspecto fundamental, uma vez que é frequentemente esperado, por parte do consumidor, que esta característica seja o mais semelhante possível à do produto fresco (Gonçalves et al., 2007).

Os carotenóides são os principais corantes responsáveis por muitas das cores laranja, vermelho e amarelo dos frutos e legumes. A sua estabilidade durante o processamento e armazenamento é essencial para a atractividade e aceitabilidade do produto. No caso de ocorrer degradação, ocorre também a deterioração da cor, do valor nutritivo e do sabor (Gonçalves et al., 2007).

O objectivo deste trabalho consiste em avaliar alguns parâmetros da abóbora e do pepino pertencentes à família das Cucurbitáceas, nomeadamente as suas propriedades físicas, caso da textura e cor, e as suas propriedades químicas, como a humidade, açúcares, vitamina C, cinzas, fibra bruta, compostos fenólicos e actividade antioxidante do produto fresco e do produto secado após diferentes temperaturas e diferentes tipos de secagem - secagem em túnel, secagem convectiva e liofilização.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. AS CUCURBITÁCEAS E SUA CARACTERIZAÇÃO

A família *Cucurbitaceae* (Cucurbitáceas) compreende cerca de 118 géneros e 825 espécies, e apesar da grande maioria ter tido origem no Velho Mundo, muitas das espécies são originárias do continente Americano e alguns géneros de ambos os hemisférios (Barroso et al., 2007). A diversidade genética desta família estende-se às mais diversas características vegetativas e reprodutivas, e é de tal forma elevada que inclui espécies adaptadas a regiões tropicais, subtropicais, áridas e temperadas do globo (Barroso et al., 2007). Nestas regiões, o consumo de Cucurbitáceas é bastante elevado tendo um papel bastante importante no consumo humano (Almeida, 2006).

A nível mundial, destacam-se 26 espécies que são cultivadas como hortícolas e consideradas as de maior interesse (Almeida, 2006). Algumas destas espécies são bastante conhecidas e utilizadas na alimentação, como é o caso da melancia (*Citrullus lanatus*), do melão (*Cucumis melo*), da courgette (*Cucurbita pepo*), do pepino (*Cucumis sativus*) e da abóbora (*Cucurbita maxima*, *Cucurbita moschata*). As espécies *Cucurbita pepo*, *Cucurbita maxima* e *Cucurbita moschata*, entre outras, são cultivadas conforme a sua importância económica a nível mundial e regional. Estas e outras espécies são geralmente cultivadas pelos seus frutos, que podem ser consumidos imaturos (caso da courgette) ou na maturação.

De entre as várias Cucurbitáceas, a melancia é a mais importante a nível mundial, com cerca de 40% da produção total, seguido do pepino, com 27%, do melão e da abóbora com 20% e 13%, respectivamente (Barroso et al., 2007).

Os frutos das Cucurbitáceas são ricos em água, sendo os açúcares um importante factor de qualidade no melão, na melancia e em algumas espécies de abóbora e são, ainda, ricos em carotenos (provitamina A), um antioxidante que protege o organismo e previne o envelhecimento precoce (Caniço et al., 2005), especialmente quando os frutos são de polpa laranja e amarela.

A Tabela 1 apresenta os valores da composição nutricional de algumas das espécies da família das Cucurbitáceas, do ponto de vista de alguns autores.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

Tabela 1. Composição nutricional das principais Cucurbitáceas.

Nutrientes ⁽¹⁾	Pepino ^(2,3,4,5)	Melão ^(2,8)	Melancia ^(2,8)	Abóbora ^(2,3,4,5,6,9)
Água (%)	94-97	90-92	93	88-92
Energia (kcal)	12-13	26-35	26	26
Proteína (g)	0,5-0,7	0,5-0,9	0,5	1
Gordura (g)	0,1	0,1-0,3	0,2	0,1
Carboidrato (g)	2,4-2,9	6,2-9,2	6,4	6,5
Cinzas (g)	0,3	0,71	0,14-0,3	0,3-1,4
Fibra (g)	0,6-0,9	0,4-0,5	-	0,5-1,3
Cálcio (mg)	13-14	5-11	7	21
Fósforo (mg)	17-24	7-17	10	44
Ferro (mg)	0,3-0,6	0,1-0,4	0,5	0,8
Sódio (mg)	2-6	9-12	1	1
Potássio (mg)	149-190	210-309	100	340
Vitamina A (IU)	45-270	3,2-30	590	160
Tiamina (mg)	0,03-0,04	0,04-0,08	0,03	0,05
Reboflavina (mg)	0,02-0,2	0,02	0,03	0,11
Niacina (mg)	0,3-0,4	0,4-0,6	0,2	0,6
Açúcares (g)	0,7-1,5	-	-	-
Açúcares totais (g)	-	5,55	6,3-7,2	-
Açúcares redutores (g)	-	2,99	3,7-4,7	2,4
Açúcares não redutores (g)	-	2,56	-	2,3
Ácido Ascórbico (mg)	4,7-19	16,0-42,2	7,0	-
Vitamina C (mg)	8-9	42,2	9	11-12
Vitamina B6 (mg)	0,05-0,4	0,06-0,12	-	0,06

⁽¹⁾ Em 100g de parte comestível; ⁽²⁾ Adaptado de Ripado, 1991; ⁽³⁾ Adaptado de Maroto, 1995; ⁽⁴⁾ Adaptado de Escobar & Buesa, 1999; ⁽⁵⁾ Adaptado de Kang et al., 2002; ⁽⁶⁾ Adaptado de Fennema et al., 2004; ⁽⁷⁾ Adaptado de Almeida, 2006; ⁽⁸⁾ Adaptado de Barroso et al., 2007; ⁽⁹⁾ Adaptado de Guiné e tal., 2010.

2.1.1. ABÓBORA

A abóbora é um dos frutos mais conhecidos e pode ser utilizada na confecção de sopas, bolos e doces. Como se observa na Tabela 1 a abóbora é muito rica em potássio, possui valores aceitáveis de magnésio e de ferro e é pobre em calorias e em sólidos (Alibas, 2007), sendo por isso muitas vezes recomendada em dietas alimentares. Para além disso, as abóboras de polpa laranja são ricas em beta-carotenos.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

Apesar do reduzido valor nutritivo, esta desempenha um papel importante na alimentação humana. A abóbora é, também, conhecida pelas propriedades das suas sementes que são ricas em gordura, proteína, tiamina, niacina e diversos minerais (Almeida, 2006) e quando trituradas fornecem uma polpa com poder medicinal funcionando como anti-inflamatório, diurético e emulsionante ajudando no tratamento da febre, dor de ouvidos, inflamações das vias urinárias e desordens da próstata (Cunha, 2003). As sementes da abóbora e da courgette são também aproveitadas para extracção de óleo (Barroso et al., 2007). Em alternativa, podem ainda ser torradas e consumidas como aperitivo. Em países asiáticos e africanos, as folhas e as flores da abóbora são cozinhadas e consumidas como ervas aromáticas. É, ainda, interessante mencionar que algumas abóboras são utilizadas na fermentação de bebidas alcoólicas e/ou como plantas ornamentais (Maroto, 1995), e também como decoração no famoso dia das Bruxas (Halloween), uma tradição da América do Norte.

Apesar do seu cultivo se encontrar amplamente difundido por todo o mundo, grande parte da produção de abóbora tem lugar em pequenas parcelas, para consumo próprio ou destina-se a mercados locais, sendo o continente Asiático o maior produtor seguido da Europa (Barroso et al., 2007).

A abóbora é afectada pelas mesmas pragas e doenças que afectam todas as outras Cucurbitáceas, pelo que a sua resistência a este tipo de situações tem sido um objectivo do melhoramento das plantas (Barroso et al., 2007).

Taxonomia

As espécies cultivadas são designadas por abóboras e a sua classificação é apresentada na Tabela 2.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

Tabela 2. Classificação taxonómica das espécies cultivadas da abóbora (Adaptado de Jeffrey, 1990; Almeida, 2006).

Classe	<i>Dicotyledoneae</i>
Ordem	<i>Cucurbitales</i>
Família	<i>Cucurbitaceae</i>
Tribo	<i>Cucurbitinae</i>
Género	<i>Cucurbita</i>
Espécie	<i>Cucurbita maxima</i> ; <i>Cucurbita moschata</i> ; <i>Cucurbita mixta</i> ; <i>Cucurbita pepo</i> .

Existe uma grande diversidade de tipos e, como tal, existem várias classificações. Actualmente não existe uma nomenclatura consensual para os diferentes grupos de cultivares (Robinson & Decker-Walters, 1997). Na América do Norte, foi desenvolvida uma terminologia bastante detalhada para os diferentes grupos. Paris (1986), propôs a classificação em função da forma do fruto da abóbora, apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Designação e características em função da forma do fruto da abóbora (Adaptado de Barroso et al., 2007).

Designação	Características
Pumpkin	Frutos laranja, redondos ou ovais
Scallop	Frutos pequenos, achatados e com bordos ondulados
Acorn	Frutos pequenos, com sulcos, ovais ou cónicos, estreitados no extremo pistilar
Crookneck	Frutos alongados e de "pescoço" curvo
Straightneck	Frutos cilíndricos de "pescoço" recto com uma ligeira constrição
Vegetable marrow	Frutos curtos, cilíndricos, estreitando-se desde o extremo pistilar até à união com o pedúnculo
Cocozelle	Frutos largos, cilíndricos, que estreitam longe do extremo pistilar
Zucchini	Frutos largos, cilíndricos com estreitamento escasso ou inexistente

As *Cucurbita maxima* são bastante conhecidas por produzirem frutos de grandes dimensões quando comparadas com as outras espécies. Também para esta espécie foram feitas classificações dos diferentes tipos de cultivares, propostas por Castetter (1925), que estão indicadas na Tabela 4.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

Tabela 4. Designação e características em função dos diferentes tipos de cultivares (Adaptado de Barroso et al., 2007).

Designação	Características
Banana	Fruto largo, pontiagudo em ambos os extremos, com casca mole e sementes castanhas
Delicious	Fruto com forma de turbante, ligeiramente verrugosas, com casca dura e sementes brancas
Hubbard	Fruto oval, estreitando-se formando um "pescoço" curvo em ambos os extremos, casca muito dura e sementes brancas
Marrow	Fruto oval a piriforme, estreita-se rapidamente no ápice e mais gradualmente na base, com sementes brancas
Show	Fruto grande, de casca laranja e mole e sementes brancas.
Turban	Fruto com forma de turbante que resulta do crescimento do fruto no extremo sem cobertura de tecido do receptáculo.

A Tabela 5 ilustra os três tipos de cultivares comerciais mais conhecidos (Robinson & Decker-Walters, 1997).

Tabela 5. Designação e características dos diferentes tipos comerciais da *Cucurbita moschata* (Adaptado de Barroso et al., 2007).

Designação	Características
Cheese	Fruto de forma variável, mas geralmente oblongo e de cor creme
Crookneck	Fruto redondo no extremo pistilar, de "pescoço" largo, recto ou curvo
Bell	Frutos de forma variável desde cilíndricas até em forma de sino

Algumas das espécies cultivadas do género *Cucurbita* são diferenciadas pela morfologia das folhas, do caule, do pedúnculo e das sementes (Tabela 6), sendo as características do pedúnculo as mais explícitas.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

Tabela 6. Características das diferentes espécies cultivadas de *Cucurbita* (Adaptado de Barroso et al., 2007).

Espécie	Pedúnculo	Caule	Folha	Semente
<i>C. maxima</i>	Geralmente mole, arredondado, frequentemente encortiçado, não campanulado	Mole, arredondado	Geralmente não lobulada, quase redonda, macia	Cor variável de branca a castanha, muitas vezes inchada; superfície por vezes com sulcos ou enrugada; margem muito estreita, cicatriz oblíqua
<i>C. moschata</i>	Duro, ligeiramente anguloso, amplamente campanulado	Duro, suavemente estriado	Quase redonda a ligeiramente lobulada, macia	Cor variável de branco pálido a castanho; superfície suave a um pouco rugosa; margem proeminente, tipicamente dentada e frequentemente escura; cicatriz ligeiramente oblíqua
<i>C. pepo</i>	Duro, anguloso, por vezes ligeiramente campanulado junto do fruto	Duro, anguloso, estriado, espinhoso	Palmatilobada, muitas vezes profundamente fendida, espinhosa	Cor variável de branco pálido a castanho; superfície suave; margem proeminente mas normalmente suave; cicatriz quadrada ou arredondada

Origem e Domesticação

O género *Cucurbita* teve origem no continente Americano (Whitaker & Davis, 1962) e compreende cerca de 15 espécies (Merrick, 1990). Estas espécies são cultivadas há milhares de anos pelos povos americanos. Na actualidade, muitas destas espécies são marginalizadas mas mesmo assim elas constituem um componente fundamental na alimentação em muitas partes do mundo. A maior parte das espécies são originárias do centro e do sul do México, só a *Cucurbita maxima* tem origem diferente, sendo esta da América do Sul (Whitaker & Knight, 1980). A *Cucurbita pepo* foi domesticada no México há cerca de 8000 anos e foi inserida na Europa no século XVI (a. C.). Por outro lado, a *Cucurbita maxima* foi domesticada na Argentina e no Uruguai e a *Cucurbita moschata* foi domesticada no México e na parte norte da América do Sul (Andres, 1990).

2.1.2. PEPINO

O pepino (*Cucumis sativus* L.) é outro fruto pertencente à família das Cucurbitáceas. É considerado um fruto imaturo, apresenta um baixo teor de açúcar e baixo valor calórico mas é conhecido por ter um elevado valor nutricional e uma percentagem de água de cerca de 97% (Maroto, 1995) e assume um papel bastante importante nas dietas (Yuan et al., 2006). É, ainda, de salientar que este fruto é valorizado pela sua frescura e utilizado, principalmente, em saladas e alimentos de conveniência, como é o caso das conservas ácidas (pickles) (Almeida, 2006), e o tamanho das suas sementes influencia a qualidade do fruto independentemente do modo como vai ser utilizado (Widders & Kwantes, 1995).

O pepino é susceptível a murchar devido à perda de água e a danos causados pelo frio, não devendo estar em contacto com temperaturas inferiores a 10°C. A parte considerada comestível é a polpa, sendo a casca retirada por ter um sabor amargo mas que é considerada por muitos uma grande ajuda na difícil digestão do pepino. A casca do pepino é um remédio bastante antigo quando administrado sob a forma de cozimento seguido de infusão (Ripado, 1991).

Do ponto de vista terapêutico, o pepino tem propriedades refrescantes e diuréticas, podendo ser também usado contra cólicas intestinais (Ripado, 1991). O sumo da sua polpa tem aplicações dermatológicas (Aguasca, 1990) e cosméticas (Almeida, 2006), funcionando como amaciador e limpeza de pele (Ferrão, 1999). Como creme ou pomada exerce efeitos benéficos no tratamento de doenças ligeiras da pele, caso de irritações, acnes, assaduras, entre outros. As sementes ajudam no combate às inflamações dos rins (Ferrão, 1999), e delas pode, ainda, ser extraído um óleo que poderá ser considerado comestível (Maroto, 1995).

2.2. SECAGEM: PROCESSOS, MECANISMOS E TIPOS

A secagem é um dos métodos mais clássicos utilizado na conservação de diferentes produtos, como é o caso de secagem solar, secagem de ar quente (estufa com convecção), secagem em túnel, liofilização, entre outras.

Os dois métodos convencionais mais comumente utilizados são a secagem de ar quente e a liofilização (Vashisth et al., 2011).

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

Actualmente, a secagem de ar quente é a operação mais utilizada na indústria para a desidratação de alimentos, caso dos produtos agrícolas (legumes) (Sacilik, 2007), sendo a sua cinética muito afectada pela temperatura do ar, bem como a dimensão do material. Por outro lado, os outros factores do processo, como a remoção da humidade (na forma de vapor de água), perda de alguns componentes e a sua oxidação, e o encolhimento do produto, praticamente não influenciam a taxa de secagem (Nawirska et al., 2009). Este processo é geralmente favorecido devido ao seu baixo custo operacional e, também, porque necessita de menos tempo de secagem quando comparado com os outros métodos de desidratação (Vashisth et al., 2011).

O principal objectivo do processo de secagem visa a redução do teor de água fazendo com que a actividade microbiana e enzimática nos produtos diminua drasticamente (Silva, 2004). Como desvantagens deste processo destacam-se as perdas de propriedades nutritivas, principalmente as que são susceptíveis ao calor, como é o caso da vitamina C (Cruz, 1989). Porém, através da secagem é possível obter um produto secado uniforme e atractivo (Doymaz, 2004).

A liofilização é uma técnica de desidratação alternativa, conhecida como um excelente método de secagem do ponto de vista de qualidade, embora o seu consumo de energia, tempo de secagem e alto custo operacional seja considerado excessivo quando comparado com outros métodos de secagem (Duan et al., 2010; Vashisth et al., 2011). Esta técnica de conservação tem vindo a aumentar nas últimas décadas, e é frequentemente usado para o processamento de frutos do mar, frutas, legumes e carnes (Lindon & Silvestre, 2008).

Este processo envolve duas etapas: primeiro, o produto é congelado (pré-tratamento) e depois é submetido a condições extremas, ou seja, a pressão e temperatura muito baixa, de modo a proporcionar a sublimação da água congelada no vácuo. Esta sublimação resulta da aplicação de um gradiente de pressão de vapor entre a atmosfera envolvente e a do gelo no interior do produto. A eliminação da maior parte da água, por sublimação, leva à formação de um produto com uma estrutura altamente porosa mantendo o mesmo tamanho e forma do produto original (Lindon & Silvestre, 2008). No entanto, ocorre uma perda importante na firmeza dos tecidos, como resultado da alta porosidade (Hui, 2006).

2.3. EFEITO DA SECAGEM NOS ALIMENTOS

Para além de prolongar a vida do produto, a secagem também tem vantagens económicas na medida em que torna o produto mais leve e de menor tamanho ocupando, assim, menos espaço em termos de transporte (Silva, 2004; Guiné et al., 2011). A secagem pode também provocar alterações significativas ao nível das propriedades físicas (Maskan, 2001). Durante o processo, muitas mudanças ocorrem no interior dos alimentos e, inevitavelmente, essas modificações estruturais e físico-químicas afectam as propriedades do produto final e / ou qualidade, principalmente, quando comparados com os produtos frescos (Sacilik, 2007).

Devido à perda de grandes quantidades de água, os produtos secos são caracterizados por baixas porosidades e altas densidades.

É importante referir que ao contrário da secagem de ar quente, a liofilização não expõe o produto a altas temperaturas e ajuda a preservar alguns parâmetros de qualidade do produto como a cor, sabor, nutrientes, compostos fenólicos e actividade antioxidante (Vashisth et al., 2011). Mas, por outro lado, para alguns frutos e legumes de alto valor comercial e nutricional, e com características funcionais desejáveis, o processo de congelamento tradicional pode não ser satisfatório, pelo facto de ocorrerem alterações de cor e perda de propriedades nutricionais (Shahidi & Naczk, 1995). Por outro lado, a baixa pressão (Nawirska et al., 2009), pode conduzir a alterações das propriedades de textura e modificações do sabor (Hui, 2006; Dermesonlouoglou et al., 2008).

A Tabela 7 ilustra o efeito da secagem na qualidade sensorial dos alimentos.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

Tabela 7. Efeito da secagem sobre a qualidade sensorial de um alimento (Adaptado de Rees & Bettison, 1994).

Características	Efeito no alimento
Textura Lesão das membranas celulares Separação celular Desnaturação das proteínas Gelatinização do amido	Perda de consistência Perda de firmeza, solidez
Cor Rotura de pigmentos naturais	Descoloração Escurecimento
Sabor Perda de compostos voláteis Oxidação Formação de compostos voláteis (Reacção de Maillard)	Perda de odor Odor a queimado e a ranço

Textura

A textura dos alimentos é o parâmetro de qualidade que mais se modifica com a secagem. A sua alteração depende muito do tipo de pré-tratamento que se faz ao alimento, o tipo e a intensidade com que se realiza a redução de tamanho e a forma do descasque. Nos alimentos submetidos ao calor, as perdas de textura são provocadas pela gelatinização do amido, pela cristalização da celulose e pelas tensões internas provocadas por variações localizadas no conteúdo em água durante a desidratação.

No entanto, as alterações de textura também dependem, em grande medida, das condições de secagem. Por exemplo, se são usadas velocidades de desidratação rápidas e temperaturas elevadas as alterações são mais notórias do que com fluxos e temperaturas baixas. Para temperaturas altas, a evaporação da água faz com que a concentração de solutos na superfície aumente, o que conduz à formação de uma camada superficial dura e impenetrável. Este fenómeno reduz a velocidade de desidratação dando lugar a um alimento seco à superfície mas húmido no seu interior (Rees & Bettison, 1994).

No processo de rehidratação estes alimentos absorvem a água mais lentamente e não adquirem novamente a textura da matéria-prima original. De facto, a rehidratação não corresponde exactamente ao inverso da desidratação, visto que

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

esta provoca alterações irreversíveis nos alimentos, modificando a textura e perdendo algumas substâncias voláteis.

Aroma

Para além da passagem de água a vapor durante a desidratação também ocorre a perda de alguns componentes voláteis do alimento. A maior ou menor perda depende da temperatura, da concentração de sólidos no alimento, da pressão de vapor das substâncias voláteis e a sua solubilidade no vapor de água. Como tal, é normal verificar que os alimentos considerados especiais por causa das suas características aromáticas (ervas e especiarias) são desidratados a temperaturas baixas (25-30°C) (Rees & Bettison, 1994).

As reacções oxidativas influenciam a produção ou destruição de compostos aromáticos. Isto ocorre pelo facto da secagem produzir oxidação dos pigmentos, vitaminas e lípidos durante o armazenamento. No entanto a velocidade de degradação destes compostos depende da actividade da água do alimento e da temperatura de armazenamento (Rees & Bettison, 1994).

Cor

Devido às mudanças químicas que acontecem nas clorofilas, carotenóides e outros pigmentos como as antocianinas, a cor também é afectada pela secagem. Quanto mais longo for o processo de desidratação e quanto maior for a temperatura, maiores vão ser as perdas nestes pigmentos. A oxidação e a actividade enzimática favorecem a degradação da cor durante o armazenamento. (Rees & Bettison, 1994).

Propriedades Nutritivas

As perdas das propriedades nutritivas que ocorrem durante a preparação de frutas e legumes costumam ser maiores do que as que ocorrem durante o processo de secagem. A perda de vitaminas depende da sua solubilidade em água. Dependendo do processo de desidratação, algumas vitaminas alcançam a sobresaturação e precipitam. No entanto, as perdas são consideradas relativamente pequenas. Outras, continuam dissolvidas até que o conteúdo em água do alimento seja baixo e nessa altura reagem com os solutos à medida que o processo se desenvolve. A vitamina C é também sensível ao calor e à oxidação, pelo que para

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

minimizar a sua perda os tempos de desidratação devem ser curtos. Outras vitaminas lipossolúveis são mais estáveis à oxidação e ao calor, pelo que as suas perdas são pouco significativas e inferiores a 5 – 10%. Existem ainda outros nutrientes lipossolúveis na matéria seca do alimento que praticamente não sofrem qualquer tipo de alteração durante a desidratação.

A desidratação mantém o valor biológico e a digestibilidade das proteínas da grande parte dos alimentos (Rees & Bettison, 1994).

3. EXECUÇÃO EXPERIMENTAL

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

A qualidade do alimento fresco e o seu bom estado de conservação são factores fundamentais para a obtenção de produtos secados de qualidade. Neste trabalho foram seleccionadas e utilizadas as seguintes variedades de cucurbitáceas:

- Abóbora – *Cucurbita maxima*;
- Pepino – *Cucumis sativus*.

Para efectuar o processo de secagem da abóbora foram retiradas amostras da polpa com aproximadamente 4cm de diâmetro e cerca de 1cm de espessura.

Para a secagem do pepino, as amostras foram obtidas depois deste ter sido descascado, lavado e cortado às rodelas com uma espessura igual à da abóbora, aproximadamente, de 1cm.

3.1. PROCESSOS DE SECAGEM

No presente estudo foram utilizados três tipos de secagem, a saber: secagem em túnel, secagem em estufa ventilada a uma temperatura de 40°C e 60°C e liofilização.

Para a secagem em túnel, o tempo de secagem para a abóbora foi cerca de 4 horas e para o pepino, cerca de 5 horas.

No caso da secagem da abóbora em estufa com convecção a 40 °C e a 60 °C, o processo demorou, respectivamente, cerca de 9 horas e 6 horas. Para o pepino secado a 40°C, a duração do processo foi cerca de 24 horas e secado a 60°C cerca de 12 horas.

No processo de liofilização, o tempo de secagem demorou o mesmo tempo para os dois produtos estudados, cerca de 96 horas.

3.1.1. SECAGEM EM TÚNEL

A secagem em túnel foi efectuada num secador de túnel - Tray Drier UOP-8 (Armfield, Reino Unido). A temperatura foi mantida, aproximadamente constante, em cerca de 60°C e a velocidade do ar foi 0,8m/s.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

3.1.2. SECAGEM EM ESTUFA COM CONVECÇÃO

Para a secagem em estufa com convecção foi utilizado uma estufa WTB com ventilação (Binder, Alemanha). O fluxo de ar foi de 0,2m/s e as experiências foram realizadas a temperaturas constantes de 40°C e 60°C.

3.1.3. LIOFILIZAÇÃO

A secagem por liofilização foi efectuada num Liofilizador TDF 5505 (Uniequip, Alemanha). As amostras foram previamente congeladas (pré-tratamento) e posteriormente colocadas no liofilizador, com uma temperatura entre -52°C/-49°C e com uma pressão de 0,7Pa.

3.2. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Com excepção do teor de humidade, que foi expresso em base húmida, todas as outras análises físico-químicas foram expressas em termos de base seca (designado Valor (g/100 g b.s.)), de modo a permitir uma comparação directa dos valores para as diferentes amostras, utilizando a seguinte Equação:

$$\text{Valor (g/100 g b.s.)} = \frac{\text{Valor (g/100 g produto)} * 100}{100 - \text{Humidade (g/100 g produto)}} \quad (1)$$

Para a pesagem das amostras para cada um dos métodos realizados para as propriedades químicas usou-se uma balança analítica Precisa XB 220 A (Dietikon, Suíça) com um peso mínimo de 0,05mg e máximo de ≈ 220g. A determinação da humidade foi efectuada através da balança de Halogéneo HG53 (Mettler Toledo, EUA) com uma velocidade 3 (intermédia) e uma temperatura de 120°C.

a) Preparação das amostras

As amostras para a determinação das propriedades físico-químicas foram preparadas de maneira diferente para os alimentos em fresco e após secagem.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

A abóbora usada neste trabalho foi a *Cucurbita maxima* Duchesne ex Lam., var. Menina após ter sido cortada, lavada e retirada a casca e as sementes.

As amostras em fresco e secadas da abóbora, foram trituradas para a determinação das propriedades químicas (humidade, açúcares, vitamina C, cinzas, fibra bruta, compostos fenólicos e actividade antioxidante), enquanto para as propriedades físicas (textura e cor) as amostras foram cortadas em círculos com cerca de 4cm de diâmetro e com 1cm de espessura. No caso da textura, foram retirados, de cada círculo de 4 cm, três pequenos círculos para serem posteriormente analisados. As amostras em fresco, para os dois casos (textura e cor) foram retiradas a 2cm e a 4cm da casca (na direcção axial).

A preparação das amostras do pepino (*Cucumis sativus* L.) para a determinação das propriedades químicas foi idêntica à descrita anteriormente para a abóbora. Para a determinação das propriedades físicas, usaram-se directamente as rodelas do pepino fresco e secado. No que diz respeito à textura, as amostras foram obtidas da mesma forma que para a abóbora com a excepção de que para o pepino fresco as amostras foram obtidas na direcção radial (casca) e na direcção axial (polpa).

Para a abóbora foram avaliadas 3 amostras em triplicado e para o pepino foram avaliadas 3 amostras de 3 pepinos diferentes, perfazendo um total de 9 medições para cada um dos produtos. Este procedimento experimental foi efectuado para todas as propriedades químicas analisadas.

3.2.1. HUMIDADE

Para a determinação da humidade utilizou-se o método de perda de peso após desidratação até peso constante, recorrendo a uma balança de halogéneo (Mettler Toledo, HG53), regulada para uma temperatura de funcionamento de 120 °C e velocidade 3 (numa escala de 1 a 5, em que 1 é muito rápido e 5 é muito lento). Estes parâmetros (temperatura e velocidade) foram estabelecidos através da calibração prévia da balança para os produtos em estudo.

Para a determinação da humidade, as amostras tinham uma massa variável entre 0,2 g e 0,5 g. Tanto para a abóbora como para o pepino, foram feitas, no total,

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

18 medições. Para a abóbora foram avaliadas 6 amostras em triplicado enquanto para o pepino foram avaliadas 6 amostras de 3 pepinos diferentes.

3.2.2. AÇÚCARES

Neste método, o protocolo seguido foi o da Norma Portuguesa 1420 (NP-1420, 1987). Este método tem quatro fases: a 1ª fase consistiu na pesagem, ou seja, pesou-se cerca de 10g de amostra triturada (fresco) e 5g de amostra triturada (secado), transferindo-se para um balão de 200mL e lavando com 50mL de água; a 2ª fase consistiu na depuração, ou seja, adicionaram-se 12,5mL de solução de Carrez I e 12,5mL de solução de Carrez II e agitou-se, fez-se o volume do balão (200mL), agitou-se e filtrou-se assim que ocorreu a formação de um precipitado branco. A 3ª fase consistiu na determinação dos açúcares redutores, mediram-se 25mL da solução de Luff-Schoorl para um Erlenmeyer, 10mL (V') da solução de depuração, água até perfazer um volume de 50mL e um regulador de ebulição (cerâmica). Adaptou-se o Erlenmeyer a um condensador de refluxo sobre uma placa de aquecimento, assim que se iniciou a ebulição manteve-se durante 8 minutos e após este tempo colocou-se o Erlenmeyer sob uma corrente de água fria para provocar o arrefecimento, sem agitar. Após 2 minutos adicionaram-se 9mL de solução de iodeto de potássio (1M), 20 mL de ácido sulfúrico (1+6), agitou-se até a efervescência terminar, titulou-se com tiosulfato de sódio (0,1N) e juntou-se 2mL de cozimento de amido. A cor final apresentada foi cor creme (amarelo claro). Para o ensaio em branco procedeu-se da mesma maneira mas apenas colocando 25mL de solução de Luff-Schoorl e 25mL de água.

Em função da diferença de volumes de tiosulfato de sódio, gastos no ensaio em branco e na determinação (amostra), obteve-se a correspondente massa de açúcar invertido, através da Tabela 8.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

Tabela 8. Diferença de volumes de tiosulfato de sódio 0,1N correspondentes à massa de açúcar invertido (Adaptado de NP-1420, 1987).

Solução de Tiosulfato de Sódio 0,1N	Glucose, frutose ou açúcar invertido C ₆ H ₁₂ O ₆	
	ΔV ml	Δ
1	2,4	2,4
2	4,8	2,4
3	7,2	2,5
4	9,7	2,5
5	12,2	2,5
6	14,7	2,5
7	17,2	2,6
8	19,8	2,6
9	22,4	2,6
10	25,0	2,6
11	27,6	2,7
12	30,3	2,7
13	33,0	2,7
14	35,7	2,8
15	38,5	2,8
16	41,3	2,9
17	44,2	2,9
18	47,1	2,9
19	50,0	3,0
20	53,0	3,0
21	56,0	3,1
22	59,1	3,1
23	62,2	-

A 4ª e última fase, consistiu na determinação dos açúcares totais pelo método de inversão. Para um balão de 100mL mediram-se 50mL da solução de depuração e 3,5mL de ácido clorídrico (37%). Agitou-se e colocou-se o balão em banho de água 69±1°C, manteve-se o balão durante 5 minutos no banho após o líquido ter atingido a mesma temperatura. Arrefeceu-se de imediato e neutralizou-se com hidróxido de sódio (40g/100) e com umas gotas de fenolftaleína. Adicionaram-se umas gotas de ácido clorídrico diluído até o líquido ficar ligeiramente acidificado; agitou-se e fez-se o volume do balão com água. Depois, repetiu-se o mesmo processo realizado para a determinação dos açúcares redutores, substituindo V' da solução de defecação por V'' da solução obtida nesta última fase (solução de inversão).

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

Cálculos

O teor de açúcares redutores, expresso em açúcar invertido, em % em massa ou em g/100mL, foi calculado através da Equação seguinte:

$$\frac{20 \times m_r}{V' \times m} \quad (2)$$

O teor de açúcares totais, expresso em açúcar invertido, em % em massa ou em g/100mL, foi calculado através da Equação seguinte:

$$\frac{40 \times m_t}{V'' \times m} \quad (3)$$

O teor de açúcares não redutores, expresso em sacarose, em % em massa ou em g/100mL, foi calculado através da Equação seguinte:

$$\left(\frac{40 \times m_t}{V'' \times m} - \frac{20 \times m_r}{V' \times m} \right) \times 0,95 \quad (4)$$

m – massa, em gramas, da toma para análise;

m_r – massa, em miligramas, de açúcar invertido, que corresponde na Tabela 8 à diferença de volumes de tiosulfato de sódio 0,1N gastos no ensaio em branco e na determinação dos açúcares redutores;

m_t – massa, em miligramas, de açúcar invertido, que corresponde na Tabela 8 à diferença de volumes de tiosulfato de sódio 0,1N gastos no ensaio em branco e na determinação dos açúcares totais;

V' – volume, em mL, do filtrado obtido após depuração e na determinação dos açúcares redutores;

V'' – volume, em mL, do filtrado obtido após depuração e na determinação dos açúcares totais.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

3.2.3. VITAMINA C

Este método foi realizado tendo em consideração o protocolo da Vitamina C (titulação com iodato de potássio).

Pesaram-se cerca de 5 gramas de amostra triturada e registou-se (P). Adicionaram-se 10mL de H₂SO₄ (20%), homogeneizou-se e filtrou-se. Colocou-se o filtrado num Erlenmeyer e lavou-se o filtro com 10mL de H₂SO₄ (20%). Adicionaram-se 1mL de solução de iodeto de potássio (10%) e 1mL de solução de amido (1%). Titulou-se com iodato de potássio (0,01N) registando-se o volume gasto (V).

Cálculos

A vitamina C expressa-se em mg por 100g de produto.

$$\text{Vitamina C} = 100 \times V \times \frac{f}{P} \quad [\text{mg}/100\text{g produto}] \quad (5)$$

P – massa pesada (gramas);

V – volume de iodato de potássio 0,01N gasto na titulação;

f = 8,806

3.2.4. CINZAS

As cinzas foram determinadas através do método de Weende (AOAC, 2000).

Foram colocados na mufla a 500°C e durante 1 hora, os cadinhos, visto terem que ser previamente calcinados. Após este tempo, foram colocados no exsiccador até à temperatura ambiente. Seguidamente, determinou-se o peso dos cadinhos (P₁). Pesou-se, com rigor e para cada cadinho, cerca de 1g de amostra triturada, anotando o valor (P₂ = peso do cadinho + amostra). Colocaram-se os cadinhos e amostra, novamente na mufla, à mesma temperatura, durante 4h até se obter um resíduo totalmente branco. Arrefeceu-se em exsiccador até temperatura ambiente e pesou-se o conjunto (P₃ = conjunto cadinho + cinza).

Cálculos

$$\% \text{ Cinza} = \frac{P_3 - P_1}{P_2 - P_1} \times 100 \quad (6)$$

P_1 – peso do cadinho;

P_2 – peso do cadinho + amostra;

P_3 – peso cadinho + amostra (conjunto) + cinza;

3.2.5. FIBRA BRUTA

Entende-se por fibra bruta, o resíduo orgânico vegetal constituído por celulose, obtido a partir da substância seca e isenta de matéria gorda pela remoção de outros glúcidos e prótidos mediante tratamento por ebulição, em meio ácido e depois em meio alcalino.

Foram introduzidos na estufa e durante 2 horas, os cadinhos filtrantes de porosidade 2, posteriormente foram colocados no exsiccador onde ficaram a arrefecer até temperatura ambiente. Foi registado o valor de cada cadinho vazio e, posteriormente, de cada um juntamente com 1g de amostra triturada (W_0). Seguidamente, os cadinhos foram colocados no Dosi-fiber, onde foram colocados 150mL de H_2SO_4 (1,25%), previamente aquecidos, em cada coluna do equipamento. As resistências foram colocadas a 90% até o reagente entrar em ebulição, quando se atingiu esse ponto, o aquecimento foi colocado a 60% durante 30 minutos; após este tempo, são desligadas as resistências, as válvulas de aspiração são abertas e o reagente começa a ser libertado. Depois de retirado o ácido, os resíduos de cada coluna foram lavados com cerca de 150mL de água destilada, previamente aquecida, em cada coluna, este processo foi repetido mais duas vezes perfazendo o total de 3 lavagens em cada coluna. Após este processo estar terminado, as válvulas de aspiração foram novamente fechadas e foram adicionados 150mL de NaOH (1,25%), previamente aquecido, em cada coluna; as resistências foram ligadas a 90% até que o reagente entrasse em ebulição, depois foram colocadas a 60% durante 30 minutos. Após este tempo, as válvulas de aspiração foram abertas e

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

a base foi retirada. A lavagem das colunas foi efectuada com 150mL de água destilada, previamente aquecida, em cada coluna, tendo sido o processo repetido mais 2 vezes, num total de 3 vezes em cada coluna. Por fim, os cadinhos filtrantes foram retirados do Dosi-fiber e colocados num kitasato, ligado a uma bomba de vácuo, onde foram lavados com 5mL de acetona, 3 vezes cada um. Foram colocados numa estufa (104°C) durante toda a noite. No dia seguinte, os cadinhos foram colocados num exsiccador, até temperatura ambiente, e pesados (W_1) seguidamente foram colocados na mufla, durante 3 horas a uma temperatura de 550°C; após este tempo foram colocados num exsiccador até temperatura ambiente e pesados (W_2).

Cálculos

O cálculo do conteúdo em fibra bruta da amostra foi calculado através das Equações seguintes:

$$\% \text{Fibra Bruta} = \frac{W_1 - W_2}{W_0} \times 100 \quad (7)$$

W_0 – peso da amostra triturada (\approx 1 grama);

W_1 – Peso cadinhos após noite na estufa;

W_2 – Peso cadinhos após mufla.

3.2.6. COMPOSTOS FENÓLICOS

Os polifenóis são substâncias naturais essenciais presentes em todos os materiais vegetais, particularmente em frutas, legumes, sementes e ervas, mas também em produtos vegetais, como bebidas, vinhos ou cacau (Chiou et al., 2007). Além disso, parecem ter um efeito protector nos processos degenerativos do cérebro (Bennett et al, 2011).

As frutas, legumes e bebidas são as principais fontes de compostos fenólicos na alimentação humana. Nos alimentos, podem contribuir para o amargor, adstringência, cor, sabor, odor e estabilidade oxidativa dos alimentos. Estes

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

apresentam uma vasta gama de propriedades terapêuticas (Thoo et al., 2010) e fisiológicas, tais como anti-alérgicos, anti-inflamatórios, anti-microbianos, antioxidantes, anti-trombóticos, efeitos cardioprotectores e vasodilatadores (Velioglu et al., 1998; Balasundram et al., 2006; Luthria, 2008; Peinado et al., 2009; Bennett et al., 2011).

Os compostos fenólicos de fontes naturais têm atraído grande atenção durante a última década, visto serem potentes antioxidantes que desempenham um papel importante na nutrição humana, como agentes de prevenção contra várias doenças, protegendo os tecidos do corpo contra o stress oxidativo, contribuindo assim para a saúde humana (Chiou et al., 2007; Aouidi et al. 2011), são, ainda, considerados metabolicamente inertes e estáveis (Baitha & Pandey, 2003).

O método utilizado para a quantificação dos fenóis totais usa o reagente de Folin Ciocalteu e foi adaptado por Shahidi & Naczk (1995).

As curvas de calibração foram obtidas usando soluções de ácido gálico em metanol:água (50:50, v/v), nas concentrações de 0,05; 0,10; 0,15; 0,25; 0,35 e 0,50 g/L, e para cada concentração os ensaios foram feitos em triplicado. Os valores dos fenóis totais foram expressos em equivalentes de ácido gálico mg/g (GAE), que é um composto de referência comumente usado.

Antes do procedimento foram efectuadas as extracções da amostra (abóbora e pepino), em triplicado para cada estado (fresco, liofilizado, secagem 40°C, secagem 60°C e secagem túnel), perfazendo um total de 90 amostras para cada produto.

A metodologia utilizada para as extracções foi adaptada de Ferreira et al. (2002).

A amostra foi triturada e depois pesou-se cerca de 5g um erlenmeyer. Foram realizadas 6 extracções, cada uma durou cerca de 1hora. Colocou-se, ainda, no erlenmeyer um agitador magnético e tapou-se com papel de alumínio. Adicionaram-se 50mL de solução Metanol/Ácido Acético (98:2) e deixou-se em agitação durante 1hora. Após este tempo, filtrou-se o líquido para um frasco com a ajuda de um coador. De seguida, foram adicionados, novamente, 50mL da solução Metanol/Ácido Acético à amostra pesada inicialmente e colocada num erlenmeyer. Deixou-se, novamente, em agitação durante 1hora. Repetiu-se o mesmo processo anteriormente descrito. A 3ª extracção foi realizada do mesmo modo. A 4ª, 5ª e 6ª extracções foram realizadas, também, pelo mesmo procedimento, só mudou o

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

solvente, solução de Acetona/Água (60:40). No fim da última extracção, os frascos foram enrolados em prata e guardados no frigorífico.

Quanto ao procedimento, colocaram-se 125 µL de amostra num pequeno tubo, adicionaram-se 750 µL de água destilada e 125 µL de reagente de Folin Cisolteau, esperou-se 6 minutos. Seguidamente, adicionaram-se 2mL de solução de carbonato 5% e taparam-se os tubos com as respectivas tampas e colocaram-se no escuro e à temperatura ambiente, durante 90 minutos. Posteriormente, os compostos fenólicos das amostras frescas e secadas foram avaliadas através de um espectrofotómetro UV Mini-1240 (Shimadzu, Japão), a uma absorvância de 760nm. O auto-zero foi feito com água destilada.

3.2.7. ACTIVIDADE ANTIOXIDANTE

Os antioxidantes neutralizam os radicais livres, espécies reactivas de oxigénio, que são geradas endogenamente através do metabolismo aeróbio (Bennett et al., 2011). Estes compostos têm a capacidade de inibir ou retardar a oxidação de outras moléculas através da iniciação ou propagação da inibição de reacções em cadeia de oxidação, podendo ser sintéticos ou naturais, sendo o sintético usado como antioxidante desde o início do século XX. No entanto, algumas restrições importantes sobre o uso destes compostos estão sendo impostas devido ao seu potencial cancerígeno. Portanto, o interesse em antioxidantes naturais tem aumentado consideravelmente (Velioglu et al., 1998).

Em relação à actividade antioxidante, é importante mencionar que os antioxidantes naturais trazem benefícios à saúde associados com a sua capacidade para evitar danos devido à degeneração biológica (Murcia et al., 2009).

A ideia de que os efeitos prejudiciais do metabolismo oxidativo podem ser minimizados através de uma dieta rica em antioxidantes ganhou credibilidade nas últimas décadas (McDonald et al., 2004). A actividade antioxidante total dos frutos e legumes, reflecte as concentrações antioxidantes de diversos grupos mais estudados, em que se salienta a presença de ácido ascórbico (Patras et al., 2011).

A actividade antioxidante foi determinada usando um método que se baseia nas capacidades de diferentes substâncias para neutralizar o radical ABTS⁺ em

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

comparação com um antioxidante standard (Trolox) numa curva dose-resposta. Os valores da actividade antioxidante (AA) são expressos em equivalentes de Trolox - $\mu\text{mol/g}$.

As curvas de calibração foram obtidas com as soluções de Trolox em diferentes concentrações (25; 50; 100; 125; 150; 175 e 200 $\mu\text{mol/L}$), e para cada concentração foram feitas 3 medições.

Os valores da actividade antioxidante foram expressos em equivalentes de trolox $\mu\text{mol/g}$ (TEAC).

Antes do procedimento foram efectuadas as extracções da amostra (abóbora e pepino), em triplicado para cada estado (fresco, liofilizado, secagem 40°C, secagem 60°C e secagem túnel), perfazendo um total de 90 amostras para cada produto.

Como já foi referido nos compostos fenólicos, foram realizadas 6 extracções, cada uma durou cerca de 1 hora. Uma parte da amostra foi triturada e depois pesaram-se cerca de 5g. Colocou-se a amostra num erlenmeyer com um agitador magnético e tapou-se com papel de alumínio. Adicionaram-se 50mL de solução Metanol/Ácido Acético (98:2) e deixou-se em agitação durante 1 hora. Após este tempo, filtrou-se o líquido para um frasco com a ajuda de um coador. De seguida, foram adicionados, novamente, 50mL da solução Metanol/Ácido Acético à amostra pesada inicialmente e colocada num erlenmeyer. Deixou-se, novamente, em agitação durante 1 hora. Repetiu-se o mesmo processo anteriormente descrito. A 3ª extracção foi realizada do mesmo modo. A 4ª, 5ª e 6ª extracções foram realizadas, também, pelo mesmo procedimento, só mudou o solvente, solução de Acetona/Água (60:40). No fim da última extracção, os frascos foram enrolados em prata e guardados no frigorífico.

Quanto ao procedimento, colocaram-se 200 μL de amostra num pequeno tubo, adicionaram-se 2mL de solução de ABTS. Seguidamente, taparam-se os tubos com as respectivas tampas e colocaram-se no escuro e a temperatura ambiente, durante 15 minutos. Posteriormente, a actividade antioxidante das amostras frescas e secadas foram avaliadas através de um espectrofotómetro UV Mini-1240 (Shimadzu, Japão), a uma absorvância de 734nm. O auto-zero foi feito com metanol.

A solução de ABTS utilizada no procedimento, designada por solução “ABTS Trabalho”, foi feita a partir de uma solução designada por “ABTS Mãe” que resultou da junção de ABTS com persulfato de potássio ou dissulfato de potássio, esta

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

solução foi preparada no dia anterior a ser usada e foi deixada no escuro e enrolada em prata.

A solução “ABTS Trabalho” foi preparada através da junção da solução “ABTS Mãe” com solução tampão (acetato de sódio). Esta solução tampão foi feita juntando ácido acético e água destilada, e necessitou de ser calibrada para um pH=4,5. Esta calibração foi efectuada com uma solução NaOH (5M).

3.2.8. TEXTURA

Segundo a ISO 11036:1994, *“A textura são todos os atributos mecânicos, geométricos e de superfície de um produto, perceptíveis por meios mecânicos, tácteis e quando apropriado, por receptores visuais e auditivos”*.

O TPA (Perfil de Textura Instrumental de Análises) é um teste comum e utiliza os princípios de compressão, é, também, um teste de imitação porque tenta imitar a acção da mandíbula, comprimindo a amostra duas vezes num movimento alternado, sendo por este motivo muitas vezes chamado de "Two Bite Test".

A curva de força-tempo obtida permite estimar um número de parâmetros de textura que são conhecidos por se relacionar com os parâmetros de avaliação sensorial. Uma curva típica pode ser observada na Figura 1.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

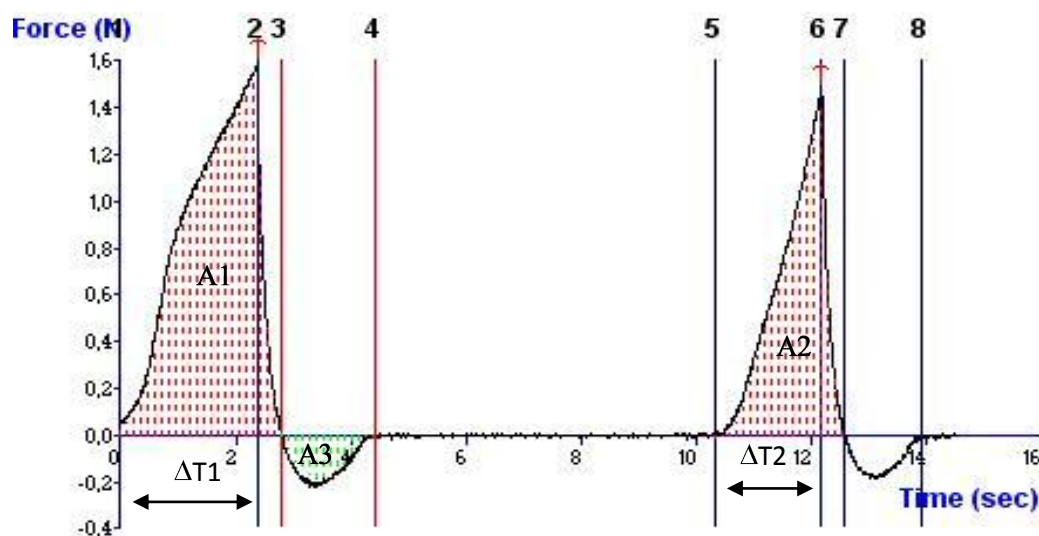


Figura 1. Ilustração de um perfil de Textura Instrumental de Análises (TPA).

A textura das amostras frescas e secadas foi avaliada através de analisador de textura (texturómetro), TA-XT Plus (Microsystems, Reino Unido). Foram obtidos os perfis de textura a partir da compressão da amostra em dois ciclos consecutivos entre placas paralelas, usando uma sonda de compressão de 75mm de diâmetro, com um intervalo de 5 segundos entre ciclos. A célula de carga usada foi de 5kg e a velocidade de teste 0.5mm/s. As propriedades de textura (Dureza, Elasticidade, Coesividade, Adesividade e Mastigabilidade) foram depois calculadas pelas seguintes Equações (Caine et al., 2003):

$$\text{Dureza (N)} = F_1 \quad (8)$$

$$\text{Adesividade (N.s)} = A_3 \quad (9)$$

$$\text{Elasticidade (\%)} = \Delta T_2 / \Delta T_1 * 100 \quad (10)$$

$$\text{Coesividade} = A_2 / A_1 \quad (11)$$

$$\text{Mastigabilidade (N)} = F_1 * \Delta T_2 / \Delta T_1 * A_2 / A_1 \quad (12)$$

em que F_1 é a força no pico mais alto, A_1 e A_2 são as áreas dos dois picos positivos, correspondentes às duas compressões, A_3 é a área do pico negativo que se segue à primeira compressão, e ΔT_1 e ΔT_2 são os intervalos de tempo decorridos entre o início da compressão e o ponto máximo (Caine et al., 2003).

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

Para a análise da textura da abóbora usaram-se amostras que consistiam em pequenos círculos. No caso da abóbora fresca as amostras foram retiradas a 2cm e a 4cm da casca e efectuaram-se 20 medições para cada caso.

Na análise da textura da polpa do pepino, tanto em fresco como para cada um dos produtos secados, foram avaliados 3 pepinos diferentes em que se retiraram 3 rodela de cada um. De cada rodela foram retirados 3 pequenos círculos perfazendo um total de 9 medições em cada pepino, e um total de 27 medições nos 3 pepinos. Para avaliar a casca, que só foi realizada para o pepino fresco, o número de medições foi o mesmo, só variou o modo como foram obtidas as amostras. As medidas de textura deste último caso, foram feitas a partir da parte da casca obtidas da parte lateral do pepino com o auxílio de um pequeno tubo cilíndrico.

Para o tratamento dos resultados obtidos pelo texturómetro recorreu-se ao programa TEE 32.

3.2.9. COR

Para se obterem os resultados da cor, foi utilizado o espaço de cor CIELAB e os parâmetros que foram medidos foram L^* , a^* e b^* . Em que L^* é a luminosidade, e varia entre 0 e 100 (do preto ao branco, respectivamente). As coordenadas de cores opostas são: a^* , que assume valores negativos para o verde e positivo para vermelho, e b^* , que é negativo para o azul e positivo para amarelo (Kim & Lee, 2009; Lv et al., 2009).

As coordenadas L^* , a^* e b^* foram medidas usando um colorímetro portátil, Chroma Meter CR-400 (Konica Minolta, Japão). O instrumento foi calibrado com um azulejo branco de referência em relação ao iluminante padrão D65 ($CIE L^* = 94.6$, $a^* = -0.1$ e $b^* = -0.6$).

Existem outros parâmetros polares mais significativos que se aproximam mais da experiência visual humana das cores do que os parâmetros cartesianos. Essas coordenadas cilíndricas são: croma ou saturação (pureza ou intensidade de cor) e tonalidade (cor propriamente dita), dadas pelas Equações 13 e 14, respectivamente:

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

$$\text{Chroma}^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (13)$$

$$h^\circ = \arctan \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \quad (14)$$

Croma representa a força de uma superfície de cor visível e pode ser definido como "colorido" de um objecto em relação ao brilho de um objecto branco iluminado de forma semelhante. A tonalidade é definida como o atributo de uma sensação visual segundo o qual uma área parece ser semelhante a uma das cores visíveis (vermelho, amarelo, verde e azul) ou a combinação de duas delas.

A diferença de cor (ΔE) foi o parâmetro usado para fazer a avaliação global da mudança de cor quando uma amostra é submetida a um determinado processo (Chutintrasria & Noomhomb, 2007; Kim & Lee, 2009), neste caso ao processo de secagem. A diferença de cor é dada pela Equação 15:

$$\Delta E = \sqrt{(L_0^* - L^*)^2 + (a_0^* - a^*)^2 + (b_0^* - b^*)^2} \quad (15)$$

em que L_0^* , a_0^* , b_0^* são os valores no estado de referência, que no presente caso foi a amostra no estado fresco.

Para a abóbora, a cor das amostras frescas foi analisada em dois locais diferentes: a 2cm e a 4cm da casca, tendo sido feitas 20 medições de amostras em cada posição, num total de 40 medições. Para cada tipo de secagem, foram analisadas 40 amostras.

No caso do pepino, tanto para o fresco como para o secado, foram avaliados 3 pepinos diferentes, e foram cortadas e examinadas 10 rodela de cada pepino, perfazendo um total de 30 medições em cada estado (fresco e cada um dos tipos de secagem realizados).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

Os resultados obtidos para as propriedades químicas e físicas da abóbora e do pepino, em fresco e para cada uma das secagens, estão registados nas tabelas seguintes.

Humidade

A Tabela 9 apresenta os resultados em relação à humidade obtidos para a abóbora e para o pepino, em fresco e após as secagens, calculados através da Equação 1.

Tabela 9. Valores do teor de humidade, em fresco e após as várias secagens, da abóbora e do pepino.

HUMIDADE (g/100g base húmida)	ABÓBORA	PEPINO
Fresco	90,81 ($\pm 0,43$)	94,27 ($\pm 1,31$)
Liofilização	10,93 ($\pm 1,83$)	6,57 ($\pm 1,17$)
Estufa (40°C)	7,19 ($\pm 1,98$)	9,38 ($\pm 4,65$)
Estufa (60°C)	7,49 ($\pm 2,04$)	11,64 ($\pm 6,56$)
Túnel (60°C)	14,77 ($\pm 3,66$)	8,93 ($\pm 1,34$)

O valor médio obtido para a humidade da abóbora fresca foi de 90,81%, estando compreendido entre os valores referidos na literatura, entre 88% e 92% (Escobar & Buesa, 1999; Senser & Scherz, 1999; Almeida, 2006; Barroso et al., 2007; Monteiro, 2009). Para as amostras secadas em estufa obteve-se uma humidade final de 7% enquanto para as amostras secadas no liofilizador (11%) e as secadas em túnel (15%).

A humidade média do pepino fresco foi de 94,27% sendo um valor compreendido no intervalo de 94% e 97% reportado por Maroto (1995).

Através da análise da Tabela 9 é possível verificar que o pepino tem, na sua constituição, uma maior quantidade de água que a abóbora, isso verifica-se ainda quando o pepino é submetido à secagem de convecção (estufa), a 40°C e a 60°C, para os mesmos parâmetros de estudo, a abóbora perdeu mais percentagem de água. No caso da liofilização e da secagem em túnel, observa-se que o pepino obteve resultados mais baixos significando que nestes casos, o pepino foi o produto que perdeu mais água.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

Açúcares

A Tabela 10 apresenta a média dos valores obtidos para os açúcares (redutores, totais e não redutores), para a abóbora em fresco e após as secagens, expressos em base seca.

Tabela 10. Valores dos teores de açúcar (redutores, totais e não redutores), em fresco e após as várias secagens, da abóbora.

AÇÚCARES (g/100g base seca)	ABÓBORA		
	Redutores	Totais	Não Redutores
Fresco	24,61 ($\pm 2,94$)	43,78 ($\pm 4,43$)	19,47 ($\pm 4,27$)
Liofilização	16,46 ($\pm 0,88$)	28,02 ($\pm 1,30$)	10,99 ($\pm 1,45$)
Estufa (40°C)	14,74 ($\pm 0,64$)	19,55 ($\pm 1,33$)	4,57 ($\pm 1,68$)
Estufa (60°C)	15,31 ($\pm 0,74$)	17,62 ($\pm 0,99$)	1,97 ($\pm 0,57$)
Túnel (60°C)	15,40 ($\pm 0,58$)	17,46 ($\pm 1,53$)	2,72 ($\pm 0,60$)

O valor obtido para os açúcares totais presentes na abóbora fresca foi de 43,78g/100g b.s. que corresponde a 4,02% em base húmida (b.h.). Este valor é semelhante ao apresentado por Senser & Scherz (1999) e por Monteiro (2009) para os hidratos de carbono, 4,60% e 4,30%, respectivamente. Todas as secagens efectuadas produziram uma redução significativa no conteúdo dos açúcares, variando de 36% da liofilização para 60% para a secagem em convecção a 60°C. De facto, as perdas mais elevadas correspondem aos tratamentos onde a temperatura era mais elevada (60°C) e onde a degradação térmica foi mais intensa (Ameur et al., 2007; Forbes et al., 2010; Lan et al., 2010). Da mesma forma, os açúcares redutores e não redutores também sofreram perdas importantes em todas as secagens realizadas. O conteúdo de açúcares redutores, para a abóbora fresca foi de 24,61g/100g b.s. enquanto para os açúcares não redutores foi de 19,47g/100g b.s. Na literatura foram encontrados valores para os açúcares redutores, totais e não redutores de 26,35g/100g b.s., 52,84g/100g b.s. e 25,12g/100g b.s., respectivamente. Foram ainda encontrados valores para os açúcares redutores e não redutores, expressos em b.h., de 2,4 e 2,3 %, respectivamente (Guiné et al., 2010), que são semelhantes aos valores encontrados neste trabalho: 2,2% e 1,9%, respectivamente para os açúcares redutores e não redutores.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

A Tabela 11 apresenta os valores médios obtidos, expressos em base seca, obtidos para o conteúdo de açúcares (redutores, totais e não redutores) para o pepino fresco e após as diferentes secagens (estufa, liofilizador e túnel).

Tabela 11. Valores dos teores de açúcar (redutores, totais e não redutores), em fresco e após as várias secagens, do pepino.

AÇÚCARES (g/100g base seca)	PEPINO		
	Redutores	Totais	Não Redutores
Fresco	38,26 ($\pm 8,15$)	81,86 ($\pm 5,25$)	41,42 ($\pm 6,29$)
Liofilização	14,28 ($\pm 0,62$)	34,11 ($\pm 1,21$)	18,85 ($\pm 1,25$)
Estufa (40°C)	16,30 ($\pm 0,45$)	26,20 ($\pm 1,28$)	9,41 ($\pm 1,41$)
Estufa (60°C)	20,31 ($\pm 0,67$)	50,75 ($\pm 1,63$)	28,91 ($\pm 1,60$)
Túnel (60°C)	21,17 ($\pm 0,40$)	55,22 ($\pm 0,81$)	32,35 ($\pm 0,88$)

O valor dos açúcares totais para o pepino fresco foi de 81,86g/100g b.s., que é equivalente a 4,69g/100g b.h., sendo mais elevado do que o valor para os hidratos de carbono apresentado por Monteiro (2009), 1,23g/100g b.h., e é ainda maior que o apresentado por Senser & Scherz (1999), 1,8g/100g b.h. Em relação ao conteúdo dos açúcares não redutores o valor obtido para a abóbora fresca foi de 41,42% (base seca) ou 2,37% (base húmida), expressos em sacarose, que também é mais elevado que o valor referido por Senser & Scherz (1999), 0,55% (base húmida).

Quanto à secagem, todos os tratamentos produziram uma redução drástica nestes componentes químicos. De facto, comparando o produto fresco com as diferentes secagens, é possível observar essa redução em todos os parâmetros dos açúcares estudados (redutores, totais e não redutores). A degradação dos açúcares com a secagem é devido aos processos de caramelização, assim como as reacções de Maillard que ocorrem entre os açúcares e os aminoácidos presentes (Keramat & Nursten, 1994; Lan et al., 2010).

Através da análise das tabelas é possível verificar que a abóbora secada diminuiu a sua percentagem de açúcares, conforme o aumento da temperatura, em todos os teores estudados excepto no caso dos açúcares redutores que apresentam o valor mais baixo na secagem na estufa a 40°C. No caso do pepino secado, verifica-se que ocorre também uma diminuição dos valores quando comparado com

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

o produto em fresco, sendo os valores mais baixos apresentados pela secagem na estufa a 40°C, excepto no caso dos açúcares redutores que apresentam o valor mais baixo obtido através da liofilização.

Vitamina C

A Tabela 12 mostra os valores obtidos para o teor de vitamina C, para a abóbora e para o pepino, em fresco e após as diferentes secagens.

Tabela 12. Valores do teor de vitamina C, em fresco e após as várias secagens, da abóbora e do pepino.

VITAMINA C (mg/100g base seca)	ABÓBORA	PEPINO
Fresco	127,04 ($\pm 3,68$)	209,95 ($\pm 16,92$)
Liofilização	13,74 ($\pm 0,03$)	19,00 ($\pm 0,06$)
Estufa (40°C)	16,52 ($\pm 2,77$)	20,16 ($\pm 0,18$)
Estufa (60°C)	12,79 ($\pm 0,01$)	15,06 ($\pm 0,48$)
Túnel (60°C)	14,57 ($\pm 0,28$)	19,84 ($\pm 0,21$)

O valor médio encontrado para a vitamina C, para a abóbora fresca foi de 127,04mg/100g b.s. que corresponde a 12mg/100g b.h. Este valor é similar ao que foi apresentado na literatura por Maroto (1995) e por Senser & Scherz (1999). Em todos os tratamentos de secagem realizados, o conteúdo de vitamina C diminuiu drasticamente, o que seria de esperar, tendo em consideração que este composto químico é muito afectado pela temperatura (McLaughlin & Magge, 1998; Gliguem & Birlouez-Aragon, 2005; Vikram et al., 2005; Cruz et al., 2008). De facto, o menor valor de vitamina C (12,79mg/100g b.s.) foi obtido nos produtos secados em estufa a 60°C.

Quanto ao pepino fresco, este continha 209,95mg/100g b.s., o que corresponde a um teor de 12mg em base húmida, sendo um valor mais elevado do que 8mg que foi apresentado por Ripado (1991), Maroto (1995) e Senser & Scherz (1999), e do que 9mg apresentado por Kang et al. (2002). Quanto ao efeito da secagem sobre as propriedades do pepino, em todas as secagens os conteúdos de vitamina C diminuíram drasticamente, o que corresponde a uma degradação de mais de 90% (comparando os valores expressos em base seca). Mais uma vez e

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

como já foi referido, isto seria de esperar, tendo em consideração que este composto químico é muito afectado pela temperatura (Vieira et al., 2000; Vikram et al., 2005; Lešková et al., 2006; Cruz et al. 2008).

Comparando ambos os produtos verifica-se que a abóbora, quer fresca quer secada, apresenta menores valores de vitamina C do que o pepino. No entanto a percentagem de perda desta vitamina com as diferentes secagens é semelhante para as duas Cucurbitáceas.

Cinzas

Na Tabela 13 são apresentados os valores obtidos para o teor de cinzas, para a abóbora e para o pepino, em fresco e após secagens.

Tabela 13. Valores do teor de cinzas, em fresco e após as várias secagens, da abóbora e do pepino.

CINZAS (g/100g base seca)	ABÓBORA	PEPINO
Fresco	12,34 ($\pm 1,16$)	17,79 ($\pm 0,28$)
Liofilização	16,05 ($\pm 1,32$)	9,66 ($\pm 0,08$)
Estufa (40°C)	17,90 ($\pm 0,55$)	14,90 ($\pm 0,80$)
Estufa (60°C)	19,41 ($\pm 0,58$)	11,85 ($\pm 0,36$)
Túnel (60°C)	19,27 ($\pm 1,40$)	10,60 ($\pm 0,10$)

O valor médio para o conteúdo das cinzas, para a abóbora fresca, foi de 12,34% (base seca), correspondendo a 1,13% (base húmida), estando entre os valores encontrados na literatura para teor de cinzas em abóboras: 0,3% a 1,4% (Ferreira & Graça, 1977; Senser & Scherz, 1999; Fennema et al., 2004; Guiné et al., 2010).

O valor médio para o pepino fresco foi de 17,79g (base seca) que corresponde a 1,02g expresso em base húmida, sendo ligeiramente maior do que os valores encontrados na literatura, que estão compreendidos entre 0,3g e 0,6g (Ripado, 1991; Senser & Scherz, 1999).

Observa-se ainda que a abóbora apresenta valores de cinzas ligeiramente mais elevados do que o pepino, excepto no caso do produto em fresco (base seca). Por outro lado, enquanto os valores das cinzas presentes na abóbora secada aumentam em relação ao valor em fresco para o pepino verifica-se o contrário.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

Fibra Bruta

A Tabela 14 apresenta os valores obtidos para o teor de fibra bruta, para a abóbora e para o pepino, em fresco e após as secagens.

Tabela 14. Valores do teor de fibra bruta, em fresco e após as várias secagens, da abóbora e do pepino.

FIBRA BRUTA (g/100g base seca)	ABÓBORA	PEPINO
Fresco	15,13 ($\pm 2,02$)	11,07 ($\pm 1,67$)
Liofilização	1,15 ($\pm 0,13$)	0,55 ($\pm 0,07$)
Estufa (40°C)	5,95 ($\pm 0,45$)	1,37 ($\pm 0,15$)
Estufa (60°C)	9,69 ($\pm 0,23$)	2,18 ($\pm 0,13$)
Túnel (60°C)	8,06 ($\pm 0,57$)	1,85 ($\pm 0,10$)

O valor para a fibra bruta da abóbora fresca encontrado foi de 15,13% (base seca), equivalente a 1,49% (base húmida), sendo um valor ligeiramente mais elevado do que foi encontrado por Monteiro (2009), cerca de 0,76%. No entanto, o valor fica próximo do valor superior do intervalo de valores encontrados na literatura, entre 0,5% e 1,3% b.h. (Fennema et al., 2004; Almeida, 2006; Barroso et al., 2007). Quanto ao efeito dos diferentes tratamentos de secagem sobre o teor de fibras, observou-se que liofilização induz a maior perda, o que corresponde a uma desintegração das fibras poliméricas. As secagens de convecção induzem alterações intermediárias no conteúdo de fibra, variando com as condições de temperatura e operação (Femenia et al., 2009; Borchani et al., 2011).

O valor para a fibra bruta do pepino fresco foi de 11,07g (base seca), correspondente a 0,63g (base húmida) e na literatura foram encontrados valores entre 0,2g e 0,9g b.h. (Senser & Scherz, 1999; Almeida, 2006; Barroso et al., 2007; Monteiro, 2009). Neste parâmetro também ocorreram variações que vão de 80%, para a secagem em estufa a 60°C, a 95% no caso da liofilização, e os conteúdos da fibra bruta também diminuíram com a secagem.

Comparando os valores obtidos verifica-se que a abóbora apresenta teores de fibra bruta superiores aos do pepino.

Por outro lado constata-se que quer para a desidratação da abóbora quer para a do pepino a liofilização foi a que conduziu aos menores valores de fibra bruta.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

Compostos Fenólicos

Neste processo, foram usados dois solventes (metanol e acetona) para extrair uma maior quantidade de fenóis totais, neste caso de compostos fenólicos, visto que algumas moléculas são mais solúveis em metanol enquanto outras são mais solúveis em acetona.

A Tabela 15 mostra as percentagens de recuperação de compostos fenólicos obtidos com extracções diferentes, usando metanol e acetona como solventes de extracção.

Tabela 15. Percentagem de extracção de compostos fenólicos para as amostras de abóbora fresca e após as diferentes secagens.

EXTRACÇÕES	% EXTRACÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS				
	Fresco	Liofilização	Secagem Estufa 40°C	Secagem Estufa 60°C	Secagem Túnel
1ª Extracção Metanol	42	41	42	42	42
2ª Extracção Metanol	34	34	34	34	34
3ª Extracção Metanol	25	24	24	24	24
1ª Extracção Acetona	46	46	46	45	46
2ª Extracção Acetona	28	28	28	28	28
3ª Extracção Acetona	26	26	26	27	26

É possível verificar que as amostras diferentes de abóbora (frescas e secadas) apresentaram os mesmos padrões de extracção, correspondente a percentagens semelhantes de recuperação em todas as três extracções, e para ambos os solventes. Neste caso, a eficiência de extracção é semelhante para ambos os solventes.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

A Figura 2 apresenta a recta de calibração utilizada para a quantificação de compostos fenólicos, representada pela Equação 16, que tem um elevado coeficiente de regressão, indicador de um bom ajuste.

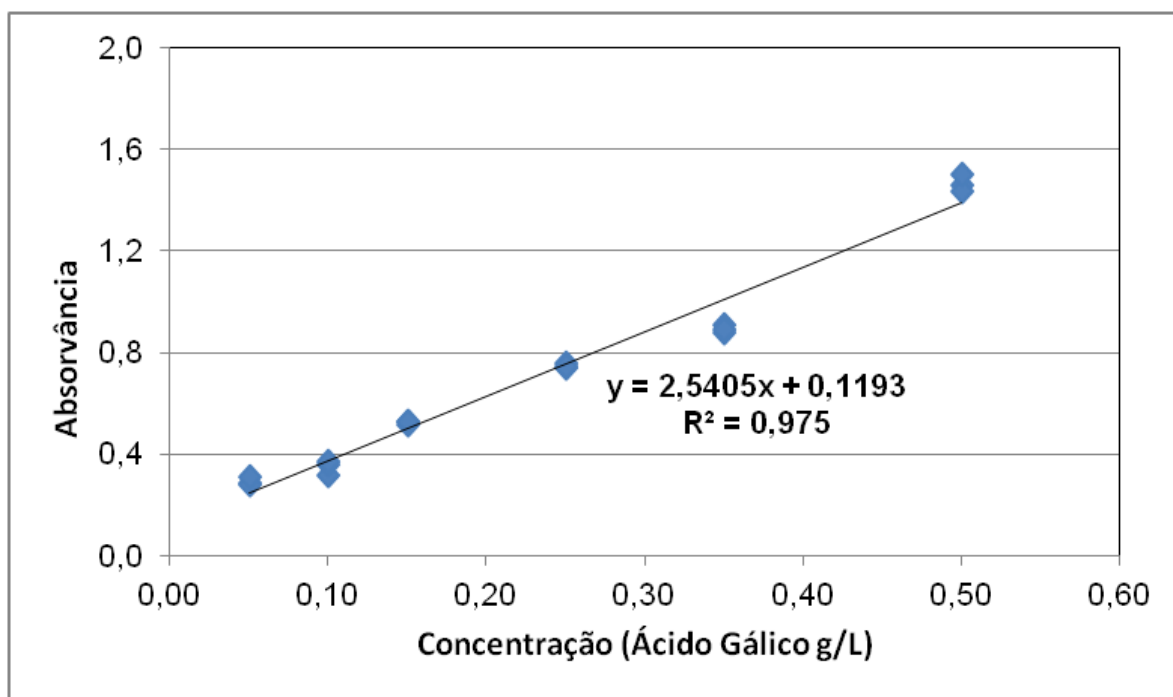


Figura 2. Recta de calibração para quantificação de compostos fenólicos na abóbora fresca e após as várias secagens.

$$\text{Absorvância} = 2,5405 * \text{Concentração (g/L)} + 0,1193 \quad (R^2 = 0,9750) \quad (16)$$

Na Figura 3 é possível observar os valores médios e os desvios-padrão para os compostos fenólicos quantificados nos extractos de metanol e acetona obtidos para a abóbora fresca e para os seus diferentes estados de secagem.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

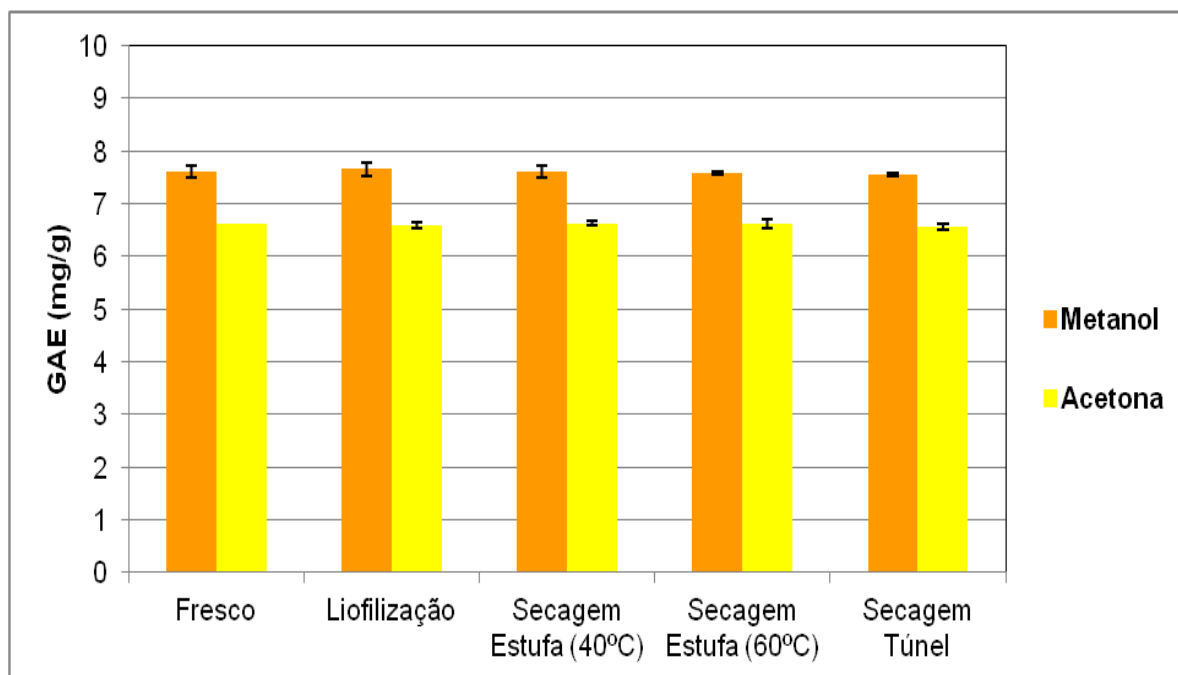


Figura 3. Compostos fenólicos da abóbora fresca e secada, com extracções de metanol e acetona.

Pode notar-se que os valores de compostos fenólicos são sempre mais elevados nos extractos de metanol que nos de acetona, mas por outro lado, confirma-se a utilidade de usar dois solventes de extracção, porque mesmo sendo ligeiramente menores, os valores de fenóis totais extraídos com acetona representam uma parte significativa dos compostos fenólicos quantificados nas diferentes amostras. Além disso, é possível verificar que o processo de secagem, independentemente do método utilizado, não afecta os níveis de fenóis totais, sendo este um aspecto de grande importância, pois pretende-se que o tratamento não afecte as propriedades nutricionais e funcionais do produto, particularmente em relação aos compostos fenólicos, devido ao seu efeito benéfico sobre a saúde.

Vashisth et al. (2011) verificou, no bagaço, que a liofilização induziu uma elevada taxa de retenção de compostos fenólicos relativamente ao estado fresco, quando comparado com a secagem de ar quente. Outros autores indicaram que os polifenóis são instáveis ao calor e que o tratamento térmico prolongado e altas temperaturas causam alterações químicas irreversíveis a estes compostos. É ainda importante referir que pode, também, ocorrer a destruição de alguns flavonóides e taninos. Harbourne et al. (2009) estudaram o efeito dos métodos de secagem sobre

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

os componentes fenólicos de ervas verificando que a liofilização e que a secagem em forno ou bandeja a 30°C não afectou os compostos, mas quando a temperatura foi aumentada para 70°C ocorreu alguma redução nos mesmos. Rózek et al. (2010) avaliaram a estabilidade dos compostos fenólicos durante a secagem de ar quente de uvas submetidas a um pré-tratamento de desidratação osmótica, e verificaram que este pré-tratamento protege eficazmente contra a degradação durante o processo de secagem.

Na Tabela 16 pode observar-se que as diferentes amostras de pepino (fresca e secadas) apresentam o mesmo comportamento perante a extracção dos compostos fenólicos, no caso do metanol as percentagens foram de 42-43%, 33-34% e 24-25%, respectivamente para a 1ª, 2ª e 3ª extracções enquanto para as extracções de acetona as percentagens foram de 46%, 27-28% e 26%. Verifica-se que em todos os casos, a 3ª extracção ainda permite a recuperação de uma fracção muito importante dos compostos fenólicos totais extraídos.

Tabela 16. Percentagem de extracção de compostos fenólicos para as amostras de pepino fresco e após as diferentes secagens.

EXTRACÇÕES	% EXTRACÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS				
	Fresco	Liofilização	Secagem Estufa 40°C	Secagem Estufa 60°C	Secagem Túnel
1ª Extracção Metanol	42	42	43	42	42
2ª Extracção Metanol	34	34	33	34	34
3ª Extracção Metanol	24	25	24	24	24
1ª Extracção Acetona	46	46	46	46	46
2ª Extracção Acetona	28	28	28	28	27
3ª Extracção Acetona	26	26	26	26	26

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

A Figura 4 ilustra a recta de calibração elaborada para a quantificação dos compostos fenólicos no pepino nos seus diferentes estados (fresco, liofilização, secado em estufa a 40°C e a 60°C, secagem em túnel), representada pela seguinte Equação:

$$\text{Absorvância} = 2,998 * \text{Concentração (g/L)} + 0,1583 \quad (R^2 = 0,9934) \quad (17)$$

Como, também se notou na abóbora, verifica-se que há um elevado coeficiente de regressão, o que significa que os valores experimentais se ajustam bem a uma recta.

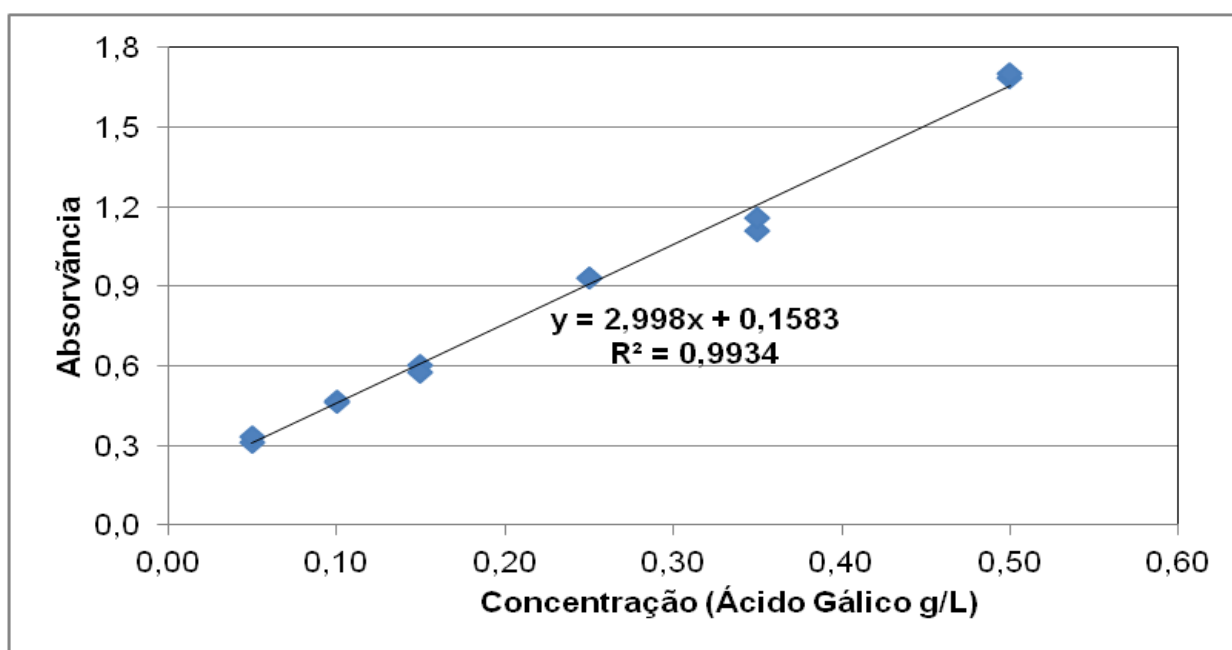


Figura 4. Recta de calibração para quantificação de compostos fenólicos no pepino fresco e após as várias secagens.

Na Figura 5 é possível verificar os valores médios e os respectivos desvios-padrão para os compostos fenólicos quantificados nas extracções de metanol e acetona obtidos para os diferentes estados do pepino.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

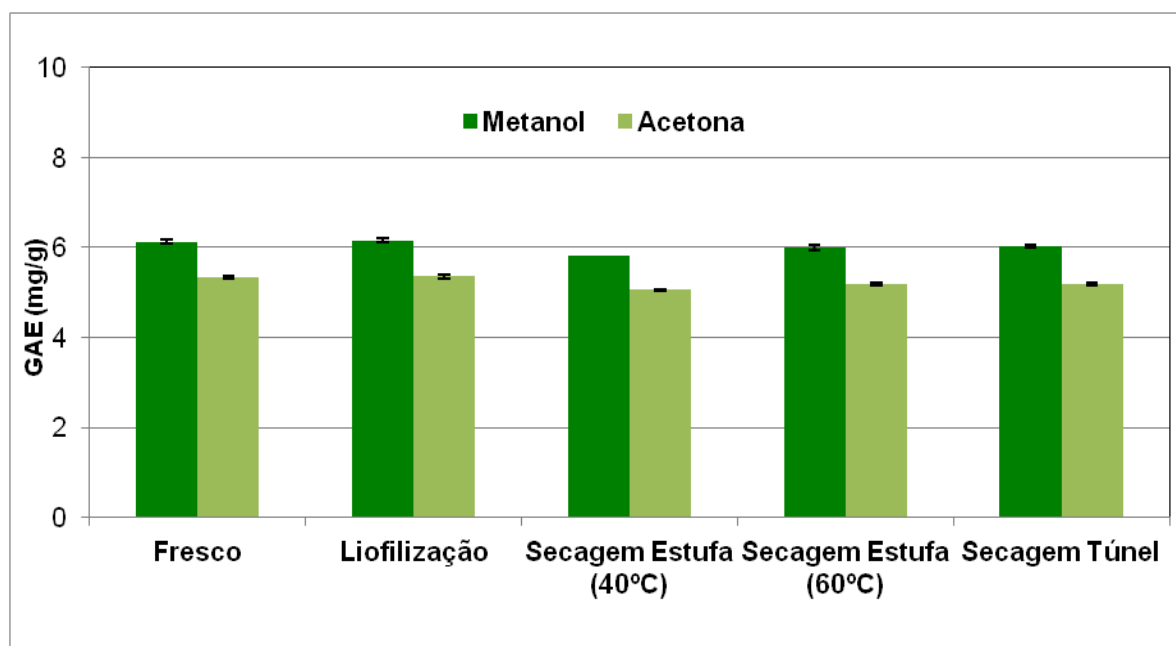


Figura 5. Compostos fenólicos do pepino fresco e secado, com extracções de metanol e acetona.

Tal como se observou na abóbora, para o pepino também se observa que os valores de fenóis totais extraídos foi sempre maior com metanol que com acetona, e mais uma vez se confirma a necessidade da utilização de dois solventes de extracção, uma vez que os valores do total fenóis extraídos com acetona representam uma parte significativa dos compostos fenólicos quantificados nas amostras diferentes (cerca de 46% em todos os casos).

Perante os resultados obtidos para os compostos fenólicos da abóbora e do pepino verifica-se que em termos de extracções os valores obtidos, tanto para o metanol como para a acetona, são praticamente iguais não sofrendo qualquer tipo de variação. Através da Equação 16 e Equação 17, verifica-se que o pepino apresenta um R^2 ligeiramente maior que o obtido pela abóbora, 0,9934 e 0,9750 respectivamente. Em relação às médias e aos desvios-padrão observa-se que a abóbora obteve valores ligeiramente mais altos, tanto para o metanol como para a acetona.

Actividade Antioxidante

Como já foi referido nos compostos fenólicos, também neste caso, dois solventes foram usados para extrair uma quantidade maior de compostos com

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

actividade antioxidante, visto que algumas moléculas são mais solúveis em metanol e outras mais solúveis em acetona.

A Tabela 17 apresenta as percentagens de extracção de compostos com actividade antioxidante obtida com extractos de metanol e acetona.

Tabela 17. Percentagem de extracção de compostos com actividade antioxidante para as amostras de abóbora fresca e após as variadas secagens.

EXTRACÇÕES	% EXTRACÇÃO DE COMPOSTOS COM ACTIVIDADE ANTIOXIDANTE				
	Fresco	Liofilização	Secagem Estufa 40°C	Secagem Estufa 60°C	Secagem Túnel
1ª Extracção Metanol	54	53	52	52	55
2ª Extracção Metanol	30	30	30	30	28
3ª Extracção Metanol	15	18	18	18	17
1ª Extracção Acetona	40	41	44	50	46
2ª Extracção Acetona	34	35	33	32	32
3ª Extracção Acetona	26	24	22	18	22

É possível verificar que para as extracções de metanol, a eficiência das extracções sucessivas é praticamente igual, independentemente do estado das amostras da abóbora (frescas ou secadas), o que significa que o procedimento é eficiente em todos os casos. As percentagens da 1ª extracção foram de 52-55% enquanto as percentagens da 3ª extracção variaram entre 15% e 18%. No que diz respeito às extracções com acetona, também as diferentes amostras da abóbora apresentam resultados idênticos de extracção, mas neste caso a extracção é menos eficiente, considerando que na 3ª extracção as percentagens de compostos antioxidantes recuperados são maiores, variando de 18 a 26%.

Na Figura 6 observa-se as duas rectas de calibração que foram efectuadas para quantificar a actividade antioxidante nos diferentes estados da abóbora (fresca,

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

liofilizada, secados em estufa a 40°C e a 60°C, secagem em túnel). Foi necessário ter duas rectas de calibração, pois as medições foram feitas em dias diferentes.

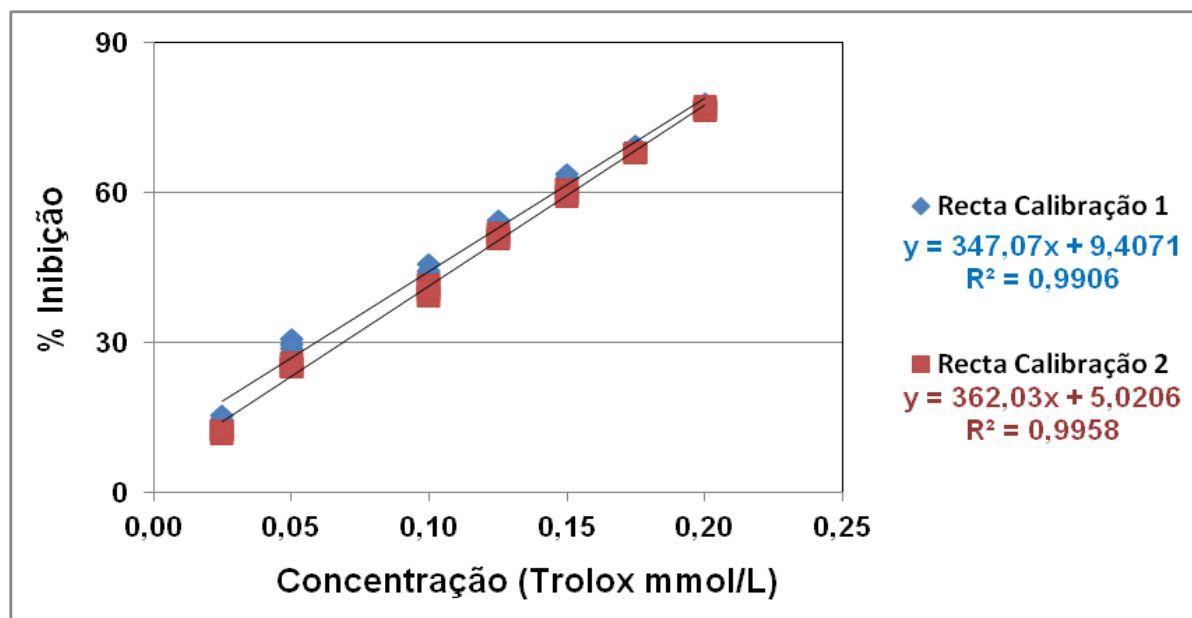


Figura 6. Rectas de calibração para quantificação da actividade antioxidante na abóbora fresca e após as várias secagens.

A Equação 18 (Recta Calibração 1) foi usada para a abóbora fresca, liofilizada e secada em túnel e a Equação 19 (Recta Calibração 2) foi usada para a abóbora secada em estufa a 40°C e a 60°C:

$$\% \text{ Inibição} = 347,07 * \text{Concentração (mmol/L)} + 9,4071 \quad (R^2 = 0,9906) \quad (18)$$

$$\% \text{ Inibição} = 362,03 * \text{Concentração (mmol/L)} + 5,0206 \quad (R^2 = 0,9958) \quad (19)$$

As duas rectas de calibração são bastante semelhantes e têm valores R^2 relativamente altos, o que indica uma boa relação linear entre as duas variáveis

A Figura 7 apresenta os valores médios e os seus desvios-padrão para os valores da actividade antioxidante medida em extractos de metanol e acetona obtidos para a abóbora fresca, liofilizada, secada em estufa a 40°C e a 60°C, secada em túnel.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

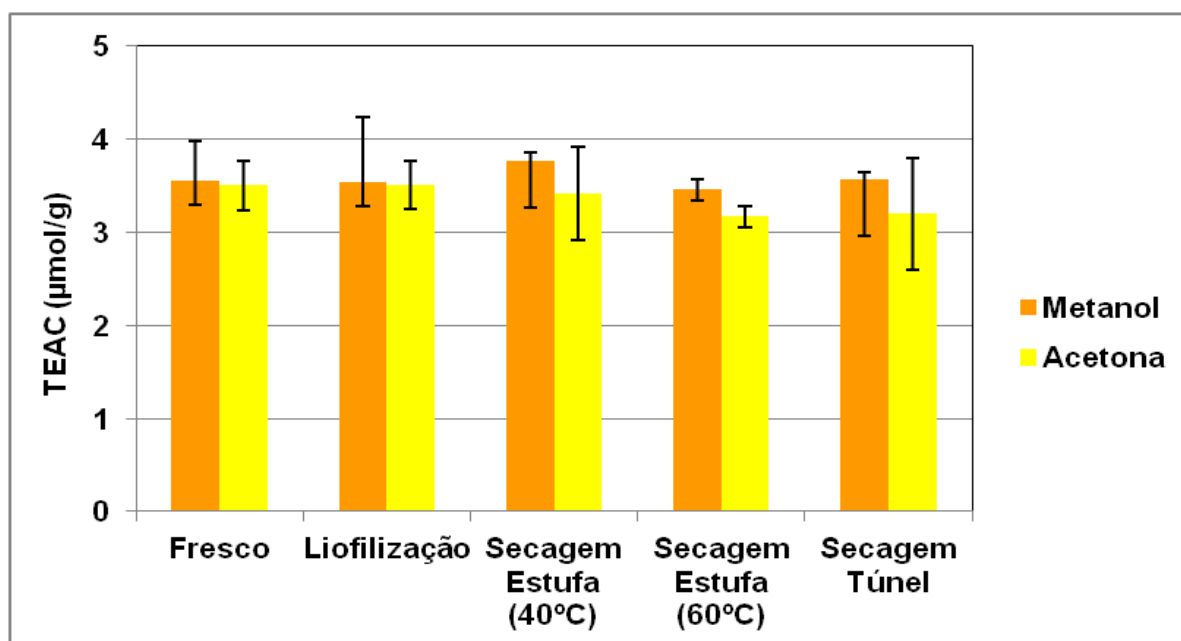


Figura 7. Actividade antioxidante da abóbora fresca e secada, com extracções de metanol e acetona.

Os resultados mostram que, excepto para as amostras de abóbora secada a 40°C e a 60°C e em túnel, se obtiveram valores iguais de actividade antioxidante nos dois solventes de extracção, nos outros casos, observou-se que a actividade foi maior nos extractos de metanol. No entanto, os resultados indicam que ambos os extractos são igualmente ricos em compostos com actividade antioxidante. Quanto ao efeito da secagem sobre a actividade antioxidante, pode observar-se que a secagem praticamente não a influencia, pelo menos para os métodos e condições testadas no presente trabalho. No entanto, o produto originado pela secagem em estufa à temperatura mais alta (60°C) apresentou uma menor actividade antioxidante.

Bennett et al. (2011) estudaram o efeito de condições de secagem em polifenóis totais e na actividade antioxidante de diferentes frutas secas e observaram que para sultanas as condições de secagem podem afectar os atributos de qualidade sensorial relacionados de uvas, enquanto para todas as outras frutas, as condições de secagem não induziram mudanças significativas em fenóis totais ou actividade antioxidante. Peñarrieta et al. (2011) avaliaram as mudanças em antioxidantes fenólicos para liofilizar e secar ao sol batatas por duas metodologias: o poder férrico antioxidante de redução e ABTS. Os resultados mostraram que através do método do poder férrico a actividade antioxidante diminuiu, mas permaneceu a

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

mesma quando se utilizou o método ABTS. Peinado et al. (2009) mostraram que, durante a secagem de uvas, houve formação de compostos de alta massa molecular e que são considerados, parcialmente, responsáveis pela actividade antioxidante. As catequinas e procianidinas, bem como procianidinas poliméricas foram bastante reforçadas durante a secagem. Além disso, a actividade antioxidante não variou durante a secagem, embora tenha ocorrido uma redução de fenólicos totais. Choi et al. (2011) estudaram o efeito de armazenamento e tratamento térmico dos compostos fenólicos de cascas de frutas cítricas e concluíram que ambos, originam um aumento de bioactividade e de fenóis totais.

A Tabela 18 exhibe as percentagens de recuperação dos compostos com actividade antioxidante obtida com as diferentes extracções, também usando metanol e acetona, para extrair uma maior quantidade de antioxidantes.

Tabela 18. Percentagem de extracção de compostos com actividade antioxidante para as amostras de pepino fresco e após as variadas secagens.

EXTRACÇÕES	% EXTRACÇÃO DE COMPOSTOS COM ACTIVIDADE ANTIOXIDANTE				
	Fresco	Liofilização	Secagem Estufa 40°C	Secagem Estufa 60°C	Secagem Túnel
1ª Extracção Metanol	53	54	51	54	53
2ª Extracção Metanol	31	30	30	29	30
3ª Extracção Metanol	16	17	19	17	17
1ª Extracção Acetona	40	51	40	45	45
2ª Extracção Acetona	34	32	35	32	33
3ª Extracção Acetona	26	17	24	23	21

De modo semelhante ao que foi observado anteriormente para a extracção de fenóis, também no caso de antioxidantes a eficiência das extracções sucessivas é praticamente igual, independentemente do estado do pepino (fresco ou secado),

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

sendo esta tendência observada nas extracções com ambos os solventes. No entanto, quando se compara com a extracção dos compostos fenólicos, observa-se que a eficiência da 3ª extracção com metanol é um pouco menor, com valores de 16-19%, em vez de 24-25%.

A Figura 8 mostra as rectas de calibração que foram obtidas para quantificar a actividade antioxidante do pepino, fresco e secado, sendo, mais uma vez, necessário efectuar duas rectas de calibração visto que as determinações de absorvância foram feitas em dias diferentes.

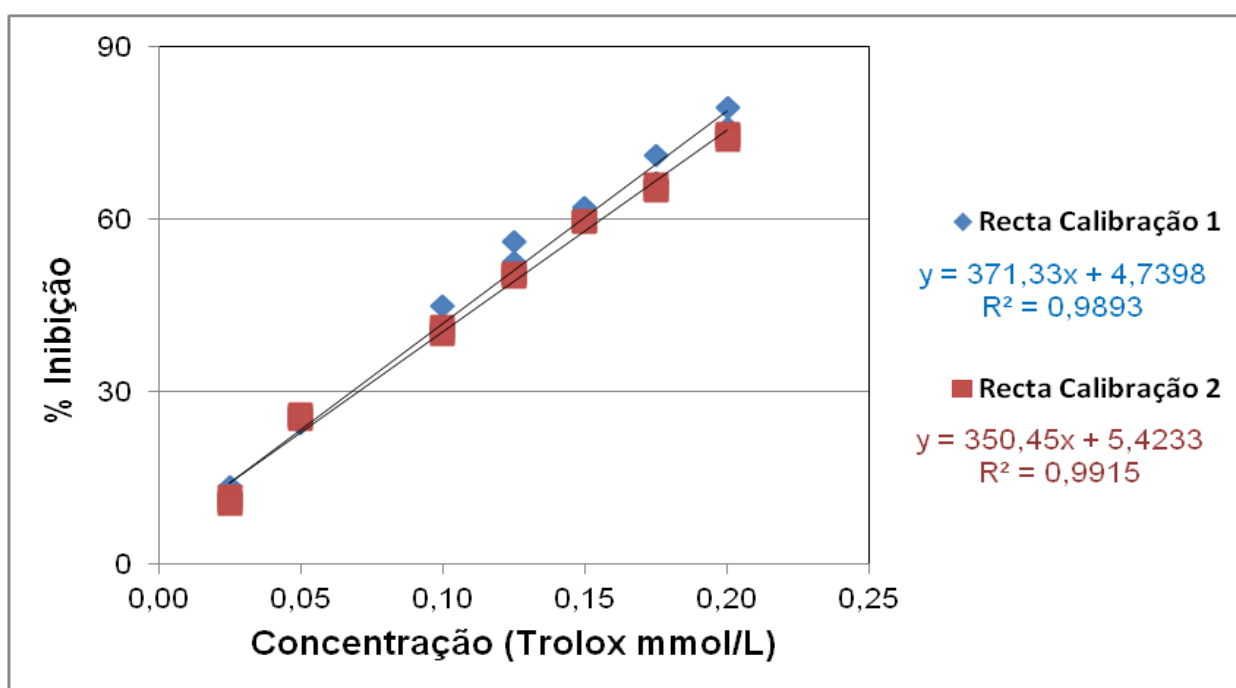


Figura 8. Rectas de calibração para quantificação da actividade antioxidante no pepino fresco e após as várias secagens.

A recta de calibração 1 foi aplicada ao pepino fresco e ao pepino secado em estufa a 40°C e a 60°C (Equação 20) enquanto a recta de calibração 2 foi aplicada ao pepino liofilizado e seco em túnel (Equação 21).

$$\% \text{ Inibição} = 371,33 * \text{Concentração (mmol/L)} + 4,7398 \quad (R^2 = 0,9893) \quad (20)$$

$$\% \text{ Inibição} = 350,45 * \text{Concentração (mmol/L)} + 5,4233 \quad (R^2 = 0,9915) \quad (21)$$

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

Também neste caso, as duas rectas de calibração têm valores relativamente altos de R^2 e verifica-se ainda que as rectas são bastante semelhantes.

A Figura 9 apresenta os valores da actividade antioxidante (valores médios e desvios-padrão) calculados para os extractos de metanol e acetona para o pepino fresco e para os diferentes estados de secagem.

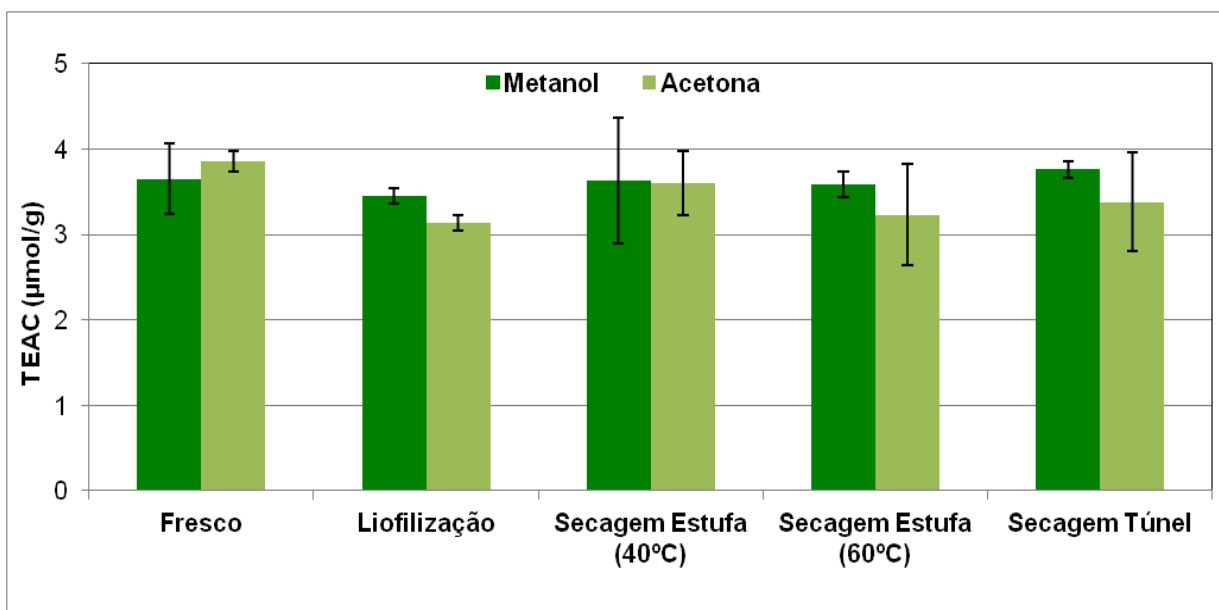


Figura 9. Actividade antioxidante do pepino fresco e secado, com extracções de metanol e acetona.

Contrariamente ao que foi observado anteriormente para os fenóis totais, no qual o extracto de metanol apresentou sempre valores superiores, neste caso isso só se verifica em alguns casos como na liofilização, secagem em estufa a 60°C e secagem em túnel enquanto para a secagem em estufa a 40°C os valores são iguais em ambos os solventes e no caso do pepino fresco, a actividade antioxidante é maior no extracto de acetona, embora essa diferença seja pequena. A quantificação da actividade antioxidante nos extractos de acetona varia entre 17 e 51% dos compostos totais extraídos. Comparando as diferentes amostras de pepino e como também já foi verificado para a abóbora, a secagem não provoca mudanças significativas neste parâmetro. No entanto, é interessante mencionar que no caso da liofilização ocorre uma ligeira diminuição desta actividade, o que pode acontecer devido à degradação de outros compostos com a actividade antioxidante, que não

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

os compostos fenólicos, pois estes últimos não foram afectados pela secagem (liofilização), como já havia sido visto anteriormente.

Perante os resultados obtidos para a actividade antioxidante da abóbora e do pepino verifica-se que em termos de extracções, e como também já foi verificado para o caso dos compostos fenólicos, as percentagens obtidas são, novamente, bastante semelhantes. No caso das rectas de calibração verifica-se que a abóbora obteve uma absorvância menor mas, em compensação, obteve R^2 ligeiramente maiores que os obtidos pelo pepino. E em relação às médias e desvios-padrão observa-se que os valores obtidos para o metanol e para a acetona foram semelhantes tanto para a abóbora como para o pepino, apesar de no caso do pepino fresco a percentagem de extracto de acetona ter sido mais elevado que o de metanol.

A Figura 10 mostra a correlação entre a actividade antioxidante e os compostos fenólicos obtidos para todas as amostras de abóbora analisadas e considerando ambos os solventes (metanol e acetona).

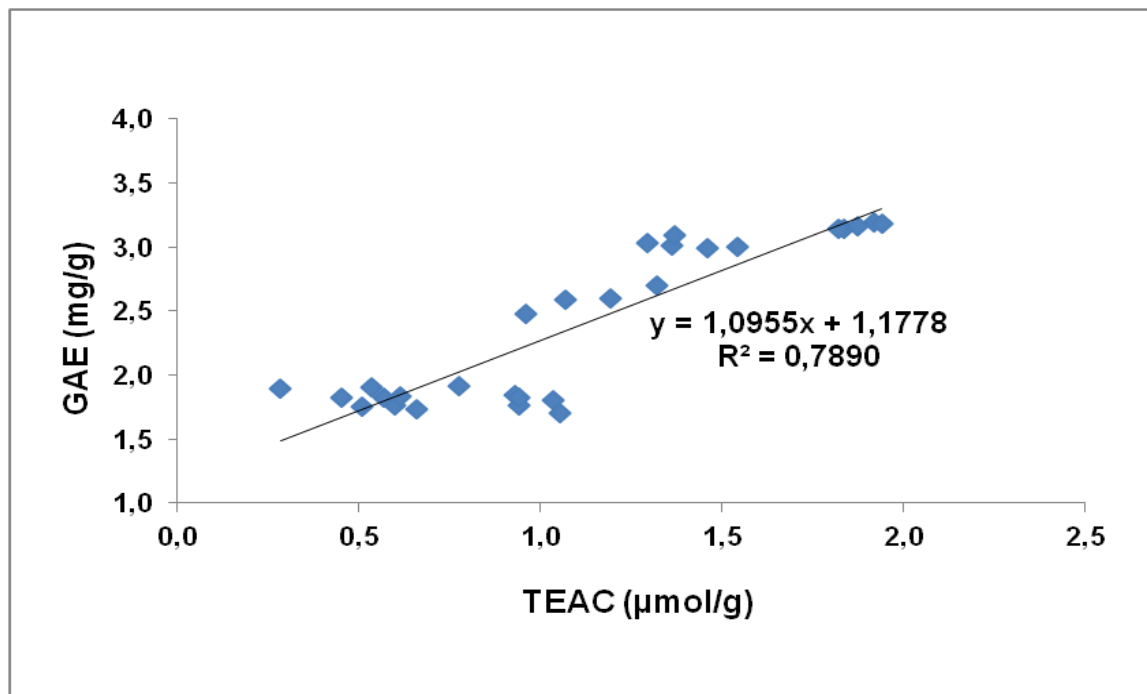


Figura 10. Correlação entre a actividade antioxidante e os compostos fenólicos para a abóbora.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

Atendendo ao valor do coeficiente de regressão (0,789), pode observar-se que há alguma correlação entre estas duas variáveis (actividade antioxidante e compostos fenólicos) (Equação 22), o que significa que a actividade antioxidante está de alguma forma directamente relacionada com a quantidade de compostos fenólicos presentes, como era esperado.

$$\text{TEAC } (\mu\text{mol/g}) = 1,0955 * \text{GAE } (\text{mg/g}) + 1,1778 \quad (R^2 = 0,7890) \quad (22)$$

A Figura 11 mostra as regressões aplicadas separadamente para os pontos obtidos a partir dos dois solventes testados (metanol e acetona), para o caso da abóbora.

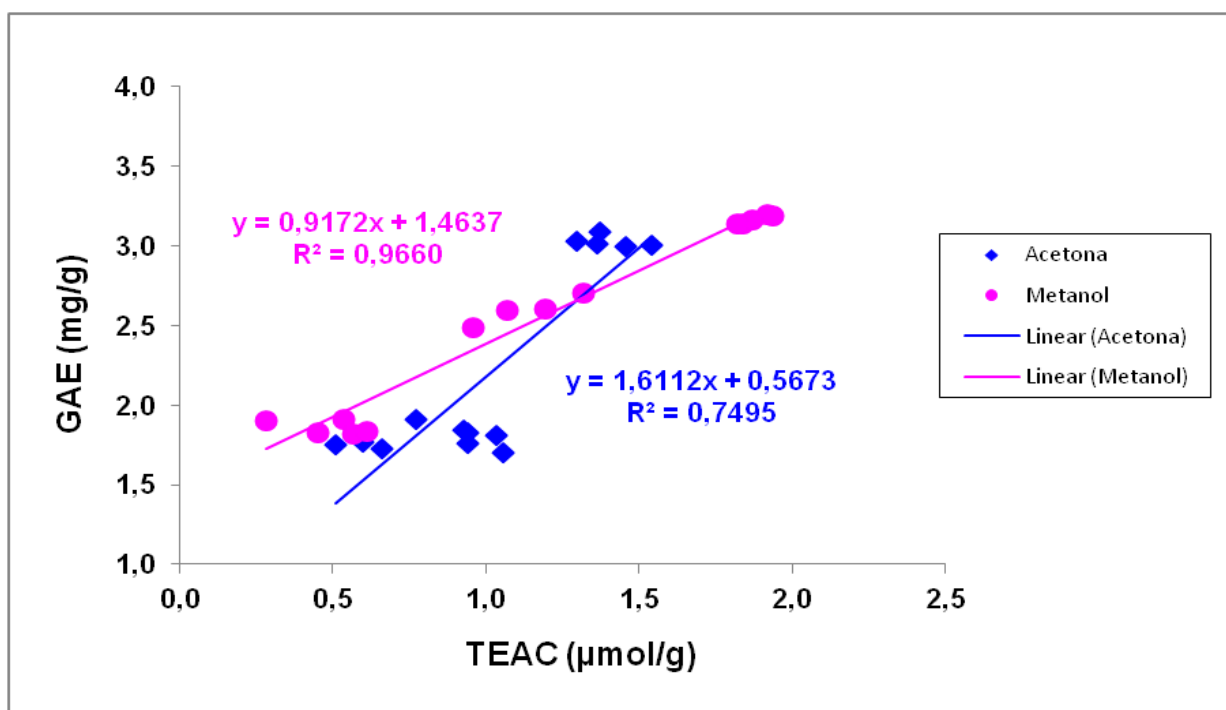


Figura 11. Correlação entre a actividade antioxidante e os compostos fenólicos para a abóbora, para os solventes separadamente.

Ao analisar o gráfico da Figura 11 torna-se evidente que o ajuste obtido para o metanol (Equação 23) é muito melhor do que o obtido para a acetona (Equação 24), como se pode verificar através dos valores do coeficiente de regressão obtidos, sendo de 0,9660 e 0,7495, respectivamente.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

$$\text{TEAC } (\mu\text{mol/g}) = 0,9172 * \text{GAE } (\text{mg/g}) + 1,4637 \quad (R^2 = 0,9660) \quad (23)$$

$$\text{TEAC } (\mu\text{mol/g}) = 1,6112 * \text{GAE } (\text{mg/g}) + 0,5673 \quad (R^2 = 0,7495) \quad (24)$$

A Figura 12 ilustra a correlação entre a actividade antioxidante e os compostos fenólicos obtidos para todas as amostras de pepino analisadas, e nos diferentes extractos, quer com metanol quer com acetona.

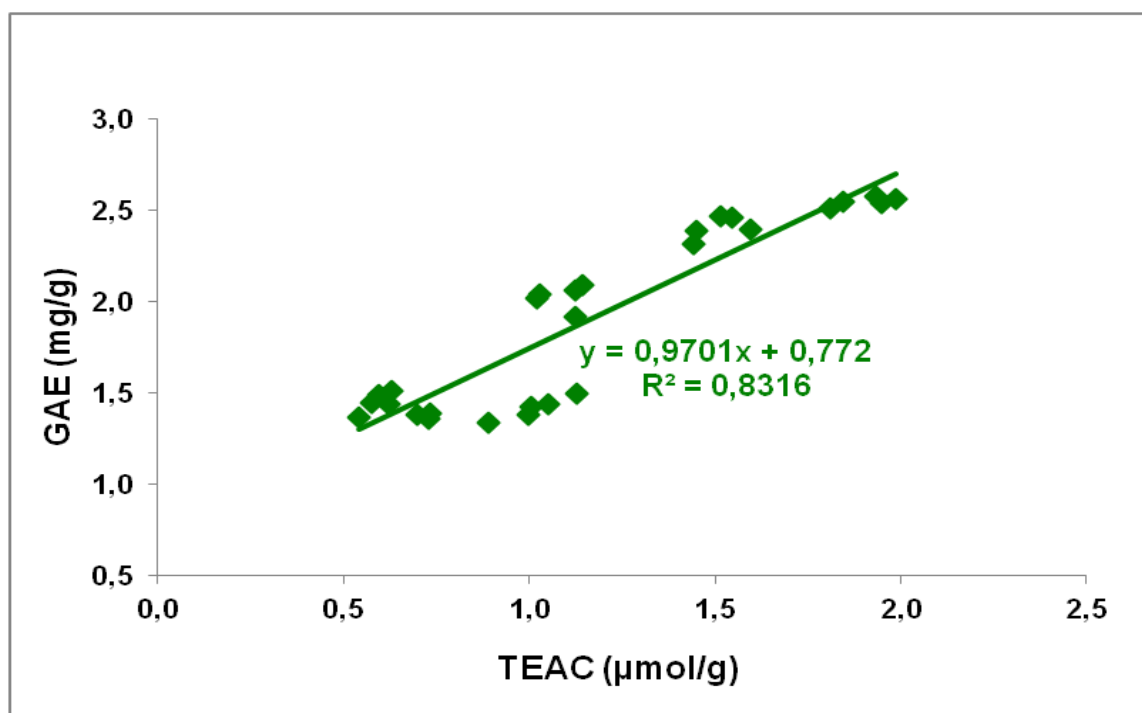


Figura 12. Correlação entre a actividade antioxidante e os compostos fenólicos para o pepino.

A partir do gráfico, e tendo em atenção o valor do coeficiente de regressão, pode observar-se que há alguma correlação entre estas duas variáveis, o que significa que a actividade antioxidante está directamente relacionada com a quantidade de compostos fenólicos presentes (Equação 22), tal como também observado para a abóbora.

$$\text{TEAC } (\mu\text{mol/g}) = 0,9701 * \text{GAE } (\text{mg/g}) + 0,772 \quad (R^2 = 0,8316) \quad (25)$$

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

A Figura 13 mostra as regressões aplicadas separadamente para os valores experimentais obtidos a partir dos dois solventes testados (metanol e acetona), para o caso do pepino.

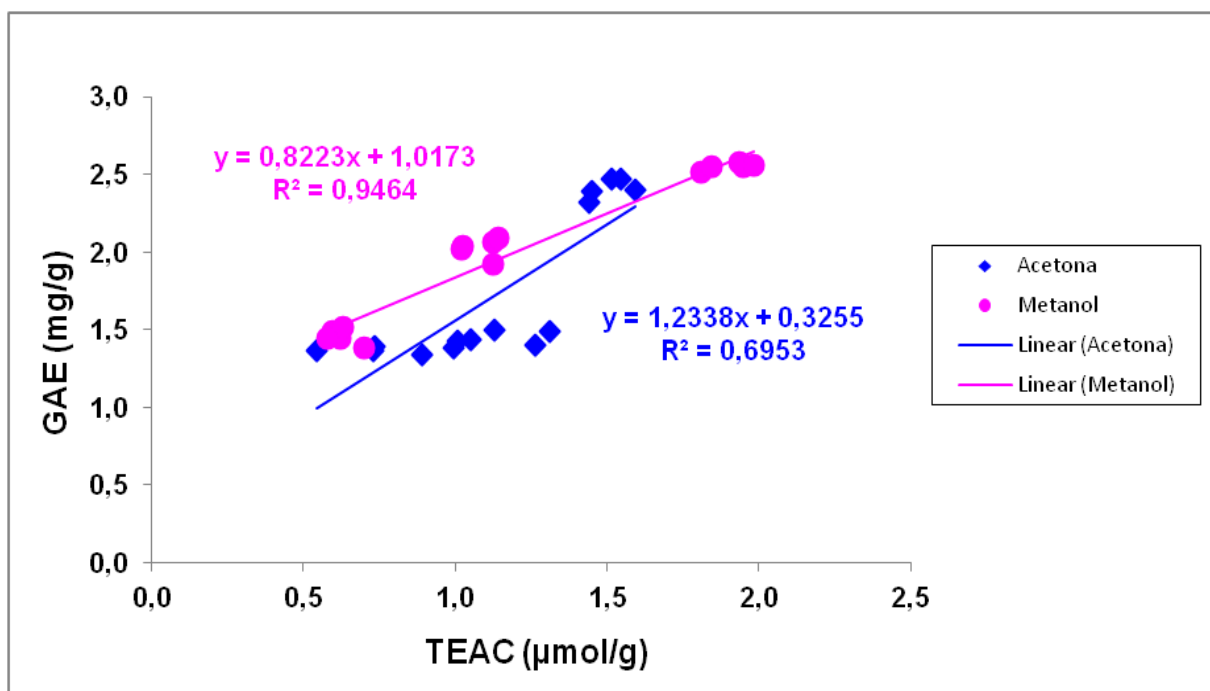


Figura 13. Correlação entre a actividade antioxidante e os compostos fenólicos para o pepino, para os solventes separadamente.

Através da análise do gráfico da Figura 13, e tal como anteriormente verificado para o caso da abóbora, os resultados obtidos para o pepino, a partir do metanol, (Equação 26) apresentam um ajuste superior do que os obtidos através da acetona (Equação 27), com o valor do coeficiente de regressão de 0,9464 para o metanol e de 0,6953 para a acetona.

$$\text{TEAC } (\mu\text{mol/g}) = 0,9172 * \text{GAE } (\text{mg/g}) + 1,4637 \quad (R^2 = 0,9660) \quad (26)$$

$$\text{TEAC } (\mu\text{mol/g}) = 1,6112 * \text{GAE } (\text{mg/g}) + 0,5673 \quad (R^2 = 0,7495) \quad (27)$$

E em relação à correlação entre a actividade antioxidante e os compostos fenólicos verifica-se que a abóbora obteve um coeficiente de regressão ligeiramente

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

mais baixo quando comparada com o pepino, 0,7890 e 0,8316, respectivamente. Quando se comparam os dois produtos em termos de correlação da actividade antioxidante e dos compostos fenólicos, analisando os dois solventes (metanol e acetona) separadamente observa-se que a abóbora obtém valores ligeiramente mais elevados em relação ao pepino, ao contrário do que foi verificado anteriormente. No caso do metanol, o coeficiente de regressão foi de 0,9660 para a abóbora e de 0,9464 para o pepino. No caso da acetona, o coeficiente de regressão foi de 0,7495 para a abóbora e de 0,6953 para o pepino.

Textura

A Figura 14 mostra os valores médios obtidos para a dureza, calculados pela Equação 8, para a polpa da abóbora fresca a 2cm e a 4cm da casca.

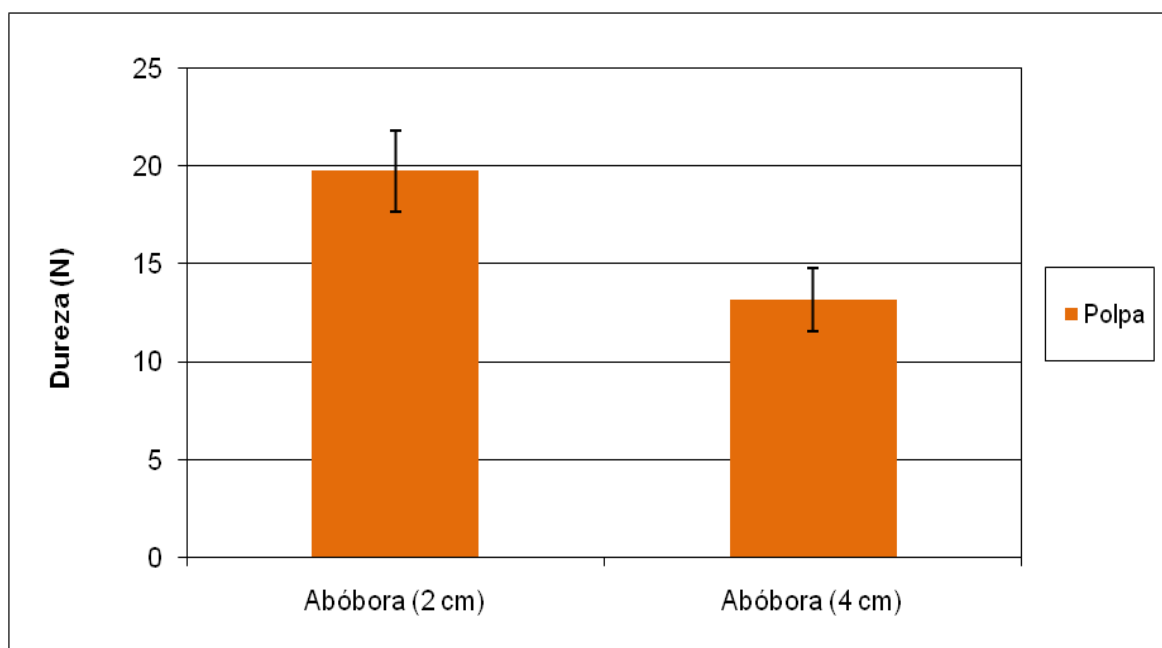


Figura 14. Dureza da polpa da abóbora fresca a 2cm e a 4cm da casca.

A dureza representa a força necessária para deformar a amostra na mastigação, e que é exercida por comprimir a comida entre os dentes ou entre a língua e a boca. Através do gráfico da Figura 14 é possível verificar que a dureza da abóbora a 2cm da casca é maior que a medida a 4cm da casca, cerca de 20N e 13N, respectivamente. Isto indica que, os tecidos da polpa se tornam mais suaves à

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

medida que a distância à casca aumenta. Esta tendência foi observada anteriormente por Guiné & Barroca (*in press*), para amostras medidas a 1, 2 e 4cm da casca e usando duas direcções (axial e radial). Nesse trabalho, os autores encontraram valores em torno de 32N a 1cm, cerca de 20N a 3cm e na ordem de 12N a 4cm, que estão em conformidade com os encontrados no presente estudo.

Através da Tabela 19 são apresentados os resultados obtidos para a adesividade, calculada pela Equação 9, para a polpa da abóbora fresca a 2cm e a 4cm da casca.

Tabela 19. Valores obtidos para a adesividade da polpa da abóbora fresca a 2cm e a 4cm da casca.

ADESIVIDADE (N.s)	Valores médios (Polpa)	Desvio Padrão (Polpa)
2cm da casca	- 0,010	0,011
4cm da casca	- 0,008	0,011
Número de medições efectuadas	20	20

A adesividade representa a força necessária para remover o material que adere a uma superfície específica, como é o caso da língua ou dos dentes, sendo uma medida de rigidez do material. Os valores encontrados para a adesividade tanto para a abóbora fresca a 2cm e a 4cm são praticamente iguais a zero, podendo concluir-se que este alimento não apresenta adesividade mensurável.

A Figura 15 mostra os resultados obtidos para a elasticidade, calculada pela Equação 10, para a polpa da abóbora fresca a 2cm e a 4cm da casca.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

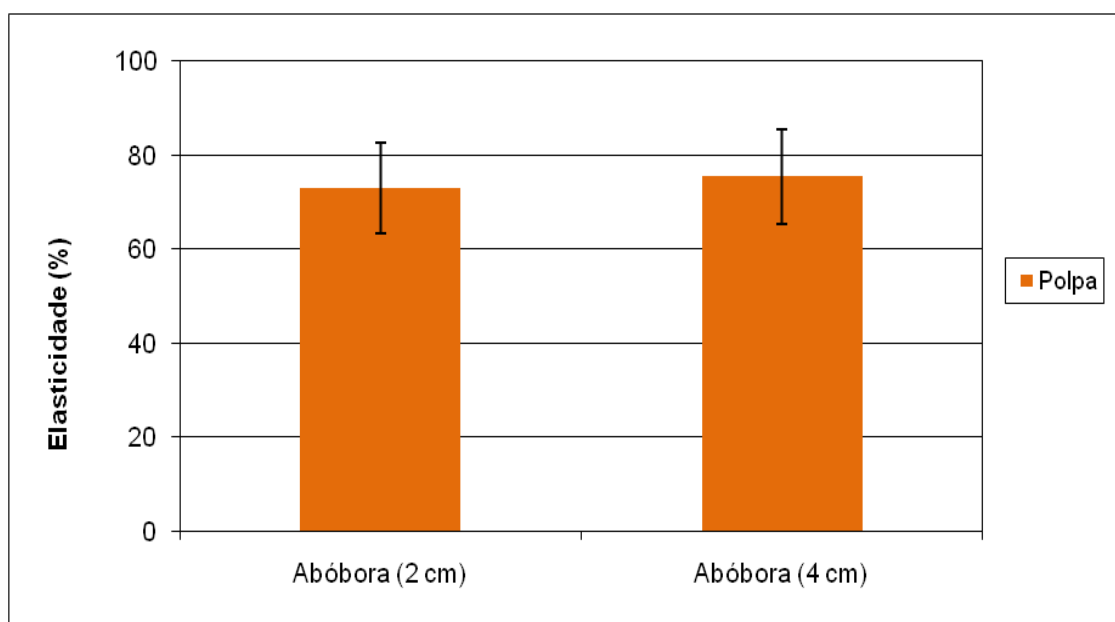


Figura 15. Elasticidade da polpa da abóbora fresca a 2cm e a 4cm da casca.

A elasticidade mede o grau de recuperação da forma da amostra após a retirada da força que a deforma e, portanto, está relacionado com a elasticidade do produto. Os resultados obtidos para a elasticidade da abóbora fresca nas duas posições analisadas são muito semelhantes (cerca de 70% para 2cm da casca e cerca de 75% para 4cm da casca). Na literatura, são mencionados valores para a elasticidade da polpa da abóbora, na direcção axial, em relação à distância da casca (72%, 67% e 68% para 1cm, 3cm e 4cm, respectivamente) (Guiné & Barroca, *in press*). O valor obtido para a abóbora fresca a 4cm da casca, no caso presente foi relativamente mais elevado (75%) do que o valor referido na literatura para a mesma posição (68%).

A Figura 16 apresenta os valores obtidos para a coevisidade, calculada pela Equação 11, para a abóbora fresca a 2cm e a 4cm da casca.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

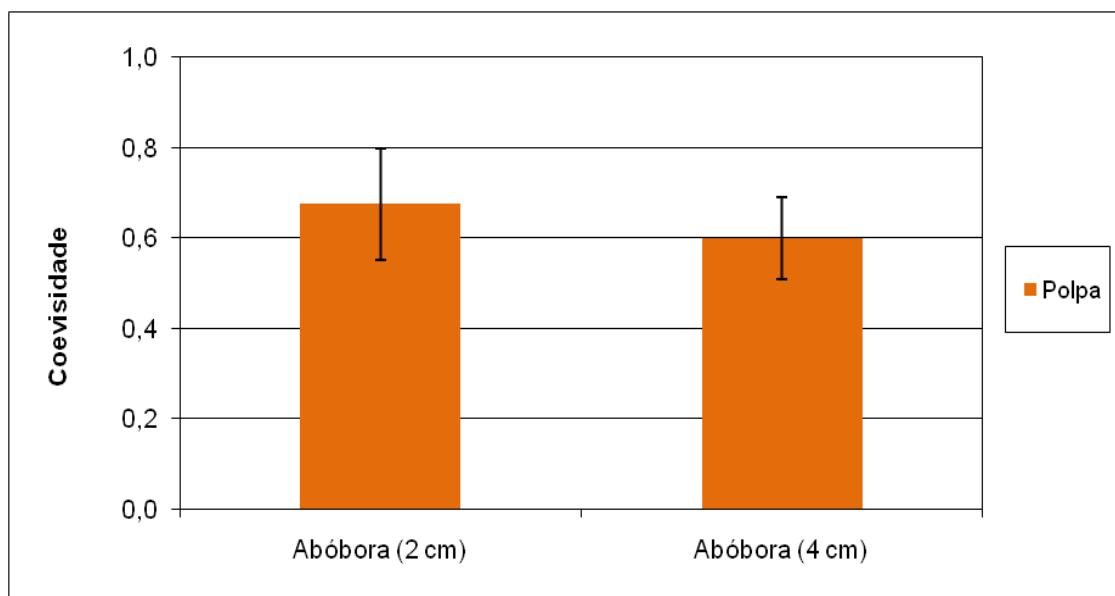


Figura 16. Coesividade da polpa da abóbora fresca a 2cm e a 4cm da casca.

A coesividade é apontada como sendo a força das ligações internas e que mede o grau de deformação antes da ruptura, ao morder com os molares. A partir da Figura 16 é possível verificar que este parâmetro é ligeiramente maior para a abóbora fresca a 2cm da casca (0,7) do que para a abóbora a 4cm da casca (0,6). Estes valores são um pouco superiores aos encontrados na literatura para a coesividade da abóbora a 1cm, 3cm e 4cm da casca (Guiné & Barroca, *in press*), que são em torno de 0,5 em todos os casos.

A Figura 17 mostra os resultados da mastigabilidade, calculada através da Equação 12, obtidos para a abóbora fresca a 2cm e a 4cm da casca.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

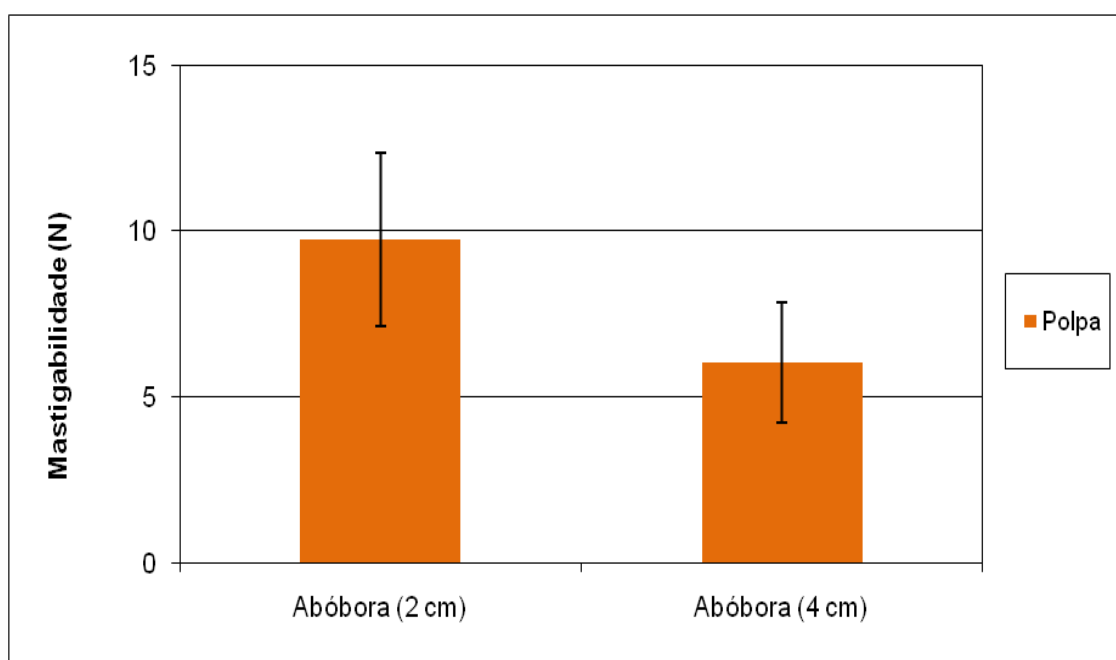


Figura 17. Mastigabilidade da polpa da abóbora fresca a 2cm e a 4cm da casca.

A mastigabilidade é o trabalho necessário para mastigar a amostra com uma consistência adequada para a engolir. Por conseguinte, esta propriedade textural depende fortemente da dureza, da elasticidade e da coevisidade. Os resultados obtidos revelam que a mastigabilidade da polpa da abóbora fresca a 2cm da casca é muito maior que a 4cm da casca, como já havia sido verificado na Figura 14 (dureza). A mastigabilidade foi de 10N e 6N, respectivamente, para 2cm e 4cm da casca, sendo estes valores superiores aos relatados na literatura: 6N para 3cm e cerca de 4N para 4cm da casca (Guiné & Barroca, *in press*).

A textura é um dos principais factores que afectam a qualidade do pepino (*Cucumis sativus* L.) (Kohyama et al., 2009).

A Figura 18 apresenta os valores de dureza para a casca e a polpa de pepinos frescos, verificando-se que a dureza da casca é maior que a dureza da polpa, para os três pepinos analisados, e, além disso, que os resultados dos três pepinos foram bastante semelhantes, permitindo concluir que havia bastante homogeneidade entre as amostras.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

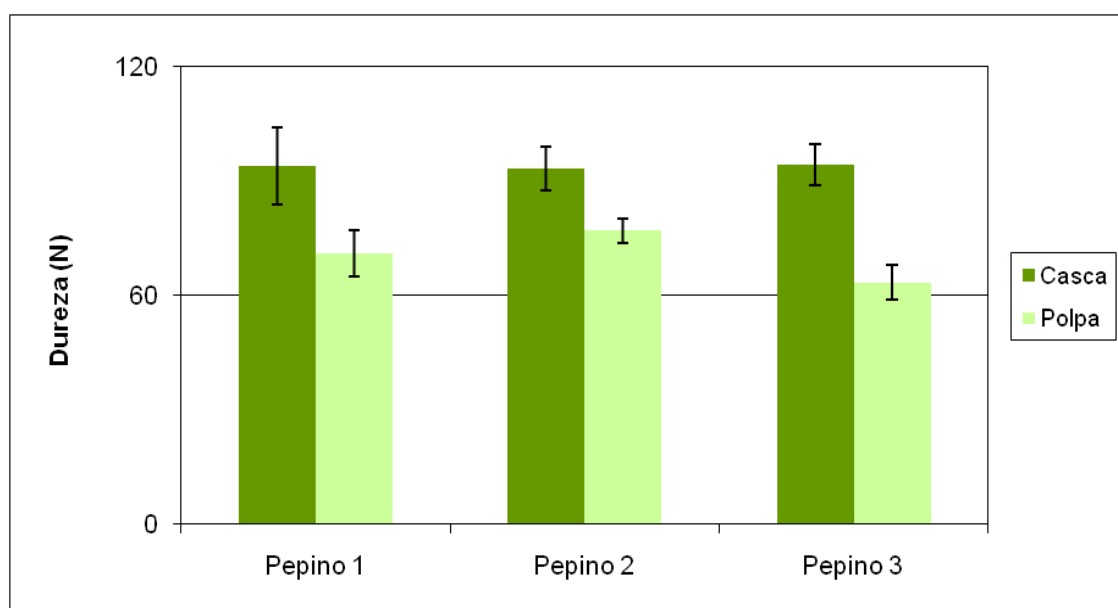


Figura 18. Dureza da casca e da polpa de três pepinos frescos.

A partir dos resultados obtidos os valores estimados para a dureza da casca e da polpa do pepino fresco foram, respectivamente, 94N e 70N, estando de acordo com resultados apresentados por Kang et al. (2002), que relatam valores de dureza de pepino fresco entre 70N e 90N.

Dos resultados obtidos (Figura 19) observa-se que a adesividade da casca é praticamente nula nos três pepinos frescos estudados. Em relação à adesividade da polpa verifica-se que é ligeiramente maior quando comparada com a casca e que o pepino 2 apresenta um valor mais elevado do que a do pepino 1 mas muito semelhante ao do pepino 3.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

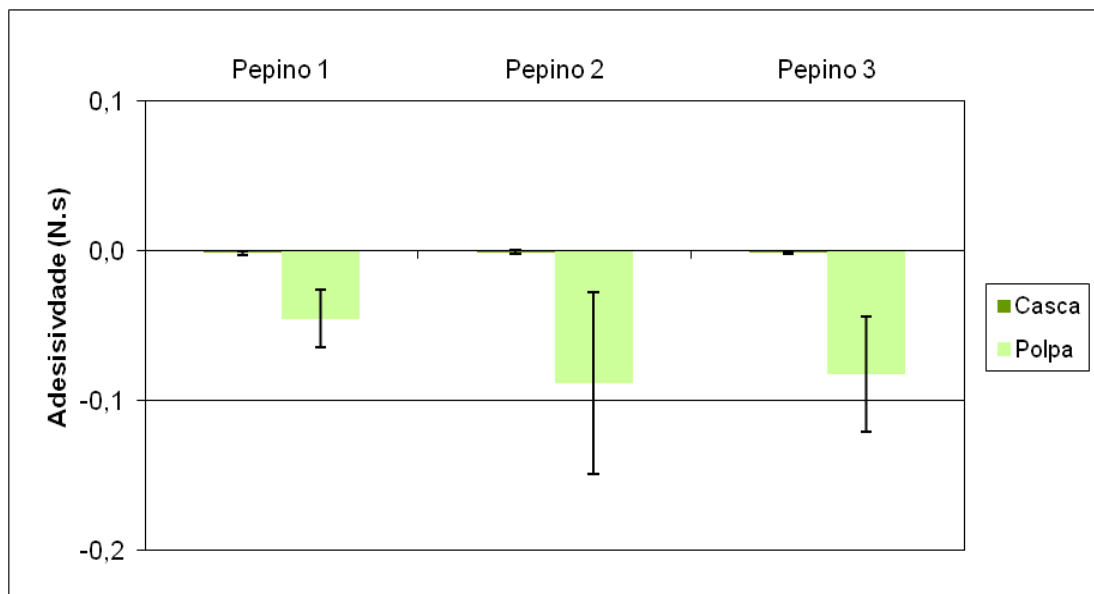


Figura 19. Adesividade da casca e da polpa de três pepinos frescos.

A Figura 20 apresenta os valores da elasticidade para a casca e polpa dos pepinos frescos.

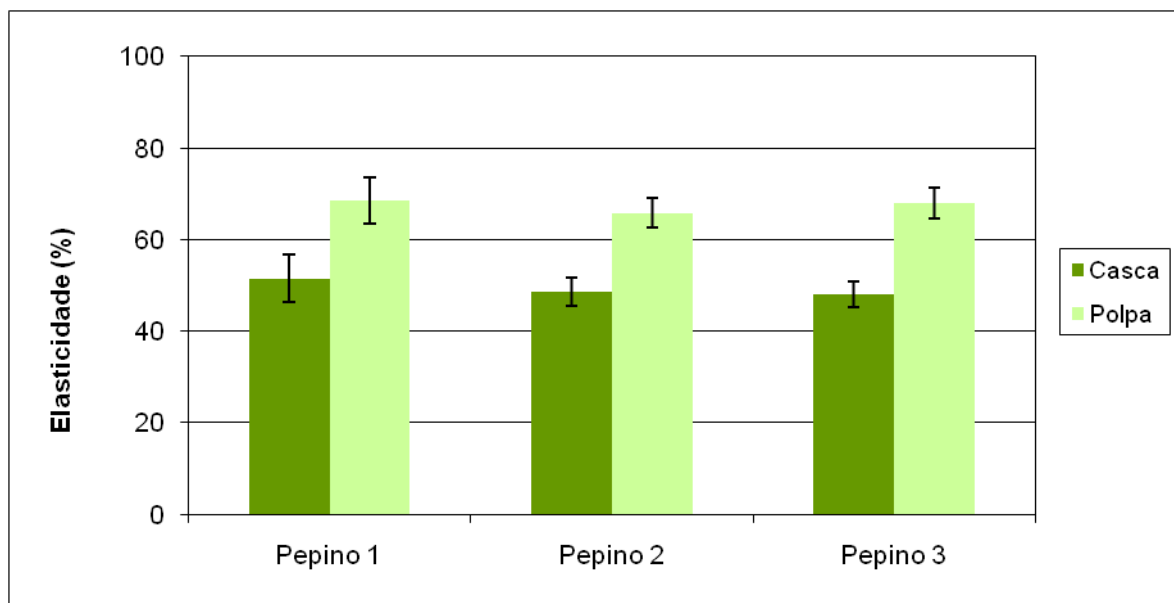


Figura 20. Elasticidade da casca e da polpa de três pepinos frescos.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

Mais uma vez se verifica que os três pepinos obtiveram resultados bastante semelhantes entre si. Além disso, a elasticidade foi maior para a polpa (cerca de 70%) do que para a casca (perto de 50%), revelando uma natureza mais elástica da polpa.

Os resultados obtidos para a coesividade da casca e da polpa dos pepinos frescos (Figura 21) mostram que os pepinos 1 e 2 apresentam uma coesividade bastante semelhante, quer na polpa quer na casca, enquanto o pepino 3 mostra algumas diferenças, ou seja, apresenta um valor mais elevado para a polpa do que para a casca.

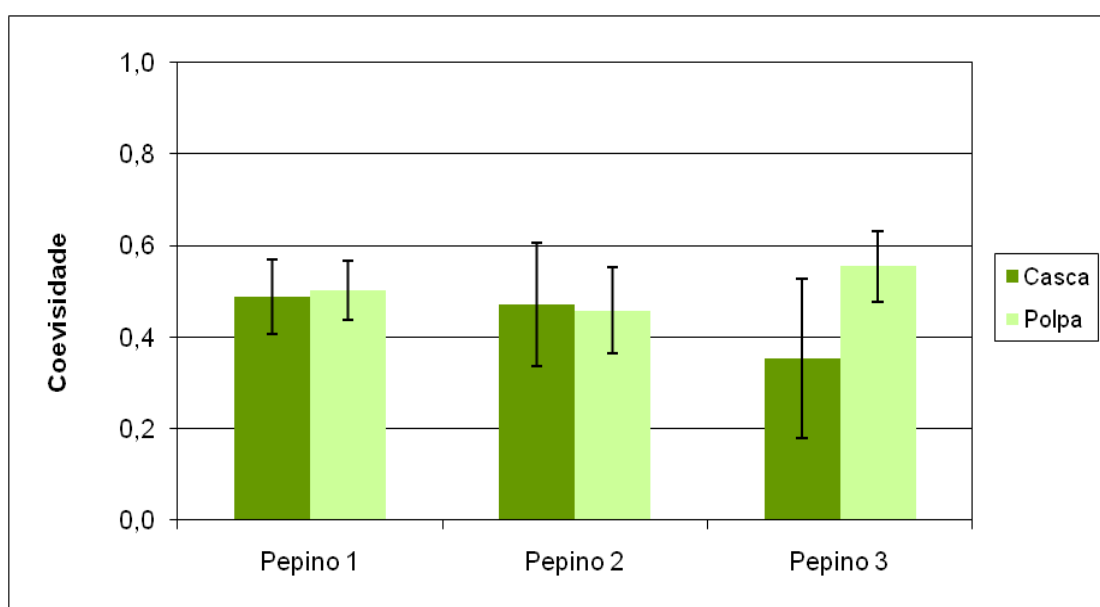


Figura 21. Coesividade da casca e da polpa de três pepinos frescos.

Os valores da mastigabilidade das amostras frescas apresentadas na Figura 22 mostram que o pepino 3 é diferente dos outros dois, como resultado da tendência observada anteriormente para a coesividade (Figura 21).

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

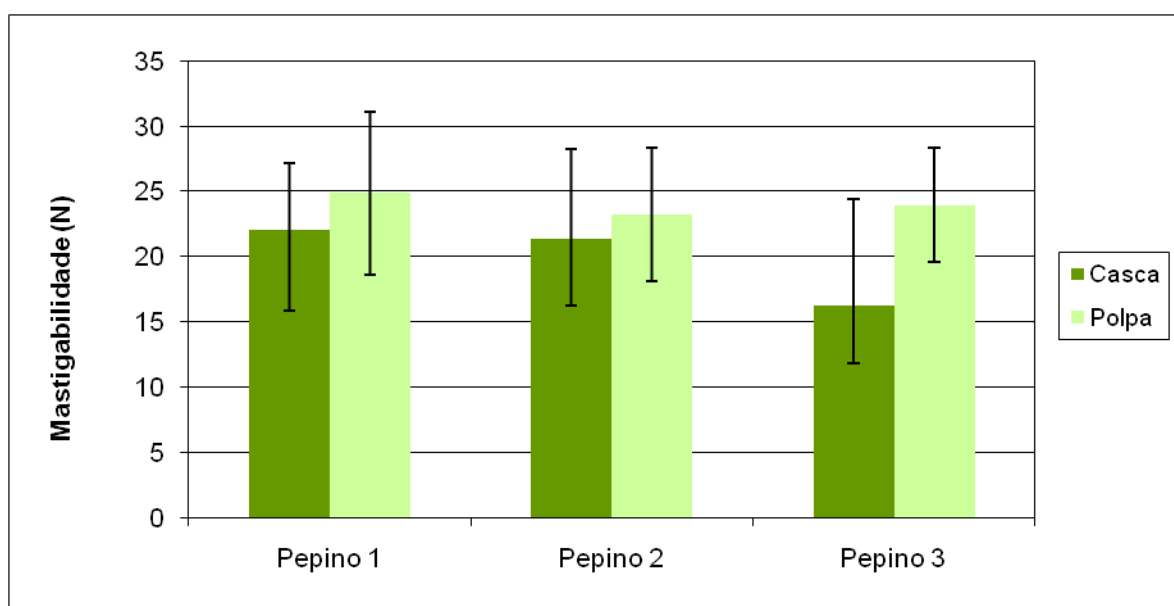


Figura 22. Mastigabilidade da casca e da polpa de três pepinos frescos.

Por outro lado, os pepinos 1 e 2 são muito parecidos, e os valores mais elevados para a mastigabilidade, que foram mais elevados na polpa, foram influenciados pelos valores obtidos pela elasticidade, mas as diferenças, neste caso, não são tão marcantes porque a outra propriedade textural que influencia a mastigabilidade é a dureza, e esta última foi menor na polpa.

Em termos de comparação, segue-se a Figura 23 que apresenta os valores da dureza da polpa do estado fresco e das várias secagens para a abóbora e para o pepino.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

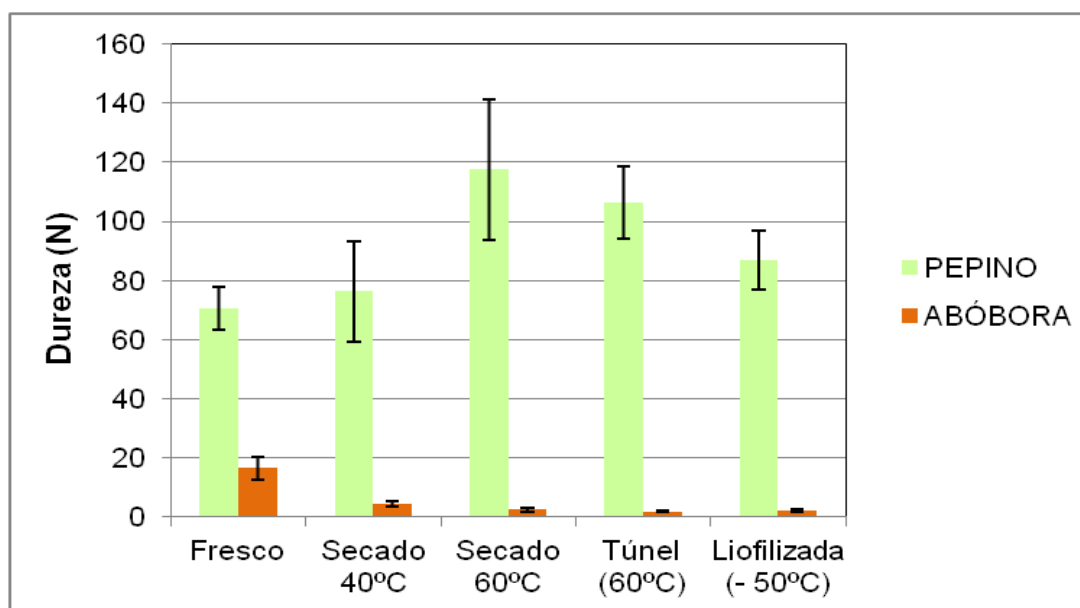


Figura 23. Dureza da polpa da abóbora e do pepino em fresco e após as variadas secagens.

A partir dos resultados obtidos em termos de variação na dureza da polpa do estado fresco e das várias secagens, verifica-se que o pepino é mais duro visto que apresenta valores muito superiores em relação à abóbora, que apresenta uma diminuição bastante acentuada deste parâmetro. A polpa do pepino resultante da secagem a 60°C apresenta o valor mais elevado de todos, cerca de 120N. O valor da dureza do pepino que é mais semelhante ao fresco é o da secagem a 40°C, chegando perto dos 80N.

A abóbora apresenta valores bastante inferiores quando comparada com o pepino, sendo a abóbora fresca a que tem maior valor em termos de dureza, perto de 20N. A secagem na estufa a 40°C produziu a mudança menos intensa na dureza, diminuindo de cerca de 16N para 4N, embora tenha sido uma diminuição muito importante, representando 75% em relação ao valor da abóbora fresca. Para o caso da secagem na estufa a 60°C a redução foi de cerca de 81%, enquanto para os outros dois métodos (secagem em túnel e liofilização), a redução atingiu os 88%. Os resultados apresentados para a dureza da polpa de abóbora secada em estufa, são cerca de 7N, 2N e 0,3N, para as temperaturas de 30°C, 50°C e 70°C, respectivamente, e 1,5N para o processo de liofilização (Guiné & Barroca, *in press*). Estes resultados indicam uma clara diminuição da dureza com o aumento da temperatura. A mesma tendência foi observada no presente estudo, comparando as

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

duas secagens em estufa a diferentes temperaturas (40°C e 60°C). O valor mais baixo foi obtido pela secagem em túnel. Isto significa que na secagem da abóbora se verifica um amaciamento dos tecidos, resultante da perda da integridade da amostra, em resultado da eliminação da água.

Comparando os resultados obtidos para a adesividade da abóbora e do pepino no estado fresco e após as várias secagens (Figura 24) verifica-se, que o pepino apresenta valores ligeiramente mais elevados do que a abóbora, excepto na secagem em túnel.

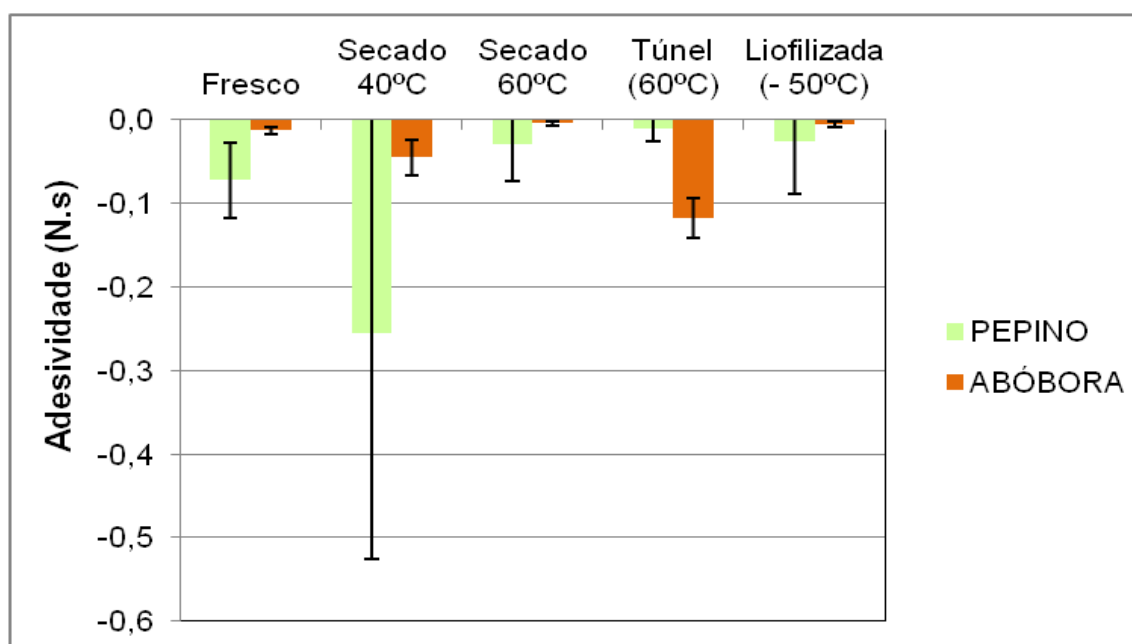


Figura 24. Adesividade da polpa da abóbora e do pepino em fresco e após as variadas secagens.

O maior valor obtido verificou-se para o pepino na secagem a 40°C. A abóbora apresenta adesividade ligeiramente mais elevada na secagem em túnel, seguindo-se a secagem a 40°C. Os valores apresentados, tanto para a abóbora como para o pepino, são, no entanto, valores muito pequenos, inferiores a 0,5, o que leva a concluir que ambos os produtos não possuem efectivamente adesividade mensurável, como acontece com outros produtos alimentares, caso das pêras (Guiné, 2011a) ou das maçãs (Guiné et al., 2011b).

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

Do gráfico da Figura 25 pode observar-se que tanto a abóbora como o pepino apresentam valores relativamente semelhantes de elasticidade quer no estado fresco quer secado.

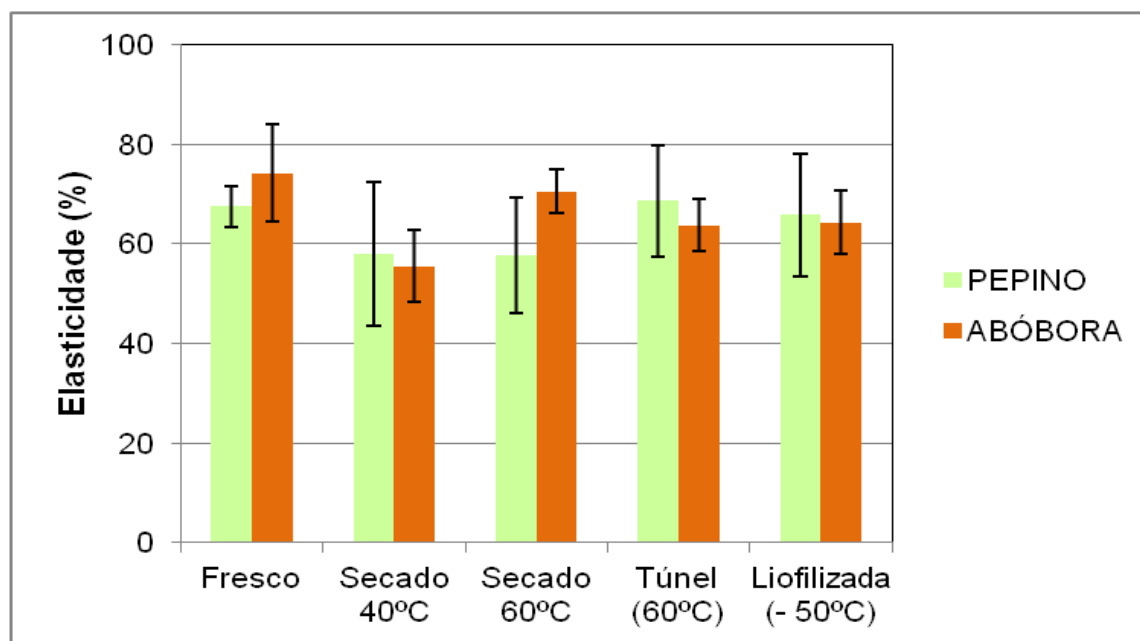


Figura 25. Elasticidade da polpa da abóbora e do pepino em fresco e após as variadas secagens.

A abóbora fresca apresenta um valor ligeiramente maior que o pepino fresco, e este apresenta o maior valor para a secagem em túnel enquanto o valor obtido pela secagem a 40°C e a secagem a 60°C são praticamente iguais. No caso da abóbora, a secagem a 60°C origina o maior valor da elasticidade sendo o método que apresenta resultados mais semelhantes à abóbora fresca (cerca de 70%). A liofilização e a secagem em túnel apresentam valores muito semelhantes entre si, estando o valor obtido de 65% para a elasticidade da abóbora liofilizada de acordo com o referido por Guiné & Barroca (*in press*). Observou-se, também, que para o mesmo método de secagem da abóbora (estufa), o aumento da temperatura de 40°C para 60°C induziu num aumento da elasticidade de cerca de 60% para 70%. Isto pode ser devido a alterações na estrutura que podem resultar da degradação de alguns dos hidratos de carbono presentes que quebram as cadeias poliméricas. Na literatura foi mencionado que a elasticidade de polpa da abóbora secada em estufa também aumentou com a temperatura num intervalo de 30°C a 70°C, sendo 48% a 30°C, 64% a 50°C e 65% a 70°C (Guiné & Barroca, *in press*).

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

Tanto a abóbora como o pepino apresentam os valores mais baixos de elasticidade na secagem de 40°C.

Quando os diferentes estados de secagem do pepino são comparados, pode salientar-se que a secagens na estufa a 40°C e a 60°C induziram uma redução de 14% na elasticidade, enquanto os outros tratamentos praticamente não influenciaram este parâmetro, com variações de cerca de 2%.

Da Figura 26 é possível observar que a abóbora e o pepino obtiveram resultados semelhantes em termos de coesividade e que esta não se altera muito com os diferentes tratamentos. Para o pepino a secagem a 60°C originou o maior valor de coesividade, enquanto para a abóbora o maior valor observou-se para a secagem a 40°C.

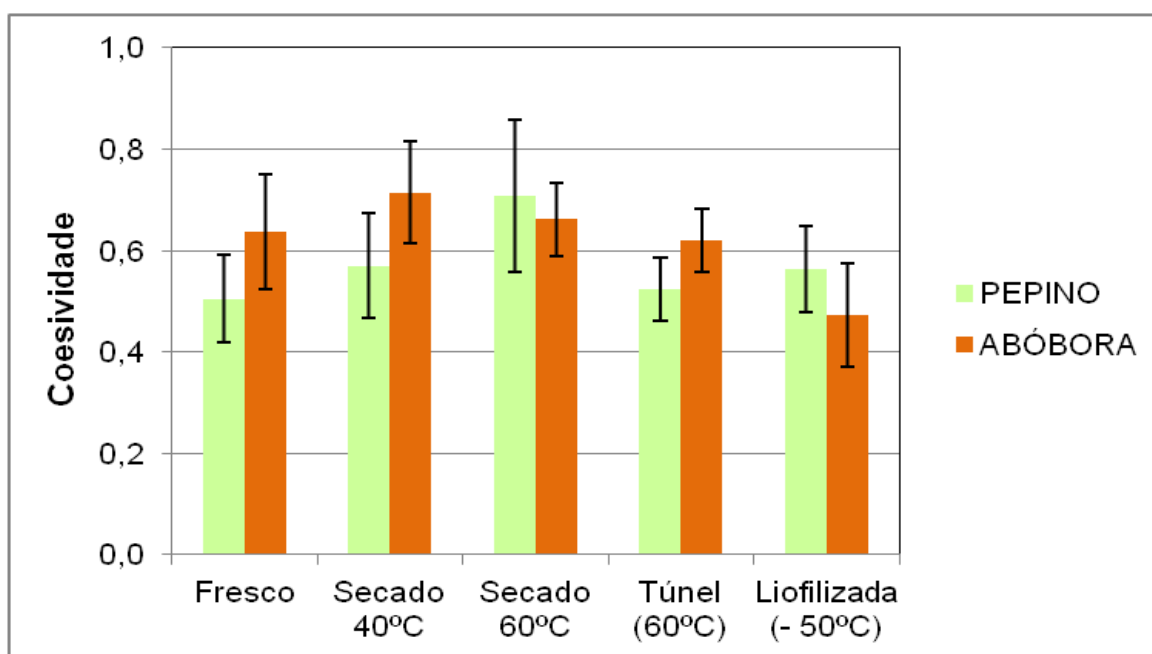


Figura 26. Coesividade da polpa da abóbora e do pepino em fresco e após as variadas secagens.

A abóbora obteve genericamente os valores mais altos deste parâmetro da textura, excepto no caso da liofilização e da secagem a 60°C que mostram uma redução na sua coesividade. Esta redução é expectável, tendo em conta que a liofilização implica a perda da água por sublimação, não dando origem à mesma espécie de encolhimento que é observado em todos os outros tratamentos de secagem, onde as mudanças no volume são consideráveis quando a água evapora. Como

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

consequência, a abóbora liofilizada desenvolve uma estrutura altamente porosa, tornando-se mais frágil e, portanto, menos coesa.

Em relação ao pepino, os resultados mostram que as secagens realizadas na estufa aumentaram cerca de 13% a 40°C e 40% para a secagem a 60°C. Para os outros dois métodos de secagem testados, o aumento foi menor, cerca de 11% para a liofilização e apenas 4% para a secagem em túnel.

Através da análise da Figura 27, verifica-se que o pepino apresenta valores médios de mastigabilidade mais elevados do que a abóbora.

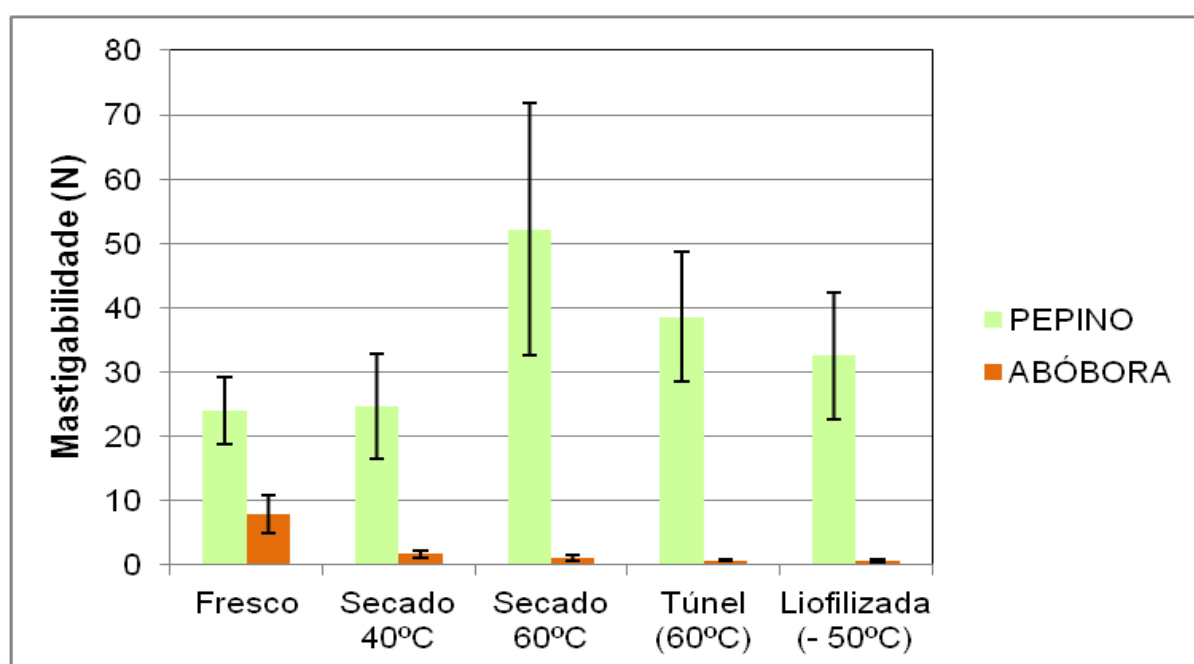


Figura 27. Mastigabilidade da polpa da abóbora e do pepino em fresco e após as variadas secagens.

Mais uma vez se observa que o pepino apresenta o seu valor mais elevado na secagem a 60°C e é, também, possível verificar que a dureza é um parâmetro de grande importância visto estar relacionado com a mastigabilidade, sendo este último que determina o esforço necessário para mastigar um alimento. Quanto aos diferentes tratamentos de secagem aplicados ao pepino, constata-se que são necessários diferentes graus de energia para desintegrar a amostra, sendo a secagem na estufa a 40°C a que apresentou uma menor mudança em relação ao produto fresco, e a secagem na estufa a 60°C foi o método que produziu a maior alteração.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

Cor

A Tabela 20 mostra os resultados médios obtidos para os parâmetros da cor para a abóbora e para o pepino, em fresco, secados em estufa a 40°C e a 60°C, secados em túnel e liofilizados. A determinação da cor, foi efectuada através do sistema CIELAB pelas coordenadas cartesianas ($L^*a^*b^*$), em que o L^* representa a luminosidade (0 – preto; 100 – branco), a^* representa o equilíbrio entre o verde e o vermelho (negativo – verde; positivo – vermelho) e o b^* representa o equilíbrio entre o azul e o amarelo (negativo - azul; positivo – amarelo).

Tabela 20. Parâmetros de cor da abóbora e do pepino (frescos e após as varias secagens).

COR	ABÓBORA			PEPINO		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
Fresco	67,78 (±4,43)	18,80 (±2,23)	50,78 (±3,33)	64,68 (±5,68)	-10,15 (±1,96)	25,07 (±4,60)
Estufa (40°C)	66,18 (±4,59)	27,52 (±3,65)	53,37 (±3,68)	73,18 (±5,06)	-0,22 (±2,00)	29,81 (±4,45)
Estufa (60°C)	72,33 (±2,48)	26,12 (±2,72)	56,51 (±2,77)	68,08 (±4,96)	-2,59 (±3,87)	31,89 (±3,05)
Túnel (60°C)	70,44 (±2,06)	29,39 (±3,43)	59,12 (±4,81)	65,47 (±5,18)	-8,26 (±2,03)	21,04 (±4,31)
Liofilização	75,85 (±2,27)	20,14 (±1,97)	51,48 (±3,31)	81,80 (±3,50)	-9,49 (±1,51)	24,88 (±2,82)

Através dos resultados obtidos, verifica-se que a abóbora fresca tem uma luminosidade maior que o pepino fresco. Em termos de cor, a abóbora tem valores positivos e mais perto do vermelho devido ao seu tom laranja forte, o pepino é muito mais verde que a abóbora, como seria de esperar. Quanto ao parâmetro b^* , verifica-se que a abóbora é muito mais amarelada que o pepino, tendo a abóbora praticamente o dobro do valor do pepino. Foram observados valores semelhantes por Guiné & Barroca (2010), para a abóbora (*Cucurbita maxima*): 68,97 para L^* , 18,21 para a^* e 49,82 para b^* .

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

Na secagem na estufa a 40°C, a abóbora apresenta-se mais escura quando comparada com a abóbora fresca passando de 67,78 para 66,18. Em relação ao pepino ocorre um grande aumento de luminosidade, passando de 64,68 para 73,18.

Em termos do parâmetro de oposição de cor, o valor de a^* da abóbora, sofre um aumento de cor passando de 18,80 para 26,12, o que significa que esta se torna mais avermelhada em relação à abóbora fresca enquanto no caso do pepino há uma grande diminuição da intensidade da sua cor esverdeada, mas neste caso na zona negativa, passando de -10,15 para -2,59, aproximando-se do zero.

Em relação ao parâmetro b^* , a abóbora e o pepino aumentam ligeiramente a intensidade da cor amarela em relação ao fresco.

No caso da abóbora, a secagem na estufa a 40 °C é a que permite obter valores dos parâmetros de cor que mais se aproximam dos valores da abóbora fresca. Na secagem na estufa a 60°C, a abóbora verifica-se um aumento relativamente significativo de luminosidade passando de 67,78 para 72,33, o que significa, também que a abóbora secada a 60°C tornou-se mais clara que a abóbora fresca. Para este processo e temperatura de secagem, verifica-se, novamente, um aumento na luminosidade da polpa do pepino, de 64,68 para 68,08, sendo, no entanto, muito menor que o observado na secagem a 40°C. Para a secagem em estufa da abóbora, Guiné & Barroca, 2010 referem os valores de $L^*= 65,32$, $a^*= 24,29$, $b^*= 52,41$ e $L^*= 63,39$, $a^*=28,01$, $b^*=57,27$, respectivamente para a temperatura de 30°C e 70°C. Deste modo conclui-se que os resultados obtidos no presente trabalho estão na mesma tendência que os relatados para as outras temperaturas.

Na secagem em túnel, tanto a abóbora como o pepino tornam-se mais claros, a abóbora sofre uma elevada subida na luminosidade enquanto o pepino, também, sofre uma subida mas mais ligeira. Quanto ao parâmetro a^* , verifica-se um aumento significativo deste parâmetro na abóbora (18,80 para 29,39), tornando-a mais avermelhada. Para o pepino secado em túnel verifica-se que este tem um valor mais semelhante do fresco do que nas outras secagens, mas mesmo assim como o valor é mais baixo significa que ainda perdeu alguma da sua cor verde. Em relação ao b^* , a abóbora secada sofre uma subida significativa em relação à abóbora fresca, tornando-a mais amarelada; no pepino ocorre o inverso, ou seja, há uma descida (25,07 para 21,04), o que significa que este se torna menos amarelo. De entre as

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

secagens efectuadas, o pepino secado em túnel (com uma temperatura de aproximadamente 60°C), foi o que apresentou menos alterações em relação ao produto fresco.

Na liofilização, a abóbora e o pepino sofrem um grande aumento de luminosidade mas em termos de parâmetros de cor não se verificam grandes alterações significativas. Para este tipo de secagem da abóbora, os valores obtidos no presente trabalho estão de acordo com os encontrados na literatura ($L^* = 77,70$, $a^* = 15,25$ e $b^* = 41,44$) (Guine & Barroca, 2010). De entre os diferentes métodos conclui-se que a liofilização é o que torna a abóbora e o pepino mais luminosos.

A Figura 28 apresenta os valores da diferença de cor (ΔE), calculados pela Equação 15, para a abóbora e para o pepino secados, permitindo identificar de uma forma simples, as possíveis mudanças que ocorrem quando se compara um conjunto de coordenadas com um conjunto de referência, que neste caso foi o estado fresco.

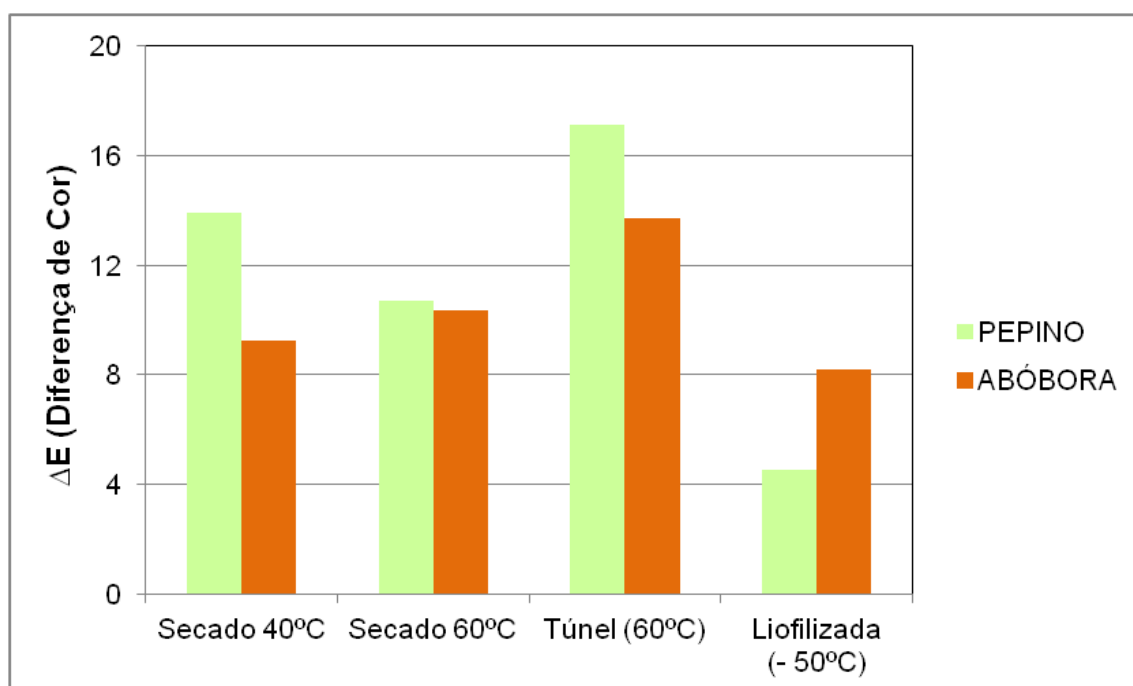


Figura 28. Diferença de cor da abóbora e do pepino após as variadas secagens.

Os resultados obtidos para a abóbora são bastante semelhantes, podendo observar-se que as menores variações ocorreram na liofilização seguida da

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

secagem em estufa a 40°C, o que permite concluir que o método mais apropriado para a abóbora será a liofilização e a secagem em estufa a 40°C enquanto a secagem em túnel induz numa mudança de cor mais elevada.

Para o pepino, também a liofilização foi considerado o método mais apropriado na medida em que conduz a um menor valor para ΔE , em oposição à secagem em túnel que conduziu à maior variação.

Verifica-se, assim, que a liofilização é o método de secagem que origina uma menor diferença total de cor tanto no caso da abóbora como no caso do pepino, apesar de a diferença ser mais notória neste último caso.

Mais uma vez, tanto para a abóbora como para o pepino, observa-se uma grande diferença nos dois tratamentos feitos a 60°C que pode ser devido às condições operacionais, uma vez que na câmara de secagem a velocidade do ar foi de apenas 0,2m/s, enquanto no túnel a velocidade do ar foi de 0,8m/s. Apesar da temperatura ser igual a renovação do ar foi maior neste último caso e por conseguinte, seria esperada, a ocorrência de alguma oxidação a partir do contacto com o oxigénio, originando mudanças de cor mais intensas, ou seja, uma degradação de cor. Esta degradação resulta das oxidações e reacções que ocorrem durante a secagem e que envolvem os açúcares, sendo consideradas mais intensas quando a velocidade do ar e as temperaturas são mais elevadas (Keramat & Nursten, 1994).

5. CONCLUSÕES

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

O presente trabalho avalia o efeito de diferentes tratamentos de secagem sobre as propriedades químicas (humidade, açúcares, vitamina C, cinzas, fibra bruta, compostos fenólicos e actividade antioxidante) e as propriedades físicas (textura e cor), da abóbora e do pepino em fresco e após secagem, usando três métodos diferentes: secagem em túnel, secagem por convecção a 40°C e a 60°C (estufa) e liofilização.

De um modo geral, e quer para a abóbora como para o pepino, os diferentes tipos de secagem conduziram a uma redução na humidade, nos açúcares, na fibra bruta e na vitamina C dos alimentos estudados, sendo a vitamina C o parâmetro mais afectado pela secagem, com perdas até 90%. No caso das cinzas, observou-se uma redução do seu valor para o pepino secado quando comparado com o fresco, verificando-se precisamente o contrário para a abóbora.

Em relação aos diferentes tipos de desidratação constata-se que a secagem em túnel e a liofilização foram os processos que conduziram à menor alteração do conteúdo em açúcares nos produtos secados, em comparação com os produtos em fresco, mas induziram um maior grau de degradação de vitamina C e de fibra bruta.

Em termos de actividade antioxidante e de compostos fenólicos conclui-se que quer para a abóbora quer para o pepino, os resultados são muito idênticos para as diferentes secagens, indicando que a secagem teve um efeito muito pouco significativo sobre estas propriedades. Deste modo, os compostos de importância funcional não se alteraram nem se perderam para os produtos em análise, mantendo assim os benefícios da sua ingestão no estado secado, independentemente do tratamento de secagem utilizado.

Quanto à textura verifica-se que a secagem influencia consideravelmente a dureza e a mastigabilidade de ambos os produtos, com excepção da secagem a 40°C, em que as alterações são mínimas. Conclui-se ainda que ambos os produtos não apresentam adesividade mensurável e que a elasticidade e a coesividade dependem do método de secagem, embora estas variações não sejam muito expressivas.

Os resultados obtidos permitem concluir que em termos de cor a liofilização foi o tratamento que originou a maior variação de luminosidade tanto para a abóbora como para o pepino e que praticamente não originou modificações nos outros dois parâmetros de cores opostas. Assim, em termos de diferença de cor total, a

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

liofilização foi, também, o tratamento que induziu menores alterações e a secagem em túnel foi onde se registou as mudanças de cor mais intensas.

Em suma, e comparando os quatro tratamentos de secagem diferentes, constata-se que a liofilização surge como o tratamento que originou um produto secado com características mais semelhantes ao produto fresco, preservando, assim, as características dos produtos alimentares em estudo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

Aguasca M. (1990). *História Natural - Botânica/Geologia*. Barcelona, España, Ediciones Océano, S.A. Volume 9.

Alibas I. (2007). Microwave, air and combined microwave-air-drying parameters of pumpkin slices, *LWT*, **40**: 1445-1451.

Almeida D. (2006). *Manual de culturas hortícolas*. Lisboa, Editorial Presença. Volume II.

Ameur LA, Mathieu O, Lalanne V, Trystram G, Birlouez-Aragon I. (2007). Comparison of the effects of sucrose and hexose on furfural formation and browning in cookies baked at different temperatures, *Food Chemistry*, **101**: 1407-1416.

Andres TC. (1990). *Biosystematics, theories on the origin, and breeding potential of Cucurbita ficifolia*. In: Biology and utilization of the Cucurbitaceae.

AOAC. (2000). *Official methods of analysis* (17^a Edição). Washington, USA, Association of Official Analytical Chemists.

Aouidi F, Ayari S, Ferhi H, Roussos S, Hamdi M. (2011). Gamma irradiation of air-dried olive leaves: Effective decontamination and impact on the antioxidative properties and on phenolic compounds, *Food Chemistry*, **127**: 1105-1113.

Baitha SN, Pandey V S. (2003). Silica gel chromatographic study of phenolic compounds in some cultivated cucurbits, *Himalayan Journal of Sciences*, **1**: 123-125.

Balasundram N, Sundram K, Samman S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence and potential uses, *Food Chemistry* **99**: 191-203.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

Barroso M R, Magalhães MJ, Carnide V, Martins S. (2007). *Cucurbitáceas de Trás-os-Montes*. Mirandela, Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Norte.

Bennett LE, Jegasothy H, Konczak I, Frank D, Sudharmarajan S, Clingeffer PR (2011). Total polyphenolics and anti-oxidant properties of selected dried fruits and relationships to drying conditions, *Journal of Functional Foods*, **3**: 115-124.

Borchani C, Besbes S, Masmoudi M, Blecker C, Paquot M, Attia H. (2011). Effect of drying methods on physico-chemical and antioxidant properties of date fibre concentrates, *Food Chemistry*, **125**: 1194-1201.

Caine WR, Aalhus JL, Best DR, Dugan MER, Jeremiah LE. (2003). Relationship of texture profile analysis and Warner-Bratzler shear force with sensory characteristics of beef rib steaks. *Meat Science*, **64**: 333-339.

Caníço F, Ramalho M, Lima G, Quedas F. (2005). Estudo da evolução da textura e cor da *Curcubita spp.* na pós-colheita e ao longo do tempo, *7º Encontro da Química dos Alimentos*, Viseu.

Castetter T C. (1925). Horticultural groups of cucurbits. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **22**: 338-340.

Chiou A, Karathanos VT, Mylona A, Salta FN, Preventi F, Andrikopoulos NK. (2007). Currants (*Vitis vinifera* L.) content of simple phenolics and antioxidant activity, *Food Chemistry*, **102**: 516-522.

Choi M-Y, Chai C, Park JH, Lim J, Lee J, Kwon SW. (2011). Effects of storage period and heat treatment on phenolic compound composition in dried Citrus peels (Chenpi) and discrimination of Chenpi with different storage periods through targeted metabolomic study using HPLC-DAD analysis, *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, **54**: 638-645.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

- Chutintrasria B, Noomhomb A. (2007). Color degradation kinetics of pineapple puree during thermal processing. *LWT - Food Science and Technology*, **40(2)**: 300-306.
- Cruz G. (1989). *Desidratação de alimentos*. São Paulo, Brasil. Publicações Globo rural: 22-29.
- Cruz RMS, Vieira MC, Silva CLM. (2008). Effect of heat and thermosonication treatments on watercress (*Nasturtium officinale*) vitamin C degradation kinetics , *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, **9**: 483-488.
- Cunha A. (2003). Plantas e Produtos Vegetais em Fitoterapia, *Fundação Calouste Gulbenkian*.
- Dermesonlouoglou EK, Pourgouri S, Taoukis PS. (2008). Kinetic study of the effect of the osmotic dehydration pré-treatment to the shelf life of frozen cucumber. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, **9**: 542-549.
- Doymaz I. (2004). Drying kinetics of white mulberry, *Journal of Food Engineering*, **61**: 341–346.
- Duan X, Zhang M, Mujumdar AS, Wang S. (2010). Microwave freeze drying of sea cucumber (*Stichopus japonicus*). *Journal of Food Engineering*, **96**: 491-497.
- Dutta D, Dutta A, Raychaudhuri U, Chakraborty R. (2006). Rheological characteristics and thermal degradation kinetics of beta-carotene in pumpkin puree. *Journal of Food Engineering*, **76**: 538-546.
- Escobar JE, Buesa HOL. (1999). *Tablas de composición de alimentos*, Zaragoza, España, Editorial Acribia S.A. p. 305.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

- Femenia A, Sastre-Serrano G, Simal S, Garau MC, Eim V S, Rosselló C. (2009). Effects of air-drying temperature on the cell walls of kiwifruit processed at different stages of ripening. *LWT - Food Science and Technology*, **42**: 106-112.
- Fennema O, Hui J, Karel M. (2004). *Handbook of Vegetable Preservation and Processing*. New York, Marcel Dekker.
- Ferrão J. (1999). Fruticultura tropical – espécies com frutos comestíveis (3ª edição). Lisboa, Oficinas gráficas de Barbosa e Xavier, Lda. Volume I.
- Ferreira FAG, Graça MES. (1977). *Tabela de Composição dos Alimentos Portugueses*. Lisboa-Porto, Portugal, Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge. p.84-87.
- Ferreira D, Guyot S, Marnet N, Delgadillo I, Renard C, Coimbra MA. (2002). Composition of phenolic compounds in a portuguese pear (*Pyrus communis* L. Var. S. Bartolomeu) and changes after sun-drying. *J. Agric. Food Chem.*, **50**: 4537-4544.
- Forbes C, Hughes D, Fox J, Ryan P, Colleran E. (2010). High-rate anaerobic degradation of 5 and 6 carbon sugars under thermophilic and mesophilic conditions, *Bioresource Technology*, **101**: 3925-3930.
- Gliguem H, Birlouez-Aragon I. (2005). Effects of sterilization, packaging, and storage on vitamin C degradation, protein denaturation, and glycation in fortified milks, *Journal of Dairy Science*, **88**: 891-899.
- Gonçalves EM, Pinheiro J, Abreu M, Brandão TRS, Silva CLM. (2007). Modelling the kinetics of peroxidase inactivation, colour and texture changes of pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) during blanching. *Journal of Food Engineering*, **81**: 693-701.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

Guiné R, Pinho S, Barroca MJ. (2010). Study of the convective drying of pumpkin (*Cucurbita maxima*). *Food and Bioproducts Processing (in press)*.

Guiné R, Henriques F, Barroca MJ. (2011). Mass transfer coefficients for the drying of pumpkin (*Cucurbita moschata*) and dried product quality. *Food and Bioprocess Technology (in press)*.

Guiné RPF. (2011)a. Variation of textural attributes of S. Bartolomeu pears at maturation, storage and drying. *International Journal of Food Properties (in press)*.

Guiné RPF, Andrade S, Correia AC, Jordão AM, Lopes AD, Ferreira D. (2011)b. Evaluation of Textural Properties in Apples of Regional Varieties. *International Journal of Food Properties*, **14 (2)**: 331-338.

Guiné R, Barroca M J. (in press). Effect of drying treatments on texture and color of vegetables (pumpkin and green pepper). *Food and Bioproducts Processing*.

Harbourne N, Marete E, Jacquier JC, O'Riordan D. (2009). Effect of drying methods on the phenolic constituents of meadowsweet (*Filipendula ulmaria*) and willow (*Salix alba*), *LWT - Food Science and Technology*, **42**: 1468-1473.

Hui YH. (2006). *Handbook of Food Science, Technology and Engineering*. USA, Taylor & Francis Group.

ISO 11036-1994 Sensory analysis - Methodology - Texture profile.

Jeffrey C. (1990). *An outline classification of the Cucurbitaceae*. In Biology and utilization of the Cucurbitaceae. Ithaca, USA, D.M. Bates, R.W. Robinson, e C. Jeffrey (Eds.): 449-463.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

Kang H-M, Park KW, Saltveit ME. (2002). Elevated growing temperatures during the day improve the postharvest chilling tolerance of greenhouse-grown cucumber (*Cucumis sativus*) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, **24**: 49-57.

Keramat J, Nursten HE. (1994). The relationship between the coloured compounds present in the pressed liquor of cane sugar manufacture and those formed in Maillard reactions, in alkaline degradation of sugars, and in caramelisation. *Food Chemistry*, **51(4)**: 417-420.

Kim B-J, Lee YK. (2009). Influence of the shade designation on the color difference between the same shade-designated resin composites by the brand. *Dental Materials*, **25(9)**: 1148-1154.

Kohyama K, Nagata A, Tamaki Y, Sakurai N. (2009). Comparison of human-bite and instrument puncture tests of cucumber texture. *Postharvest Biology and Technology*, **52**: 243-246.

Krokida MK, Karathanos VT, Maroulis Z B, Marinou-Kouris D. (2003). Drying kinetics of some vegetables. *Journal of Food Engineering*, **59**: 391-403.

Lan X, Liu P, Xia S, Jia C, Mukunzi D, Zhang X, Xia W, Tian H, Xiao Z. (2010). Temperature effect on the non-volatile compounds of Maillard reaction products derived from xylose–soybean peptide system: Further insights into thermal degradation and cross-linking, *Food Chemistry*, **120**: 967-972.

Lešková E, Kubíková J, Kováčiková E, Košická M, Porubská J, Holčíková K. (2006). Vitamin losses: Retention during heat treatment and continual changes expressed by mathematical models. *Journal of Food Composition and Analysis*, **19(4)**: 252-276.

Lindon F, Silvestre M M. (2008). *Conservação dos Alimentos - Princípios e Metodologias*. Lisboa, Portugal, Escolar Editora. p. 95-107.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

- Luthria DL. (2008). Influence of experimental conditions on the extraction of phenolic compounds from parsley (*Petroselinum crispum*) flakes using a pressurized liquid extractor, *Food Chemistry*, **107**: 745-752.
- Lv B, Li B, Chen C, Chen J, Zhu B. (2009). Comparison of color techniques to measure the color of parboiled rice. *Journal of Cereal Science*, **50(2)**: 262-265.
- McDonald S, Prenzler PD, Antolovich M, Robards K. (2004). Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts, *Food chemistry*, **73**: 73-84.
- McLaughlin CP, Magee TRA. (1998). The effect of shrinkage during drying of potato spheres and the effect of drying temperature on vitamin C retention, *Food and Bioproducts Processing*, **76**: 138-142.
- Mamelona J, Pelletier E, Girard-Lalancette K, Legault J, Karboune S, Kermasha S. (2007). Quantification of phenolic contents and antioxidant capacity of Atlantic sea cucumber, *Cucumaria frondosa*, *Food Chemistry*, **104**: 1040-1047.
- Maskan M. (2001). Kinetics of color change of kiwi fruits during hot air and microwave drying, *Journal of Food Engineering*, **48**: 169-175.
- Maroto JV. (1995). *Horticultura Herbacea Especial* (4ª edición). Madrid, España, Ediciones Mundi-Prensa. p. 465.
- Merrick L C. (1990). *Squashes, pumpkins and gourds*. In: Evolution of Crop Plants. Longman, Londres. Smart, J.; Simmonds, N. W., (Eds.). pp. 97-95.
- Monteiro B A. (2009). *Valor Nutricional de Partes Convencionais e não Convencionais de frutas e Hortaliças*. Dissertação para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP – Campus de Botucatu. Universidade Estadual Paulista, São Paulo, Brasil.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

- Murcia MA, Jiménez-Monreal AM, García-Diz L, Carmona M, Maggi L, Martínez-Tomé M. (2009). Antioxidant activity of minimally processed (in modified atmospheres), dehydrated and ready-to-eat vegetables. *Food and Chemical Toxicology*, **47**: 2103-2110.
- Nawirska A, Figiel A, Kucharska AZ, Sokół-Łętowska A, Biesiada A. (2009). Drying kinetics and quality parameters of pumpkin slices dehydrated using different methods. *Journal of Food Engineering*, **94**: 14-20.
- NP-1420. (1987). Portuguese Standard: *Determinação dos açúcares totais, dos açúcares redutores e dos açúcares não redutores (sacarose)*. Técnica de Luff-Schoorl. Processo corrente. DR III Série, nº 150 (CT 31).
- Paris HS. (1986). A proposed subspecific classification for *Cucurbita pepo*. *Phytologia*, **61**: 133-138.
- Patras A, Brunton NP, Downey G, Rawson A, Warriner K, Gernigon G.(2011). Application of principal component and hierarchical cluster analysis to classify fruits and vegetables commonly consumed in Ireland based on in vitro antioxidant activity. *Journal of Food Composition and Analysis*, **24**: 250-256.
- Peinado J, Lopez de Lerma N, Moreno J, Peinado RA. (2009). Antioxidant activity of different phenolics fractions isolated in must from Pedro Ximenez grapes at different stages of the off-vine drying process. *Food Chemistry*, **114**: 1050-1055.
- Peñarrieta JM, Salluca T, Tejada L, Alvarado JA, Bergenstahl B. (2011). Changes in phenolic antioxidants during chuño production (traditional Andean freeze and sun-dried potato), *Journal of Food Composition and Analysis (in press)*.
- Rahman MS, Al-Farsi A. (2009). Instrumental texture profile analysis (TPA) of date flesh as a function of moisture content. *Journal of Food Engineering*, **66**: 505-511.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

Rees J, Bettison J. (1994). *Processado térmico y envasado de los alimentos*. Zaragoza, Editorial Acribia: 252.

Ripado MFB. (1991). *O pepino – Cultura e normas em vigor na CEE*. Mem-Martins, Portugal. Publicações Europa-América. p.16.

Robinson RW, Decker-Walters SD. (1997). *Cucurbits*. New York, CAB International.

Rózek A, García-Pérez JV, López F, Güell C, Ferrando M. (2010). Infusion of grape phenolics into fruits and vegetables by osmotic treatment: Phenolic stability during air drying, *Journal of Food Engineering*, **99**: 142-150.

Sacilik K. (2007). Effect of drying methods on thin-layer drying characteristics of hull-less seed pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). *Journal of Food Engineering*, **79**: 23-30.

Senser F, Scherz H. (1999). *Tablas de composición de alimentos* (2nd ed). Zaragoza, España. Editorial Acribia.

Shahidi F, Naczki M. (1995). *Food Phenolics*. Lancaster, USA. Technomic Publishing Co. p. 340.

Silva L (2004). *Apontamentos de Processamento e conservação dos alimentos*. Viseu. Escola Superior Agrária de Viseu.

Thoo YY, Hoa SK, Liang JY, Hob CW, Tan CP. (2010). Effects of binary solvent extraction system, extraction time and extraction temperature on phenolic antioxidants and antioxidant capacity from mengkudu (*Morinda citrifolia*), *Food Chemistry*, **120**: 290-295.

Turkmen N, Sari F, Velioglu YS. (2005). The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food Chemistry*, **93**: 713-718.

Efeito da Secagem sobre as Propriedades das Cucurbitáceas

Francisca de Sá Costa Henriques

- Vashisth T, Singh RK, Pegg RB. (2011). Effects of drying on the phenolics content and antioxidant activity of muscadine pomace, *LWT - Food Science and Technology*, **44**: 1649-1657.
- Velioglu YS, Mazza G, Gao L, Oomah BD. (1998). Antioxidant Activity and Total Phenolics in Selected Fruits, Vegetables, and Grain Products, *Journal of Agriculture Food Chemistry*, **46**: 4113-4117.
- Vieira MC, Teixeira AA, Silva CLM. (2000). Mathematical modeling of the thermal degradation kinetics of vitamin C in cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) nectar. *Journal of Food Engineering*, **43(1)**: 1-7.
- Vikram VB, Ramesh MN, Prapulla SG. (2005). Thermal degradation kinetics of nutrients in orange juice heated by electromagnetic and conventional methods, *Journal of Food Engineering*, **69**: 31-40.
- Whitaker TW, Davis GN. (1962). *Cucurbits*. Interscience Publishers, Inc.
- Whitaker TW, Knight Jr RJ. (1980). Collecting cultivated and wild cucurbits in Mexico. *Econ. Bot.*, **34**: 312-319.
- Widders IE, Kwantes M. (1995). Ontogenic changes in seed weight and carbohydrate composition as related to growth of cucumber (*Cucumis sativus* L.) fruit. *Scientia Horticulturae*, **63**: 155-165.
- Yuan B, Sun J, Kang Y, Nishiyama S. (2006). Response of cucumber to drip irrigation water under a rainshelter. *Agricultural Water Management*, **81**: 145-158.