

Pesquisa

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE DE ÁGUA EM HORTALIÇAS CONSUMIDAS PELA POPULAÇÃO DO ESTADO DA PARAÍBA

Homero Perazzo Barbosa¹
Carolina Uchôa Guerra Barbosa²
John Allexandre de Oliveira Freitas³
Patrícia Samanda da Silva⁴
Núbia Anuncia da Silva⁴

RESUMO

A atividade da água (A_w) é uma medida da disponibilidade de água para as funções biológicas, e se refere à água presente em um alimento na forma "livre". Esta pesquisa foi realizada no Laboratório de Bioquímica das Faculdades Nova Esperança - FACENE /FAMENE e na Universidade Federal da Paraíba, com o objetivo de avaliar a atividade de água (A_w) em hortaliças consumidas pela população do Estado da Paraíba. Os valores obtidos foram os seguintes: alface lisa *Lactuca sativa* ($A_w = 0,991$), beterraba *Beta vulgaris* ($A_w = 0,988$), espinafre *Spinacia oleracea* ($A_w = 0,988$), acelga *Beta vulgaris* ($A_w = 0,991$), couve *Brassica oleracea* ($A_w = 0,987$), berinjela *Solanum melongena* ($A_w = 0,991$), abobrinha *Cucubirta pepo* ($A_w = 0,993$), coentro *Coriandrum sativum L* ($A_w = 0,978$), cebolinha *Allium cepa* ($A_w = 0,986$), maxixe *Cucumis anguria* ($A_w = 0,995$), batatinha *Solanum tuberosum* ($A_w = 0,994$), cebola branca *Allium ascalonicum* ($A_w = 0,987$), tomate maduro *Lycopersicon esculentum* ($A_w = 0,995$), pimentão *Capsicum annum* ($A_w = 0,992$), quiabo *Abelmoschus esculentus* ($A_w = 0,994$), cebola roxa *Allium ascalonicum* ($A_w = 0,992$), batata-doce *Ipomoea batatas* ($A_w = 0,989$), cenoura *Daucus carota* ($A_w = 0,994$), chuchu *Sechium edule* ($A_w = 0,994$), jerimum *Cucurbita pepo* ($A_w = 0,991$), pepino *Cucumis sativus* ($A_w = 0,995$) e repolho *Brassica oleracea* ($A_w = 0,994$). Conclui-se que estas hortaliças possuem A_w ótima para o crescimento de microrganismos, inclusive de bactérias, já que apresentam A_w maior que 0,90.

Palavras-chave: Atividade de água. Hortaliças. Microrganismos.

INTRODUÇÃO

Todos alimentos possuem uma microbiota natural, e esta é bastante diversificada, sendo concentrada mais na superfície do alimento, embora no interior do mesmo, eventualmente, ocorra a presença de microrganismos viáveis.

Se as condições do alimento são favoráveis para todos os microrganismos, as bactérias geralmente crescem mais rápido que as leveduras, e estas mais que os fungos filamentosos. Dessa maneira, as leveduras só predominam sobre as bactérias quando presentes em maior número ou quando as condições impedem o desenvolvimento bacteriano.

A capacidade de multiplicação de um microrganismo em um determinado alimento depende de uma série de fatores. Entre esses fatores, estão aqueles relacionados com as características próprias do alimento, chamado fatores intrínsecos, e os relacionados com o ambiente em que o alimento se encontra, fatores extrínsecos. São considerados fatores intrínsecos a atividade da água (A_w), o pH, o potencial de oxirredução, a composição

¹ Doutor em Bioquímica. Professor de Bioquímica das Faculdades Nova Esperança - FACENE e FAMENE, João Pessoa-PB.

² Professora de Imunologia e Bioquímica das Faculdades Nova Esperança-FACENE e FAMENE, João Pessoa-PB.

³ Aluno do Curso de Enfermagem da Faculdade de Enfermagem Nova Esperança-FACENE, João Pessoa-PB.

⁴ Alunas do Curso de Medicina da Faculdade de Medicina Nova Esperança-FAMENE, João Pessoa-PB.

química do alimento, a presença de fatores antimicrobianos naturais e as interações entre os microrganismos presentes nos alimentos. Entre os fatores extrínsecos, os mais importantes são a umidade e a temperatura ambientais e também a composição química da atmosfera que envolve o alimento (FRANCO e LANDGRAF, 1996).

Controlar a água presente nos alimentos é uma das técnicas mais antigas para a preservação dos alimentos (PRIOR, 1979).

A atividade da água (A_w) é uma medida da disponibilidade de água para as funções biológicas, e se refere à água presente em um alimento na forma "livre". No alimento, a água total ou umidade está presente nas formas "livre" e "ligada". A água ligada é necessária para hidratar as moléculas hidrofílicas e dissolver os solutos e não é disponível para as funções biológicas, bem como não contribui para a A_w . A água livre no alimento é utilizada para o transporte de nutrientes, remoção de resíduos de materiais, para carrear reações enzimáticas, para síntese de material celular, e para tomar parte em outras reações bioquímicas, como hidrólise de polímeros (RAY, 1996).

A atividade da água de um alimento pode ser definida como sendo a relação entre a pressão de vapor da solução P (solutos em água, na maioria dos alimentos) e a pressão de vapor do solvente P_0 (usualmente água) = P/P_0 (ROITMAN *et al.*, 1987; FRAZIER e WESTHOFF, 1993).

Os valores de A_w variam de 0 a 1. Na maioria dos alimentos frescos a A_w é superior a 0,95. Os microrganismos possuem um valor mínimo, um valor máximo e um valor ótimo de A_w para sua multiplicação. Considerando que a A_w da água pura é 1 e que os microrganismos não se multiplicam em água pura, o limite máximo para o crescimento microbiano é ligeiramente menor que 1 (FRANCO e LANDGRAF, 1996).

O comportamento dos microrganismos em relação à A_w é muito variável. Geralmente, as bactérias exigem uma maior disponibilidade de água livre, do que os bolores e leveduras. As leveduras deterioradoras possuem crescimento mínimo em A_w na faixa de 0,88. Aquelas capazes de se desenvolver em substratos

com concentração elevada de açúcar são denominadas osmofílicas, com A_w mínima na faixa de 0,60. Abaixo de 0,60, não há menção de crescimento de qualquer tipo de microrganismos, sendo o alimento microbiologicamente estável (JAY, 1992; FRAZIER e WESTHOFF, 1993).

O uso mais importante da atividade de água tem sido para garantir a estabilidade de alimentos e controlar o crescimento de microrganismos deterioradores e causadores de intoxicação e infecção alimentar (RÜEGG; BLANC, 1981).

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a atividade de água (A_w) de hortaliças consumidas pela população do Estado da Paraíba e observar se esse parâmetro favorece o crescimento de microrganismos nesses produtos.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a obtenção dos valores de atividade da água (A_w), nos alimentos estudados foi utilizado o aparelho digital Aqualab CX-2. Os valores médios foram obtidos de três repetições. Foram estudadas 24 hortaliças: alface lisa (*Lactuca sativa L.*), beterraba (*Beta vulgaris var. cicla*), espinafre (*Spinacia oleracea L.*), acelga (*Beta vulgaris L.*), couve (*Brassica pekinensis*), berinjela (*Solanum gilo*), abobrinha (*Cucubirta pepo L.*), coentro (*Coriandrum sativum L.*), cebolinha (*Allium cepa*), maxixe (*Cucumis anguria*), batatinha (*Solanum tuberosum*), cebola branca (*Allium ascalonicum L.*), tomate (*Lycopersicon esculentum L.*), pimentão (*Capsicum annum L.*), quiabo (*Abelmoschus esculentus*), cebola roxa (*Allium ascalonicum L.*), batata doce (*Ipomoea batatas*), cenoura (*Daucus carota L.*), chuchu (*Sechium edule*), jerimum (*Cucurbita pepo I.*), pepino (*Cucumis sativus L.*), repolho (*Brassica oleracea*).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando-se os valores apresentados na Tabela 1 com os determinados neste trabalho (Tabela 2) observa-se que pode ocorrer o desenvolvimento de *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens* e *Clostridium botulinum* no pepino, tomate verde, repolho,

Tabela 1: Aw mínima para o crescimento e para a produção de toxina de alguns microorganismos importantes para a saúde pública (adaptado de BEUCHAT, 1981).

MICROORGANISMO	Aw mínima: CRESCIMENTO	Aw mínima: PRODUÇÃO DE TOXINA
<i>Bacillus cereus</i>	0,95 0,93	-
<i>Clostridium botulinum</i>	0,93 (A) 0,95 (A) 0,93 (B) 0,94 (B) 0,95 (E) 0,97 (E)	0,95 (A) 0,94 (A) 0,94 (B) 0,97 (E)
<i>Clostridium perfringens</i>	0,93 – 0,95	-
<i>Salmonella spp.</i>	0,93 0,94 – 0,95 0,92	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,86	<0,90 (enterotoxina A) 0,87 (enterotoxina A) 0,97 (enterotoxina B)
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	0,94	
<i>Aspergillus clavatus</i>	0,85	0,99 (patulina)
<i>Aspergillus flavus</i>	0,78 0,80	0,84 (aflatoxina) 0,83 – 0,87
<i>Aspergillus ochraceus</i>	0,81 0,76	0,88 (ácido penicílico) 0,80 0,81
<i>Aspergillus ochraceus</i>	0,83 0,77	0,85 (ocratoxina) 0,83 – 0,87
<i>Aspergillus parasiticus</i>	0,82	0,87 (aflatoxina)
<i>Byssoschlamys nivea</i>	0,84	
<i>Penicillium cyclopium</i>	0,87 0,82	0,97 (ácido penicílico)
<i>Penicillium cyclopium</i>	0,81 0,82 0,83	0,87 – 0,90 (ocratoxina)
<i>Penicillium expansum</i>	0,83 - 0,85	0,99 (patulina)
<i>Penicillium expansum</i>	0,83	
<i>Penicillium islandicum</i>	0,83	-
<i>Penicillium martensii</i>	0,83 0,79	0,99 (ácido penicílico)
<i>Penicillium patulum</i>	0,83 – 0,85 0,81	0,95 (patulina)
<i>Penicillium viridicatum</i>	0,83	0,83 – 0,86 (ocratoxina)
<i>Stachybotrys atra</i>	0,94	0,94 (stacibotrina)
<i>Trichothecium roseum</i>	0,90	

chuchu, cenoura, quiabo, tomate maduro, batatinha, abobrinha e maxixe, que possuem atividade de água maior que 0,93, que é a atividade mínima para o crescimento desses microorganismos. Por sua vez, a produção de toxinas do *Clostridium botulinum* não irá ocorrer na abobrinha, já que esta não possui atividade de água mínima para a produção das toxinas, que é de 0,94.

Tal toxina é responsável pelo botulismo, uma doença neuroparalizante, caracterizada por paralisia simétrica descendente dos nervos motores e autônomos, normalmente começando com os nervos cranianos. A doença pode evoluir e causar paralisia descendente da musculatura respiratória, braços e pernas, podendo levar à morte. Já o *Bacillus cereus* é responsável por causar duas formas distintas de gastroenterite: a síndrome diarreica e a síndrome emética. O *Clostridium perfringens* provoca intoxicação alimentar (FRANCO e LANDGRAF, 1996).

Já o crescimento da *Salmonella spp* pode ocorrer nas hortaliças citadas acima

e também na cebola roxa e pimentão, uma vez que estes possuem atividade de água maior ou igual a 0,92.

O *Vibrio parahaemolyticus* só se desenvolve em alimentos com Aw acima de 0,94, como é no caso do maxixe, batatinha, tomate maduro, tomate verde, quiabo, cenoura, chuchu, pepino e repolho. Tal microorganismo é causador de gastroenterite no homem (FRANCO e LANDGRAF, 1996).

Os *Staphylococcus aureus* são as únicas bactérias capazes de crescer em valores de atividade de água inferiores aos considerados mínimos para as bactérias não-halófilas (FRANCO e LANDGRAF, 1996). O valor mínimo é de 0,86, mas em ocasiões especiais pode crescer a partir de 0,83. Através dessas informações, pode-se observar que todas as hortaliças estudadas estão predispostas a desenvolver *S. aureus*, que é responsável por intoxicação alimentar, através da ingestão de toxinas pré-formadas, embora as toxinas só se desen-

Tabela 2: Resultados das análises de atividade de água (Aw) nas hortaliças estudadas.

ALIMENTO	Leitura 1	Leitura 2	Leitura 3	Média
Alface Lisa	0,992	0,993	0,988	0,991
Espinafre	0,990	0,988	0,985	0,988
Acelga	0,992	0,991	0,991	0,991
Couve	0,988	0,986	0,986	0,987
Berinjela	0,991	0,990	0,991	0,991
Abobrinha	0,993	0,994	0,993	0,993
Beterraba	0,989	0,988	0,987	0,988
Coentro	0,980	0,979	0,977	0,978
Cebolinha	0,984	0,985	0,989	0,986
Maxixe	0,995	0,996	0,993	0,995
Batatinha	0,992	0,996	0,995	0,994
Cebola Branca	0,988	0,989	0,985	0,987
Tomate Maduro	0,994	0,996	0,996	0,995
Pimentão	0,992	0,992	0,991	0,992
Tomate Verde	0,993	0,997	0,996	0,995
Quiabo	0,995	0,992	0,996	0,994
Cebola Roxa	0,993	0,991	0,991	0,992
Batata Doce	0,988	0,989	0,989	0,989
Cenoura	0,993	0,995	0,994	0,994
Chuchu	0,994	0,994	0,993	0,994
Jerimum	0,991	0,989	0,991	0,991
Pepino	0,994	0,996	0,995	0,995
Repolho	0,995	0,993	0,995	0,994

volvam em Aw acima de 0,87.

Os fungos são menos exigentes com relação ao meio de crescimento, podendo se desenvolver em Aw muito inferior ao mínimo necessário para o crescimento das bactérias. Em todas as hortaliças estudadas pode haver o crescimento de fungos, como o *Aspergillus spp*, *Byssochlamys nivea* e *Penicillium spp*. Já o *Trichothecium roseum* e *Stachybotrys atra* são fungos mais exigentes, necessitando de Aw acima de 0,90 não crescendo em espinafre, be-terraba, coentro, cebolinha, cebola branca e batata doce. Os fungos são responsáveis pela deterioração dos alimentos, e também podem produzir micotoxinas, como o *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus* que produzem a aflatoxina (micotoxina mais estudada), que só é produzida em alimentos ricos em carboidratos, gorduras e proteínas, e provoca danos hepáticos e hemorragias no trato gastrointestinal e cavidade peritoneal (FRANCO e LANDGRAF, 1996).

CONCLUSÕES

- Todas as hortaliças estudadas apresentam Aw mínima necessária para o crescimento de vários microorganismos.
- Quanto maior a atividade de água, mais propenso está o alimento para o crescimento de microorganismos patogênicos e deterioradores.

- O conhecimento dos valores da Aw é importante para garantir a estabilidade de alimentos e controlar o crescimento de microorganismos deterioradores e causadores de intoxicação e infecção alimentar.
- As bactérias são mais exigentes no que diz respeito aos fatores intrínsecos (Aw) dos alimentos, facilitando assim o crescimento de fungos.
- Para evitar o crescimento de microorganismos nas hortaliças, estas devem ser armazenadas sob refrigeração ou congelamento. Na refrigeração não vai haver o crescimento de microorganismos patogênicos, mas pode haver o crescimento de deterioradores. Como o congelamento é feito em torno de -8°C, não há o crescimento de qualquer tipo de microorganismo.
- Em água pura não há crescimento de microorganismos, pois sua Aw é igual a 1,0.

REFERÊNCIAS

- BEUCHAT, L.R.; Microbial stability as affected by water activity. **Cereal Foods World**, v. 26, n. 7, p. 345-349, 1981.
- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996, 196p.

AVALIACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE ÁGUA EM HORTALIZAS CONSUMIDAS POR LA POBLACIÓN DE PARAÍBA - BRASIL

RESUMEN

La actividad de agua (Aw) es una medida de disponibilidad de agua para las funciones biológicas y se refiere a el agua presente en un alimento en la forma libre. Este trabajo fue desarrollado en el laboratorio de Bioquímica de la FACENE /FAMENE y en la Universidad Federal de Paraíba con el objetivo de evaluar la actividad del agua en hortalizas consumidas por la población de Paraíba-Brasil. Los valores obtenidos han sido los siguientes: *Lactuca sativa* (Aw = 0,991), *Beta vulgaris* (Aw = 0,988), *Spinacia oleracea* (Aw = 0,988), *Beta vulgaris* (Aw = 0,991), *Brassica oleracea* (Aw = 0,987), *Solanum melongena* (Aw = 0,991), *Cucubirta pepo* (Aw = 0,993), *Coriandrum sativum* (Aw = 0,978), *Allium cepa* (Aw = 0,986), *Cucumis anguria* (Aw = 0,995), *Solanum tuberosum* (Aw = 0,994), *Allium ascalonicum* (Aw = 0,987), *Lycopersicon esculentum* (Aw = 0,995), *Capsicum annum* (Aw = 0,992), *Abelmoschus esculentus* (Aw = 0,994), *Allium ascalonicum* (Aw = 0,992), *Ipomoea batatas* (Aw = 0,989), *Daucus carota* (Aw = 0,994), *Sechium edule* (Aw = 0,994), *Cucurbita pepo* (Aw = 0,991), *Cucumis sativus* (Aw = 0,995) y *Brassica oleracea* (Aw = 0,994). Concluyese que estas hortalizas poseen Aw ótima para el crecimiento de microorganismos, incluso de bacterias, ya que presentan Aw mayor que 0,90.

Palabras clave: Actividad de agua. Hortalizas. Microorganismos.

FRAZIER, W. C.; WESTHOFF, D. C. **Microbiologia de los alimentos**. 4. ed. Zaragoza: Acribia, 1993, 681p.

JAY, J. M. **Microbiologia moderna de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1992. 804p.

PRIOR, B. A measurement of water activity in food: a review. **Journal of Food Protection**, v. 42, n. 8, p. 668-674, 1979.

RAY, B. **Fundamental food microbiology**. Washington: CRC Press, 1996. 516p.

ROITMAN, I.; TRAVASSOS, L. R.; AZEVEDO, J. L. **Tratado de microbiologia**. São Paulo: Manole, 1987. 186p.

RÜEGG, M.; BLANC, B. Influence of water activity on the manufacture and aging of cheese. In: ROCKLAND, L.B.; STEWART, G.F. **Water activity: Influences on Food Quality**. London,

Academic Press Inc., 1981.