

## COMPRESSÃO: MÉTODO PARA DEFINIR ALTURA DA EMBALAGEM DE COUVE

Rita de Fátima Alves Luengo <sup>(1)</sup>; Adonai Gimenez Calbo <sup>(2)</sup>; Angelo Pedro Jacomino <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor, Embrapa Hortaliças, km 09 BR 060 Caixa Postal 218, 70359-970 Brasília-DF. Extraído da Tese de Doutorado apresentada pelo primeiro autor à USP-Esalq SP, luengo@cnph.embrapa.br;

<sup>(2)</sup> Engenheiro Agrônomo, PhD, Embrapa Instrumentação Agropecuária Rua XV de Novembro, 1452, 13560-970 São Carlos, SP, adonai@cnpdia.embrapa.br ;

<sup>(3)</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor , USP – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Avenida Pádua Dias, 11 – Caixa postal 9, 13418-900 Piracicaba-SP, Brasil, jacomino@esalq.usp.br.

### RESUMO

Existe uma máxima deformação que o produto túrgido pode sofrer sem que ocorram rachaduras e outros danos irreversíveis. Com esta hipótese, buscou-se neste trabalho determinar a altura da embalagem para comercialização, bem como as deformações plásticas e elásticas de couve. Para isto, primeiro se encontrou a menor altura que não causa rachaduras no pecíolo ou limbo das folhas recém colhidas. Os tratamentos consistiram na aplicação de compressões equivalentes às alturas de produto de 40, 80, 120 e 160 cm. Para obter tais compressões foram usados sobrepesos equivalentes a múltiplos do peso da altura base da caixa de teste. Depois, para aferição, estudou-se a indução de deformação causada pela compressão no tempo, com a separação dos efeitos elástico e plástico. A embalagem recomendada teve a medida da altura máxima obtida nos ensaios de rachadura dividida por dois, para acomodar a ocorrência de acelerações de impacto no transporte e variações nos lotes de hortaliças folhosas para que não sofram relevante deformação plástica. A altura da embalagem para comercialização de couve pode ser de até 40 cm. A deformação plástica da couve, aquela que não se recupera, foi de 10,16%. A deformação elástica foi de 8,17%.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Brassica oleraceae* var. *acephala*, tecnologia, pós-colheita

### ABSTRACT

#### **Compression: method to define collard green package height**

The purpose of this paper was to define collard green package height based on compression for commercialization. The hypothesis was that there is a maximum deformation that freshly harvested product can support without being subjected to cracking. After encountering the smallest height that does not cause cracking to freshly

harvested collard green, the effect of equivalent loads on the leaf head plastic deformation and elastic recovery was followed. The recommended package height was half the minimum height obtained in the initial compression/cracking assay. This factor (0.5) accommodates transport induced accelerations and sample green vegetables firmness variability to assure small product deformation during transport and commercialization. The conclusion of this work is that a green collard package can be up to 40 cm high for commercial trade use. Collard green plastic deformation was 10.16% and elastic deformation was 8.17%.

**KEYWORDS:** *Brassica oleraceae var. acephala*, technology, post-harvest.

## INTRODUÇÃO

LUENGO et. al. (2003) utilizaram as metodologias de aplanção para determinar a altura da embalagem para comercialização de hortaliças e frutas, sendo que os produtos estudados eram órgãos vegetais com formato arredondado (frutos, raízes tuberosas, tubérculos, rizomas). Para hortaliças folhosas as metodologias de aplanção não são adequadas, devido à estrutura laminar e à disposição espacial das folhas, que as torna passíveis de rachadura principalmente nas nervuras. Por isso, para hortaliças folhosas utilizou-se da máxima altura que não causa rachadura no pecíolo e a seguir aplicou-se um método de estudo mais sensível com o qual se observaram as deformações elásticas e plásticas com auxílio de uma embalagem de prova, na qual se observou a deformação da couve sob a placa de aplicação de força de acordo com os pesos de prova adicionados.

O objetivo deste trabalho foi determinar a altura máxima da embalagem para comercialização e transporte de couve com base na compressão, bem como suas deformações plásticas e elásticas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se dos conceitos de deformação elástica e plástica (LEVITT, 1980), nos quais deformação elástica é aquela reversível. A deformação plástica, por outro lado, é aquela que aumenta com a força aplicada e com a duração do ensaio. A deformação elástica foi estimada através da recuperação da altura da couve na embalagem e a deformação plástica permanente foi uma estimativa como resíduo permanente da perda de altura do produto na embalagem após a recuperação elástica de seu volume.

A cultivar de couve utilizada foi 'Manteiga', por ser aquela produzida e comercializada em maior quantidade no país. A colheita ocorreu no Núcleo Rural Vargem

Bonita, próximo a Brasília-DF, após às 16 horas. Foram selecionados aproximadamente 300 maços comerciais de couve, com sete a dez folhas de couve cada um. Os maços utilizados foram colocados em caixas de plástico e armazenados em galpão coberto, à temperatura ambiente, até a manhã do dia seguinte, quando foram transportados até o Laboratório de Pós-Colheita da Embrapa Hortaliças, onde foram feitos os ensaios. Estes procedimentos adotados tiveram por objetivo simular aqueles adotados comercialmente, onde a colheita se dá no final da tarde e a comercialização na manhã do dia seguinte.

Num primeiro ensaio estudou-se o efeito das alturas de embalagem sobre a ocorrência de rachadura nas nervuras e no limbo das folhas de couve. Num segundo ensaio, estudou-se o efeito das alturas de embalagem sobre as deformações plásticas e elásticas. Foi construída uma caixa de vidro transparente para facilitar a mensuração.

Os tratamentos do primeiro ensaio consistiram na aplicação de compressões equivalentes às alturas de 40, 80, 120 e 160 cm de coluna de couve. Para obter tais compressões foram colocados pesos adicionais sobre uma placa de vidro, equivalente ao dobro do peso da carga. Após 60 minutos a compressão foi removida. As barras representam o erro padrão da média de 4 repetições.

Para determinar as deformações plásticas e elásticas as couves foram submetidas ao estresse equivalente ao de uma embalagem com 80 cm de altura. Após uma hora de ensaio, o peso correspondente a uma altura de embalagem de 40 cm foi removido para se observar a recuperação elástica. Foram realizados quatro ensaios para cada situação, constituindo as quatro repetições. A análise estatística usada foi descritiva, com registro dos erros padrões da média nos gráficos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No ensaio feito com o objetivo de avaliar as alturas de embalagem 40, 80, 120 e 160 cm em relação à rachadura de folhas de couve, observou-se que as alturas de 120 e 160 cm provocam rachaduras nas folhas de couve e, portanto, são inadequadas para a proteção da carga, de acordo com a hipótese da pesquisa.

Na altura de 80 cm não foram observadas rachaduras nas folhas de couve, e, portanto, esta é uma altura adequada para proteção do vegetal. Cabe lembrar que está sendo considerado o uso da embalagem não só em condições estáticas, como realizado experimentalmente, mas também durante o transporte, em movimento, e, por isso, a altura aceitável na embalagem seria no máximo metade da carga estática suportada pelo órgão. Isto porque no manuseio e no transporte as embalagens são freqüentemente submetidas à aceleração de duas vezes o valor da aceleração da gravidade, então, os 80

cm passam a 40 cm de altura de embalagem. Nestes ensaios com duração de 4 horas observou-se que as maiores variações da altura da couve na embalagem ocorreram na primeira hora, por isso a apresentação dos dados considerou 60 minutos.

Com a transformação dos dados coletados em percentuais de variação da altura da pilha de couve em relação à altura total da embalagem, observa-se que a máxima estimativa de deformação plástica registrada após o período de 60 minutos foi de 10,16%. A maior variação na altura da embalagem após a aplicação da força foi registrada nos primeiros cinco minutos, diminuindo proporcionalmente em relação ao final do período medido. Da mesma forma, a recuperação da compressão das folhas de couve foi maior nos primeiros cinco minutos após a retirada do sobrepeso. A deformação total, isto é, plástica mais elástica, foi de 19,33% após uma hora de compressão com o dobro do peso da carga, e a deformação elástica foi de 8,17% (Figura 1).

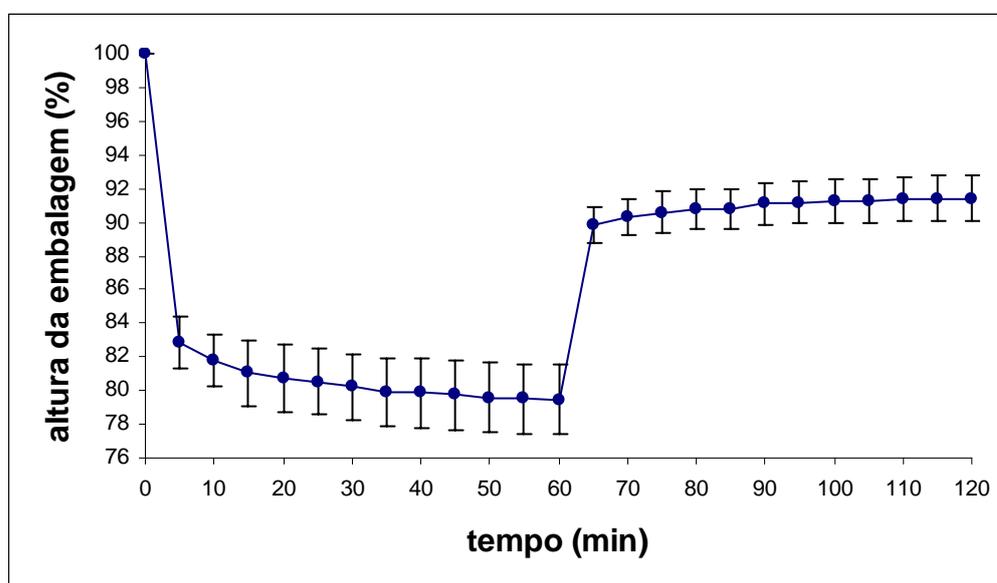


Figura 1 - Redução percentual da altura da carga em couve 'Manteiga' contida no interior da embalagem, em relação à altura total da embalagem em função da aplicação de força

## LITERATURA CITADA

LEVITT, J. **Responses of plants to enviromental stresses**. chilling, freezing and high temperature stress. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Academic Press, 1980. v.1, 497 p.

LUENGO, R. F. A.; CALBO, A. G.; JACOMINO, A. P.; PESSOA, J. D. C. Avaliação da compressão em hortaliças e frutas e seu emprego na determinação do limite físico da altura da embalagem de comercialização. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n.4, p.704-707, dez. 2003.