



Lucía Vignoni \*  
Nancy Ventretera \*  
Patricia Winter \*

# BRÓCOLI CONSERVACIÓN EN ATMÓSFERA MODIFICADA

## Broccoli Storage in modified atmosphere

*Originales*

*Recepción: 19/04/2000*

*Aceptación: 05/05/2000*

### RESUMEN

En este trabajo se estudia el tiempo de conservación de brócoli var. pinacle a  $0 \pm 2$  °C y humedad relativa =  $95 \pm 2$  %, con distinta composición gaseosa inicial, envasado en bolsas de film plástico semi-permeable para establecer la atmósfera inicial más adecuada para la conservación.

Se seleccionaron, lavaron y cortaron inflorescencias que fueron envasadas en poliolefina coextrudada de permeabilidad selectiva. Previo al termosellado se inyectó mezcla gaseosa ternaria ( $0,5$  %  $O_2$ ;  $0,5$  %  $CO_2$  y balance  $N_2$ ) utilizando 4 programas de inyección-vacío.

Periódicamente, durante la conservación y al término de la misma, se controló: color pérdida de peso  
vitamina C consistencia  
sólidos solubles evaluación sensorial  
contenido de  $O_2$  residual

La conservación se prolongó 27 días. En las condiciones del ensayo la mejor conservación se obtiene sin modificación de la atmósfera inicial y es adecuada hasta los 14 días.

### Palabras clave

brócoli var. pinacle • refrigeración •  
conservación • atmósfera modificada  
• envase semipermeable

### ABSTRACT

This work was done in order to establish the best adequate initial atmosphere for broccoli storage. It was studied the storage time of broccoli var. pinacle at  $0$  °C ( $\pm 2$  °C) and  $95$  % R.H. ( $\pm 2$  %), with different initial gaseous composition packed in semipermeable plastic bags. It was determined physical-chemical variations produced during storage.

It was selected, cleaned and cut inflorescences which ones were packed in coextruded polyethylene - polypropylene of selected permeability. Previous to thermo sealing, it was injected ternary gaseous mixture ( $0,5$  %  $O_2$ ;  $0,5$  %  $CO_2$  balance  $N_2$ ) using 4 injection - emptiness programs.

During storage and at the end of this, it was controled periodically: color, vitamin C, soluble solids, weight loss, residual  $O_2$  content, firmness and sensory evaluation. Storage was extended during 27 days.

The best storage, under essay conditions, is that one obtained without modification of the initial atmosphere and it is adequate until 14 days.

### Key words

broccoli var. pinacle • refrigerated •  
storage • modified atmosphere •  
semipermeable packaging

Departamento de Tecnología Agroindustrial.  
Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Almirante Brown N° 500. Casilla de Correo 7. M5528AHB Chacras de Coria. Mendoza. Argentina.  
e-mail: ccea@fca.uncu.edu.ar

## INTRODUCCIÓN

Una de las tecnologías de conservación más utilizada en la actualidad es el envasado en atmósfera controlada y refrigerada. El volumen de alimentos envasados en atmósfera controlada, modificada y al vacío, supera al de los distribuidos en bandejas o bolsas, tratados por calor y envasados asépticamente (2). Las exigencias del consumidor actual se orientan cada vez más hacia los aspectos cualitativos, prefiriendo frutas y hortalizas que tengan características sensoriales satisfactorias (4).

La atmósfera modificada consiste en envasar el producto utilizando materiales de permeabilidad diferencial conocida y cambiar la atmósfera gaseosa inicial, alrededor del producto. Las actividades metabólicas posteriores ocasionan una variación gaseosa que retardan los procesos de madurez y senescencia, prolongando la conservación. Estos cambios del entorno del alimento, si bien beneficiosos, pueden provocar riesgos para la salud si la tecnología empleada es inadecuada.

## Objetivos

- Establecer la atmósfera inicial más adecuada para la conservación de brócoli en atmósfera modificada.
- Establecer el tiempo de conservación del brócoli var. pinnacle en atmósfera modificada con distinta composición gaseosa inicial, envasado en bolsas de film plástico semipermeable.
- Determinar las variaciones físico-químicas producidas durante la conservación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las inflorescencias de brócoli var. pinnacle, cultivadas en una parcela experimental de la cátedra de Horticultura (Facultad de Ciencias Agrarias, UNCuyo) fueron recolectadas manualmente, seleccionadas y seccionadas para facilitar el envasado.

Se utilizaron, como material de envase, bolsas de poliolefina coextrudada PD 961 de Cryovac, de espesor 125 G y de permeabilidades selectivas: 14 000-16 000 al  $\text{CO}_2$  y 6 000-8 000 al  $\text{O}_2$ .

El termosellado se realizó utilizando una máquina de envasado y vacío con inyección de gas, marca TURBOVAC, modelo SB 320.

Previo al cierre, se realizó vacío y se inyectó mezcla gaseosa ternaria, constituida por 0,5 %  $\text{O}_2$  y 0,5 %  $\text{CO}_2$  balance Nitrógeno (VAPAX 0,5 0,5/1010), provisto por AGA. Los niveles utilizados determinaron tres variantes o tratamientos:

		1	2	3	Testigo *
Vacío	(%)	80	98	50	0
Gas	(%)	50	50	36	0

\* termosellado solamente

La inyección de la mezcla de gases determinó el siguiente contenido inicial de  $\text{O}_2$ :

		1	2	3
$\text{O}_2$	(%)	3	0	4,5

La conservación se realizó en cámara frigorífica a  $0 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $95 \pm 2 \text{ \% HR}$  durante 27 días. Durante la conservación se efectuaron periódicamente y por triplicado los siguientes controles:

- \* **Color:** por comparación con manual Munssell y mediante colorímetro triestímulo Minolta.
- \* **Contenido de vitamina C:** mediante titulación volumétrica con solución de yodo 0,01 N.
- \* **Sólidos solubles:** con refractómetro tipo ABBE, escala azucarina.
- \* **Pérdida de peso:** por pesada directa. Se reservaron para esta determinación bolsas conteniendo las inflorescencias enteras y trozadas. Los controles se hicieron siempre en los mismos envases durante 86 días.
- \* **Consistencia:** por penetrometría con presiómetro manual, con cuchilla adaptada de 0,04 cm de espesor y 3,50 cm de ancho.
- \* **Contenido de O<sub>2</sub>:** con oxigen headspace analyzer auto rancing MOCOM.
- \* **Evaluación sensorial:** se realizó después de un hervor de 10 min en agua sin sal. Se utilizó un panel de degustadores no entrenado y escalas estructuradas. Para la evaluación de los resultados se utilizó el análisis de la varianza con un nivel de significancia  $\alpha = 5 \text{ \%}$ . Con el test de Duncan se determinaron diferencias entre los tratamientos. Los puntos evaluados de cada atributo se establecieron por observación porcentual de sus respectivas frecuencias. Se usó la siguiente planilla:

<b>Análisis sensorial de brócoli (atmósfera modificada)</b>		Fecha: / /			
Califique los siguientes ítems como:					
E Excelente    MB Muy Bueno    B Bueno    R Regular    M Malo					
<b>Muestra N°</b>					
Aspecto general					
Color					
Sabor					
Textura					
Marque con X el aspecto predominante en la evaluación anterior					
<b>Muestra N°</b>					
Color	Verde				
	Amarillo				
	Marrón				
Sabor	Característico				
	Indefinido				
	Extraño				
Olor	Característico				
	Indefinido				
	Extraño				
Textura	Normal				
	Firme				
	Blanda				
Observaciones					



1. Estado de las inflorescencias al inicio del ensayo.



2. Envase de poliolefina ecoextrudada de permeabilidad selectiva.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados promedios de las determinaciones son consultables en tablas y gráficos. Los valores de sólidos solubles (figura 1, pág. 65) demuestran una disminución de aprox. 20 % al término de la conservación. La reducción fue mayor en la variante con mayor tenor de oxígeno inicial. Dicha variación probablemente se debe al crecimiento de la inflorescencia para la formación de las semillas. El tenor de oxígeno en las distintas variantes se mantuvo por debajo del 1 % (tabla 1). Al término de la conservación se detectó un incremento en el testigo y en el tratamiento 2. Estos resultados no deben interpretarse como consecuencia del ensayo. Fueron determinaciones destructivas sin seguir la evolución en las mismas bolsas.

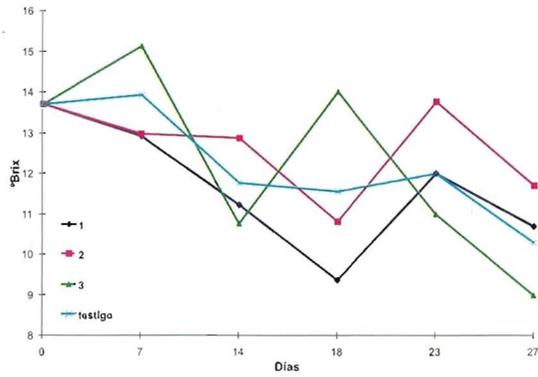
La pérdida de peso en ningún caso superó el 2 % a los 27 días de conservación (tabla 2, pág. 65). Las variaciones de contenido de humedad a lo largo de la conservación no se consideran de importancia (figura 2, pág. 65). Los datos de consistencia indican que el testigo la conservó mejor al término de la conservación (27 días) mientras que, a los 14 días, era el más blando. La pérdida de consistencia se debe a la apertura de las flores y, por ello, la inflorescencia deja de ser compacta (tabla 3, pág. 66).

Los contenidos de vitamina C (figura 3, pág. 65) disminuyeron en todas las variantes al final de la conservación. Las pérdidas oscilaron entre 50 y 56 %. Hasta los 14 días, los contenidos se incrementaron en todos los tratamientos, en coinci-

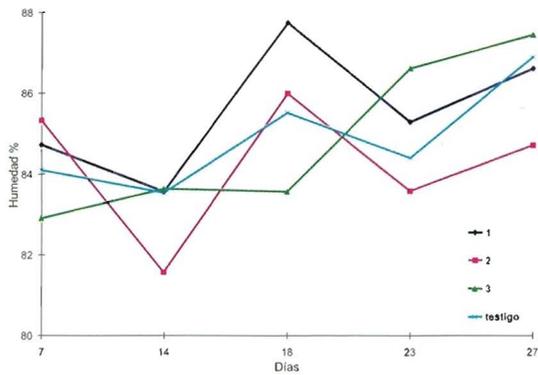
**Tabla 1.** Contenido de oxígeno.

Tratamiento	días	8	14	20	23	25
1		0,18	0,14	0,2	0,22	0,3
2		0,2	0,17	0,17	0,24	-
3		0,26	0,17	0,13	-	0,68
Testigo		0,19	0,19	0,53	-	-

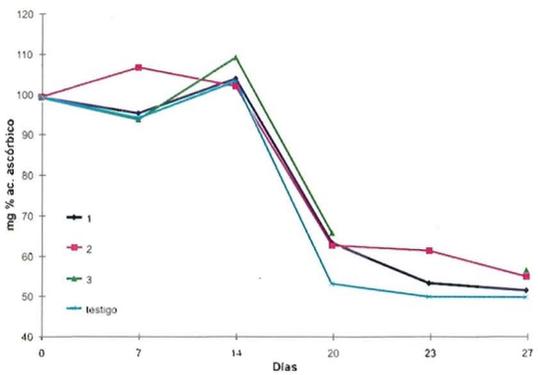
**Figura 1.**  
Porcentaje de sólidos solubles



**Figura 2.**  
Contenido de humedad



**Figura 3.**  
Vitamina C. Método del iodo



**Tabla 2.** Control de peso.

Tratamiento		0	5	12	18	22	26	61	88
días									
1	entero	294	294	293	292	292	291	289	288
	trozado	180	180	180	180	179	179	177	180
2	entero	242	242	242	241	241	241	239	238
	trozado	146	146	146	146	145	145	144	143
3	entero	228	228	228	227	227	226	225	225
	trozado	180	180	180	180	179	178	178	177
Testigo	entero	308	308	306	306	305	304	303	230
	trozado	234	234	233	232	232	232	230	303

**Tabla 3.** Consistencia. Penetrometría con cuchilla.

Tratamiento	días	0	14	20	27
1		9	7	3.5	3.8
2		9	8	5.6	3.3
3		9	9.33	5	4.3
testigo		9	6.56	4	5

dencia con la apertura de las flores.

Las mediciones de color (tabla 4) evidencian que durante la conservación el producto tiende a perder claridad con valores de L cercanos a 39 (L = 0 negro y 100 blanco). Los valores de a (+a rojo y -a verde) fueron más negativos a medida que avanzó la investigación. Los valores de b (-b azul y +b amarillo) fueron positivos durante toda la conservación. En las comparaciones con el manual Munsell se observan similares resultados (tabla 5, pág 67).

Los puntajes obtenidos en la evaluación sensorial se detallan en la tabla 6 y la distribución de frecuencias, en tabla 7 (pág. 68).

**Tabla 4.** Color. Colorímetro triestímulo.

Tratamiento	días		7	14	20	23	27
1	L		34.6	38.45	39.86	36.40	39.07
	a		-6.94	-5.45	-4.76	-5.26	-5.35
	b		8.81	8.78	7.31	7.42	7.60
1	L		36.77	38.75	41.83	36.98	38.79
	a		-7.35	-8.42	-3.78	-8.00	-8.16
	b		9.03	10.78	7.13	8.98	9.61
2	L		34.68	39.06	37.54	40.41	39.38
	a		-4.06	-8.63	-4.66	-8.95	-7.15
	b		6.11	6.15	6.66	11.05	8.55
2	L		35.30	33.46	37.54	38.07	39.87
	a		-6.24	-3.57	-5.96	-8.46	-7.52
	b		9.14	6.15	8.11	10.94	9.28
3	L		38.07	37.33	38.67	36.72	38.03
	a		-4.46	-5.73	-5.90	-5.62	-5.72
	b		7.96	8.18	6.03	8.37	7.20
3	L		41.84	38.81	40.36	40.55	41.35
	a		-7.43	-8.96	-5.23	-8.02	-9.95
	b		8.75	11.52	6.86	9.48	13.21
testigo	L		38.09	39.77	36.08	38.95	41.58
	a		-4.94	-7.38	-7.25	-9.50	-8.84
	b		7	7.62	7.86	11.80	10.69
testigo	L		38.67	39.55	37.79	39.63	35.40
	a		-7	-3.85	-7.83	-8.53	-4.39
	b		10.75	3.94	9.28	10.97	6.73

**Tabla 5.** Color Munsell.

Tratamiento días	7	14	20	23	27	34
1	7.5Y 4/2	10GY 5/2	10Y 5/2	7.5GY 5/2	7.5GY 4/2	10GY 5/2
2	2.5G 4/2	7.5Y 5/2	5GY 4/2	7.5GY 5/2	7.5GY 4/2	10GY 4/2
3	5GY 4/1	10GY 5/2	7.5GY 5/2	7.5GY 5/2	7.5GY 5/2	10GY 4/2
<b>testigo</b>	10GY 4/2	10GY 4/2	7.5GY 5/2	7.5GY 5/2	7.5GY 5/2	10GY 5/2

Las observaciones practicadas arrojaron los siguientes resultados:

**Aspecto general:** modelo no significativo. Media: 3,4 puntos. CV: 21,3 %. No hubo diferencias significativas entre fechas ni variables.

**Olor:** el modelo resultó significativo para las fechas, no así para las variantes de conservación. Media general: 2,7 puntos. CV: 32,7 %. A los 2 días de conservación se obtiene el mejor puntaje. El resto de las observaciones no presentaron diferencias significativas entre sí, pero sí con la primera observación, a los 2 días.

**Tabla 6.** Evaluación sensorial. Puntajes.

Conservación (días)	Variante	Aspecto General	Olor	Color	Sabor	Textura
2	0 Testigo	3,75	3,25	3,5	3,25	2,25
	1 Vacío 80 Gas 20	3,5	3,75	3,25	3	2,75
	2 Vacío 98 Gas 50	3,75	3,5	3,5	3	2,5
	3 Vacío 50 Gas 36	4	3	3	2	3
14	0 Testigo	3,5	2,75	3,5	2,25	3
	1 Vacío 80 Gas 20	3,5	2,25	3,5	2,25	3
	2 Vacío 98 Gas 50	3,5	2,75	3	2,5	2,75
	3 Vacío 50 Gas 36	3,75	2,25	3,75	1,75	2,75
20	0 Testigo	3,2	2,6	3,4	2,4	2,6
	1 Vacío 80 Gas 20	3,4	1,6	3,2	2,2	2,8
	2 Vacío 98 Gas 50	3,4	2,8	3,2	1,4	2
	3 Vacío 50 Gas 36	2,8	2,8	3	2	2,2
23	0 Testigo	3,33	2,50	3,33	2,67	3,17
	1 Vacío 80 Gas 20	3,17	2,67	3,17	2,50	2,67
	2 Vacío 98 Gas 50	3,67	2,67	3,67	2,33	2,83
	3 Vacío 50 Gas 36	3,33	2,83	3,33	2,67	2,50
27	0 Testigo	3,25	2,5	4	3	3
	1 Vacío 80 Gas 20	3,5	2,5	3,75	2,75	3,25
	2 Vacío 98 Gas 50	3,25	2,5	3,75	3	3,25
	3 Vacío 50 Gas 36	3,25	2,25	4	2,75	3,25

**Tabla 7.** Evaluación sensorial. Frecuencia de aspectos

Conservación (días)	Tratamiento	Color			Sabor			Olor			Textura		
		Verde	Amarillo	Marrón	Caracte- rístico	Indefinido	Extraño	Caracte- rístico.	Indefinido	Extraño	Normal	Firme	Blanda
2	0	4			4			4			2		2
	1	4			3	1		4			2	2	
	2	4			3	1		4			3		1
	3	4			3	1		3	1		3		1
14	0	4			3	1		3	1		4		
	1	4			3	1		2	1	1	2	1	1
	2	3	1		4			3	1		3		
	3	4			2	2		2	1	1	3		1
20	0	4			2	2		3	1		3		1
	1	3	1		2	2		2	1	1	3	1	
	2	3	1		2	1	1	3	1		2	1	1
	3	3	1		1	3		1	2	1	3		1
23	0	4			2	1	1	3	1		4		
	1	4			1	3		2	2		3	1	
	2	4			1	2	1	1	3		3	1	
	3	4			2	1	1	3	1		2		2
27	0	4			3	1		3		1	2	1	1
	1	4			3	1		3		1	4		
	2	4			3	1		3		1	4		
	3	4			3	1		3		1	4		

A los 2 días, el 100 % tuvo el olor característico de esta especie. Luego, a los 14 y 20 días, el 25 % fue indefinido, algo extraño. Notablemente, a los 23 días, no se manifestó dicho olor extraño. Por último, a los 27 días, la valoración se repartió en 25 % indefinido y 75 % característico.

**Color:** no se presentaron diferencias significativas entre variantes ni fechas. Media general: 3,44 puntos. CV: 21,8 %. En todas las fechas de observación, el color de la variante testigo fue verde. A los 20 días, el 25 % de las observaciones en las otras variantes: 1, 2 y 3, fue amarillo.

**Sabor:** modelo significativo para las fechas de observación, no así para las variantes de conservación. Media general; 2,48 puntos. CV: 35,7 %. Los porcentajes se repartieron entre característico e indefinido. Cabe destacar que, a los 27 días, el 75 % fue característico en todas las variantes. A los 23 días el sabor extraño apareció en el 25 %.

**Textura:** modelo significativo para las fechas de observación, no así para las variantes. Media general: 2,75 puntos. CV: 28,2 %. En general, la textura fue valorada en forma pareja a lo largo de la conservación, manteniéndose el 25 % firme y blanda, y el 75 %, normal.

En ninguna de las cualidades evaluadas se presentaron diferencias significativas entre las variantes de conservación ensayadas.

En cuanto a las fechas de observación se presentaron diferencias significativas en la valoración. La fecha 3, a los 20 días de conservación, obtuvo los puntajes más bajos que, luego y curiosamente, aumentaron en las fechas posteriores, a los 23 y 27 días. A los 27 días (fecha 5), el puntaje fue bajo sólo en la variable olor; a diferencia de las otras: color, sabor y textura.

## **CONCLUSIONES**

- ★ En las condiciones del ensayo, la conservación de brócoli var. pinnacle, sin modificación de la atmósfera inicial, resultó la más adecuada. Durante ese lapso de conservación no hubo variaciones en los parámetros analizados que desmejoran el producto y, en ninguna de las cualidades evaluadas, aparecieron diferencias significativas entre las variantes de conservación experimentadas.
- ★ En color, sabor, olor y textura, la variante testigo tuvo buenos puntajes: primer y segundo lugar. La mejor evaluada -en aspecto general y olor- resultó la variante 2: vacío 98 gas 50.
- ★ Al conservar el vegetal durante más tiempo, se desmejora el color que tiende hacia el amarillo; hay mayor pérdida de vitamina C; ablandamiento del producto y, en las bolsas en las que se modificó la concentración inicial de gases, aparecen olores extraños.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Agriculture handbook N° 8. Composition of Foods. Agricultural Research Service. U.S. Department of Agriculture.
2. Brody, Aaron L. 1996. Envasado de alimentos en atmósferas controladas, modificadas y a vacío. Acribia.
3. Di Pentina, J. H. et al. 1996. Estudio del comportamiento de vegetales listos para usar, envasados con distintas láminas plásticas. Revista La alimentación latinoamericana. N° 213. ITA. FIQ. UNL.
4. Romojaro, Félix et al. 1996. Nuevas tecnologías de conservación de frutas y hortalizas. Mundiprensa.
5. Robert, C. & Wiley, R. C. 1997. Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. Acribia. Zaragoza. España.

