

CONSERVACIÓN DE LA FRESA (*Fragaria ananassa*) VARIEDAD CAMAROSA A PARTIR DE LA MODIFICACIÓN PASIVA DE LA ATMÓSFERA

Yanine Trujillo Navarro¹

Wilfredo Ortiz Tuay²

Daniel Duran Osorio³

RESUMEN

La modificación pasiva es una técnica que consiste en que el fruto empaquetado genere lentamente cambios en la composición de O₂ y CO₂ circundantes al interior del empaque, y cuya velocidad de modificación depende de su tasa de respiración y de las características del empaque. Por la importancia de esta técnica, la presente investigación se planteó con el objetivo de evaluar la influencia del tipo de empaque en la modificación pasiva de la atmósfera que realiza la fresa variedad Camarrosa en estado de madurez pintón. Para tal fin se emplearon tres tipos de empaques, bolsas de polietileno de alta densidad, bolsas multicapas (polipropileno y polietileno) y tarrinas de tereftalato de polietileno. 50g de fresa fueron depositadas en cada uno de los empaques, sellado manualmente y almacenadas a 5°C por un tiempo de ocho días. Se llevaron a cabo análisis de composición de la atmósfera interna del empaque (O₂ y CO₂), color (CIE L*a*b*), pH, acidez y SST en los días 0, 4 y 8 de almacenamiento. Los resultados indican que el tipo de empaque influye en la modificación pasiva de la atmósfera, encontrándose que al emplear bolsas multicapas (polipropileno más polietileno), se logra una modificación pasiva de la atmósfera que beneficia la conservación de la fresa durante los 8 días de almacenamiento.

Palabras Claves: Almacenamiento, atmósfera pasiva, empaque, fresa, vida útil.

¹ Grupo de Investigación GINTAL, Universidad de Pamplona, Kilómetro 1 vía Bucaramanga, Pamplona-Norte de Santander.

² Programa de Ingeniería de Alimentos, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Pamplona, Kilómetro 1 vía Bucaramanga, Pamplona-Norte de Santander

³ Grupo de Investigación GINTAL, Universidad de Pamplona, Kilómetro 1 vía Bucaramanga, Pamplona-Norte de Santander

INTRODUCCIÓN

La modificación pasiva es usada para la conservación de las frutas, debido a que es una de las técnicas más empleadas para extender su vida útil, la cual consiste en que el fruto genera un cambio latente de la concentración de O_2 y CO_2 circundante al interior del empaque.

La velocidad de respiración de la fresa es alta, cerca de $15\text{mg } CO_2/\text{Kg}/\text{h}$ a 0°C y se incrementa de 4 a 5 veces conforme se eleva la temperatura a 10°C , observado que las fresas son tolerantes al almacenamiento en atmósferas modificadas con altas concentraciones de CO_2 , lo cual ayuda a extender en gran medida su vida útil, inhibiendo la descomposición y retardando su envejecimiento (Tudela, Villaescusa, Hernández, & Artés, 2003).

Las atmósferas modificadas pueden desarrollarse pasivamente en el interior de un envase herméticamente cerrado como resultado de la respiración del producto, es decir, consumo de O_2 y producción de CO_2 . Si las características de respiración de un producto están adecuadamente ajustadas a los valores de permeabilidad del film, se puede crear pasivamente una beneficiosa atmósfera modificada en el interior del envase. Si se elige un film de una adecuada permeabilidad, se establecerá una atmósfera modificada de equilibrio cuando las intensidades de transmisión del O_2 y del CO_2 , a través del envase, sean iguales a la intensidad de respiración del producto.

Las atmósferas típicamente recomendadas son concentraciones del 15% a 10°C y de 20% a 5°C de CO_2 , sin embargo, la exposición de las fresas a niveles menores al 2% de O_2 y/o mayores al 25% CO_2 , puede causar desarrollo de sabores desagradables y decoloración dependiendo del cultivo. De acuerdo al estudio realizado por (Gun-Hee & Willis, 1998), las cubiertas de una sola capa de polietileno usadas para envolver los recipientes en el empaqueo de la fresa, no generan una concentración adecuada como para inhibir el deterioro, por lo que se recomienda usar una capa más gruesa que proporcione la atmósfera necesaria de CO_2 .

El O₂ y el CO₂ son moléculas fundamentales en el metabolismo primario y secundario de frutas y hortalizas. Su influencia radica en la modificación del comportamiento de la planta que se traduce en la prolongación de la vida comercial. Los bajos niveles de O₂ retardan la respiración y el metabolismo de carbohidratos, y los altos niveles de CO₂ empleados en la atmósfera de almacenamiento actúan eficientemente en retardar los mecanismos dependientes de la síntesis de etileno, como la degradación de la pared celular y los cambios de color (Castro, Gonçalves, Teixeira, & Vicente, 2002).

De los atributos de calidad de la fresa, el color es muy importante por ser el atributo crítico de calidad para determinar el grado de frescura del producto. El color de las fresas está condicionado en parte por la concentración de antocianinas en la epidermis y en la corteza, por los tratamientos postcosecha que afectan la respiración y el oscurecimiento, también se ve afectado por las variables ambientales pre cosecha, como son la luz, la temperatura, y los factores nutricionales, ya que éstos afectan la síntesis de antocianinas y el desarrollo del color de la fruta fresca. El color es sin duda el primer factor de calidad que percibe el consumidor, el cual es considerado para productos hortofrutícolas (Nunes, Morais, Brecht, & Sarget, 2006; Pinzón, Cardozo, & Portilla, 2013; Trujillo *et al*, 2013).

La acidez parámetro en la evaluación de la vida útil de la fresa representa el contenido de ácidos y en la mayoría de las frutas cambia durante la maduración, la acidez corresponde al valor obtenido mediante una valoración (titulación) del contenido de los ácidos. Contribuyen a los sólidos los ácidos orgánicos, los aminoácidos, los compuestos fenólicos y las pectinas solubles. En las frutas no climatéricas como en el caso de las fresas, los azúcares tienden a acumularse durante la maduración. Así la medición de azúcares en la fruta puede proporcionar un índice de la madurez de la fruta y en la mayoría de los casos, este valor refleja de manera exacta la dulzura de la fruta (Thompson, 1996).

Por el interés que se genera en todos estos parámetros de calidad y que se involucran al hablar de un empaqueo de atmosferas pasivas de fresa, el objetivo de este estudio fue evaluar la conservación de la fresa (*Fragaria ananassa*) variedad camarosa a partir de la modificación pasiva de la atmósfera.

MATERIALES Y MÉTODOS

10 kilogramos de fresa variedad camarosa fueron adquiridos en la central de abastos de Pamplona, Norte de Santander, en estado de madurez pintón. Una vez seleccionadas, 150g de fresas fueron empacadas, por triplicado, en bolsas de polietileno de alta densidad, en bolsas multicapa (PEV) y en tarrinas de tereftalato de polietileno (PET). El seguimiento de la modificación en el interior del empaque se realizó durante los días 0, 4, y 8 de almacenamiento a través de la evaluación CO_2 y O_2 , empleándose un analizador de gases (PBI, Dan sensor).

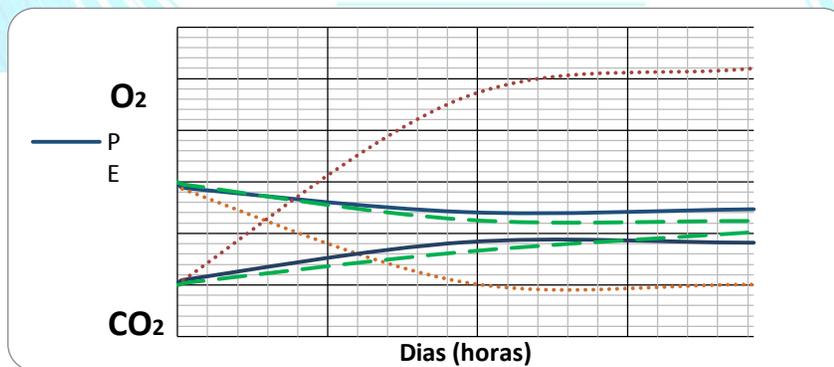
La evaluación del color se realizó mediante el uso de un espectrofotocolorímetro X-Rite modelo SP-60, empleándose el espacio de color CIEL* a^* b^* . En este espacio de color, L^* indica la luminosidad y varía del 0 (negro) al 100 (blanco), a^* y b^* son las coordenadas cromáticas en donde a^* varía de -60 (verde) a +60 (rojo) y b^* varía de -60 (azul) a +60 (amarillo) (Trujillo, Cardozo, J., & C., 2011).

La acidez titulable se determinó siguiendo el procedimiento 942.15/90 descrito por la AOAC, expresado en porcentaje de ácido cítrico. Utilizando un pH-metro previamente calibrado a temperatura ambiente se indicó el pH del jugo de fruta, según el método 981.12/90 de la AOAC. La concentración de sólidos solubles totales (SST) se determinó siguiendo el método 932.12/90 de la AOAC.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se muestra la evolución de los gases de la atmósfera dentro de los envases estudiados. La disponibilidad de oxígeno es mínima (0,50 y 0,10) después de las 96 horas (día 4) de almacenamiento en el empaque multicapa (Iglesias et al., 2006), generando una atmósfera pasiva benéfica para la fruta en donde se presentan niveles de CO₂ entre 5% y 20%, concentraciones que generan efectos fungistáticos en patógenos postcosecha de frutillas (Couey et al., 1966; Woodward, 1972; El Kazzaz et al., 1983). Este empaque permite una mejor interacción entre la atmosfera interna y el medio circundante. Se ha observado que las fresas son tolerantes al almacenamiento en atmósferas modificadas con altas concentraciones de CO₂ lo cual ayuda a extender en gran medida su vida útil inhibiendo la descomposición y retardando el suavizamiento, esto es supuestamente debido a que el CO₂ suprime la producción de etileno por la fruta (Tudela, J. 2003).

Figura 1. Comportamiento de la concentración de O₂ y CO₂ de la fresa verde en almacenamiento



Según los datos de la Figura 1, la modificación que la fresa genera en la atmósfera al interior del empaque es muy similar para los empaques de polietileno y tarrina, en los cuales se obtienen valores entre el 5% y el 10% en lo que respecta a la concentración de CO₂ y cercano al 25%, para O₂, que son desfavorables para la conservación de la fresa durante su almacenamiento.

La tabla 1 demuestra que el tipo de empaque es influyente en la modificación pasiva en la atmósfera interna de las fresas en estado verde, en donde el PEV es el polímero que difiere significativamente de los otros empaques, siendo este el que permite desarrollar las mejores concentraciones de O₂ y CO₂.

Tabla 1. Resultados estadísticos del efecto del empaque en la concentración de O₂ y CO₂ de la fresa durante almacenamiento

Tipo de empaque	Oxígeno	Dióxido de carbono
PE	16,11±5,03 ^a	4,72±6,50 ^c
PEV	11,62±9,45 ^{ab}	15,69±19,13 ^{cd}
TARRINA	16,62±3,95 ^b	4,04±5,18 ^d
p-valor	0,037	0,005

n=3 ; $\bar{x} \pm \phi$; p-valor $\leq 0,05$ existen diferencias mínimas significativas

a, b, c, d.. Letras diferentes entre filas existen diferencias mínimas significativas al nivel del 5%.

La tabla 2 muestra los resultados de la influencia del empaque en el color de la fresa empacada en diferentes materiales plásticos en estado verde. Se observa que el color (L*, a* y b*) para la fresa en estado verde durante el almacenamiento, se ve afectado debido a la respiración y proceso de maduración de la fruta. El parámetro a* característico para la fresa, puesto que representa el color rojo, mostró un comportamiento muy característico para el empaque PEV puesto que su variación fue muy mínima comparándola con la de los empaques de polietileno de alta densidad y tarrina, lo que indica que se retardó la maduración de la fruta, teniendo en cuenta que los valores no tuvieron una variación significativa. El parámetro b*, que representa el componente amarillo, evidenció valores muy similares para el empaque PEV.*

Tabla 2. Influencia del empaque en el color de la fresa en estado verde durante almacenamiento

Día	Estado	L*			a*			b*		
		PE	PV	TARRINA A	PE	PV	TARRINA	PE	PV	TARRINA A
0	Verde	40,11±4,41 ^a	41,88±5,66 ^a	41,14±6,90 ^a	27,96±6,20 ^a	25,79±5,11 ^a	26,88±8,73 ^a	24,83±3,52 ^a	25,50±4,39 ^a	24,56±3,91 ^a
4	Verde	60,92±23,25 ^b	57,28±18,63 ^b	73,64±8,23 ^b	34,30±14,66 ^a	27,78±14,34 ^b	50,89±13,92 ^b	39,82±21,45 ^b	28,48±5,27 ^a	37,43±8,00 ^b
8	Verde	56,18±20,93 ^b	35,78±2,20 ^a	33,17±3,31 ^a	42,58±17,05 ^b	30,01±1,96 ^a	27,49±4,12 ^a	33,34±9,11 ^c	22,37±2,95 ^a	19,34±3,70 ^a
p-valor		0,000			0,000			0,000		

n=3 $\bar{x} \pm \phi$; p- valor $\leq 0,05$ existen diferencias mínimas significativas

a, b, c... letras diferentes entre filas existen diferencias mínimas significativas

En la tabla 3, se observan las diferencias significativas para cada en el contenido de los sólidos solubles (°Brix) de las fresas. En el cual se observó una ligera disminución en las fresas sometidas al polietileno de válvula en el día 8. Para propósitos de control de calidad, los sólidos solubles corresponden al valor obtenido con el refractómetro, en donde los valores del índice de refracción son convertidos a la escala de sólidos solubles. En el caso de la acidez, hubo una diferencia significativa presentándose una disminución en el porcentaje de acidez en las fresas sometidas en empaque de polietileno de alta densidad, por otra parte el polietileno de válvula presenta valores de acidez muy cercanos entre si para los primeros 4 días, luego evidencia una disminución, esto debida al proceso de maduración donde se desarrollan azúcares que reducen la acidez; para el pH se tiene una relación intrínseca con la acidez. La disminución de los ácidos orgánicos que le imparten la acidez a la fresa, se desdoblan en representados como los sólidos solubles.

Tabla 3. Influencia del empaque-atmosfera en las características fisicoquímicas de la fresa en estado verde, durante almacenamiento

Día	Estado	Acidez			pH			Sólidos solubles (°Brix)		
		PE	PV	TARRINA	PE	PV	TARRINA	PE	PV	TARRINA
0	Verde	0,80±0,12 ^a	0,49±0,13	0,48±0,06	4,03±0,01	3,43±0,06 ^{bc}	3,49±0,01 ^{ef}	5,06±0,20 ^g	6,08±0,07 ⁱ	5,03±0,05 ^{kl}
4	Verde	0,64±0,03	0,51±0,12	0,60±0,02	3,89±0,17	3,81±0,27 ^{bd}	3,89±0,08 ^e	6,40±0,17 ^{gh}	6,43±0,50 ^j	6,03±0,05 ^k
8	Verde	0,52±0,11 ^a	0,35±0,05	0,46±0,05	3,96±0,16	4,23±0,12 ^{cd}	4,00±0,02 ^f	5,00±0,72 ^h	4,30±0,10 ^{ij}	6,02±0,06 ^l
p-valor		0,000			0,000			0,000		

n=3 ; $\bar{x} \pm \phi$; p-valor $\leq 0,05$ existen diferencias mínimas significativas

a, b, c... letras diferentes entre columnas existen diferencias mínimas significativas al nivel del 5%.

CONCLUSIONES

La modificación pasiva de la atmosfera de la fresa está directamente influenciada por el material de empaque utilizado teniendo en cuenta que para el polietileno y polipropileno presento una mejor interacción entre la atmosfera interna del empaque.

El estado de madurez influye significativamente en la modificación pasiva de la atmosfera dentro del envase.

La modificación pasiva de la atmosfera en la conservación de la fresa influye directamente en el color del fruto.

Al empacar la fresa en atmosferas pasivas el empaque que mejor conserva las características fisicoquímicas es el multicapas (PEV) conformado por polipropileno y polietileno.

BIBLIOGRAFÍA

- Castro, I., Gonçalves, O., Teixeira, J., & Vicente, A. (2002). Comparative study of Selva and Camarosa strawberries for the commercial market. *Journal of Food Science*, 67(6), 2132–2137.
- Gordon, (1995). Manejo postcosecha de fresas y frambuesas: mantenimiento de la calidad desde el
- Green, A. (1971). Las frutas blandas, Capítulo 11 En. La bioquímica de la fruta y sus productos. A. C. Hulme (Ed.). Vol. 2. Nueva York: Academic Press. Pág 375-410.
- Gun-Hee, K., & Willis, R. (1998). La interacción de una mayor reducción de dióxido de carbono y etileno en la vida de almacenamiento de las fresas. *Revista de Ciencias Hortícolas Y Biotecnología*, 73(2), 181–184.
- Iglesias E; Cabezas L; Nuevo J. (2006). Tecnologías de envasado en atmosfera protectora. Informe de vigilancia tecnológica. Cap 2. Pág 47.
- Mitcham, B., Cantwell, M. y Kader, A. (1996). Los métodos para determinar la calidad de los productos frescos. Manipulación de Perecederos número del Boletín No 85. Pág 1-5. <http://ucce.ucdavis.edu/files/datastore/234-49.pdf>. Última ACTUALIZACIÓN 16/03/03
- Nunes, C., Morais, A., Brecht, J., & Sarget, S. (2006). Possible Influences of Water Loss and Polyphenol Oxidase Activity on Anthocyanin Content and Discoloration in Fresh Ripe Strawberry (cv. Oso Grande) During Storage at 1 °C. *Journal of Food Science*, 70(1), 79–84.
- Pinzón, M., Cardozo, C., & Portilla, M. (2013). Evaluación de las propiedades fisicoquímicas en el proceso de maduración del tomate cv. Milano producido a campo abierto y bajo invernadero. *@Limentech Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 11(1), 22–30.
- Schwab, Wilfried y Raab Thomas. (2004). Cambios en el desarrollo durante la maduración de la fresa y los cambios físico-químicos durante el Almacenamiento Postcosecha en: Prácticas de Producción y Evaluación de la Calidad de Cultivos Alimenticios. Vol. 3, Calidad Manejo y Evaluación. R. Dris y S. M. Jain (eds.). Kluwer Academic Editorial. Pág. 341-369.
- Talbot, M. y Chau, V. (1998): Pre fresas de refrigeración. CIR942. Servicio de Extensión Cooperativa de la Florida. Universidad de la Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu>. Última ACTUALIZACIÓN Julio del 2002.
- Thompson, A. (1996). La madurez de la cosecha y métodos. *Tecnología Postcosecha de Frutas Y Hortalizas*, 35–37.

Trujillo, Y., Cardozo, C., J., G., & C., R. (2011). Retardo de la maduración organoléptica del tomate (*Lycopersicum esculentum*) cv. Milano a partir de métodos combinados. @Limentech Ciencia y Tecnología Alimentaria, 9(2), 95–103.

Trujillo N., Yanine, Cáceres L., Leidy y Duran O., Daniel S. (2013). Influencia del uso poscosecha de retardante en el color del tomate (*lycopersicum esculentum mill*) variedad chonto. @Limentech Ciencia y Tecnología Alimentaria, 11(1), 72–78.

Tudela, J., Villaescusa, R., Hernández, F., & Artés, F. (2003). El dióxido de carbono de alta durante el almacenamiento en frío para mantener la calidad de la fresa. *Acta Horticulturae*, 201–204.

