

8. CONCLUSIONES

- Para determinar la velocidad de transmisión de vapor de agua (VTVA) son mejores tiempos largos (6 horas) ya que así se rompe menos el equilibrio dentro de la celda y las correlaciones lineales de ganancia en peso, son mejores.
- Los valores de VTVA obtenidos indican que la película más permeable al vapor de agua a 5 y 15°C es Cryovac PC7235B (cryovac 3) (21.21 y 28.28 g/m² día respectivamente), y a 25°C la película poliolefina (58.59 g/m² día).
- Los valores de VTVA más bajos a las tres temperaturas correspondieron a Cryovac PC9250 (9.09 g/m²día a 5°C, 16.16 g/m²día a 15°C y 26.26 g/m²día a 25°C).
- De acuerdo a E_{VTVA} , nybar, poliolefina y cryovac gruesa presentaron una sensibilidad semejante al cambio en temperatura (E_{VTVA} de 10), cryovac delgada y cryovac 3 fueron menos sensibles al cambio en temperatura (E_{VTVA} menor a 10).
- Los valores obtenidos experimentalmente para VTVA son mayores (23 %) que los reportados por los proveedores a la misma temperatura, excepto en el caso de poliolefina, esto se puede deber diferencias experimentales y al grosor de las películas en las que se hicieron las determinaciones.
- Para determinar la permeabilidad a O₂ y CO₂ se observó que flujos de gas vector (N₂) menores a 25 ml/min son adecuados, ya que a flujos mayores el gas permeante no es detectable.
- En cuanto a la permeabilidad a O₂ y CO₂ de la película poliolefina se obtuvieron valores a 5°C mayores (1.62 E-3 mg O₂/h cm atm y 5.2 E-3 mg CO₂/h cm atm) que los correspondientes a 25°C (9.4 E-4 mg O₂/h cm atm y 7.5 E-4 mg CO₂/h cm atm), esta no era la tendencia esperada, ni la reportada por otros autores.

- La producción de CO₂ en mora azul fue más rápida que el consumo de O₂ a las tres temperaturas (relación CO₂:O₂ de 2:1), además de que a 25°C la concentración de CO₂ llegó hasta 28%.
- Se hizo uso de Matlab para obtener las constantes de las ecuaciones planteadas por Hagger et al. (1992), que describen el cambio en concentración respecto al tiempo de O₂ y CO₂ debido a la respiración de mora azul, obteniéndose buenas correlaciones ($r_{norm} < 31$).
- No fue posible obtener las constantes del modelo Michaelis – Menten para la mora azul var rabbiteye ya que en el experimento no se hicieron determinaciones el tiempo suficiente para llegar a una velocidad máxima constante y además porque se tuvo un proceso anaerobio el cual no es descrito por este modelo, en base a esto y a la alta carga microbiana inicial, sobre todo de levaduras, se puede decir que se tuvo un proceso fermentativo en la fruta.
- Se calculó una velocidad de respiración promedio para cada temperatura de estudio tanto para O₂ (11.393 mg O₂ consumido/kg h a 5°C, 26.637 mg O₂ consumido/kg h a 15°C y 50.4 mg O₂ consumido/kg h a 25°C), como para CO₂ (15.597 mg CO₂ consumido/kg h a 5°C, 40.425 mg CO₂ consumido/kg h a 15°C y 115.21 mg CO₂ consumido/kg h a 25°C) observándose que se incrementa conforme se incrementa la temperatura.
- El cociente respiratorio igualmente se incrementa conforme la temperatura se incrementa (1.37 α a 5°C, 1.52 α a 15°C, 2.26 α a 25°C).
- La energía de activación fue mayor para CO₂ (16.33 kcal/mol) que para O₂ (12.26 kcal/mol), implicando que la producción de CO₂ es más sensible a los cambios en temperatura que el consumo de O₂.
- Se comparó el cambio en concentración de O₂ y CO₂ de la variedad de mora azul (var. rabbiteye) estudiada en este trabajo, con otras tres variedades (var. jersey,

var. blueray, var. coville) estudiadas por Song et al. (1992) y se concluyó que el cambio en concentración de O₂ era similar al de blueray y el cambio en concentración de CO₂ era similar al de coville, a partir de las constantes de Michaelis – Menten antes mencionadas, se modeló la curva de respiración de rabbiteye.

- Las concentraciones de O₂ y CO₂ en estado estacionario de mora azul (var. rabbiteye) y película poliolefina a 5°C fueron 14.6 % de O₂ y 1.6% de CO₂, sin embargo estas no son las condiciones óptimas de almacenamiento a 5°C (2 - 5% O₂ y 12 - 20% CO₂).
- A 25°C, de acuerdo a la modelación, no se alcanza el equilibrio entre la película poliolefina y la mora azul (-22% O₂ y 94% CO₂).
- Los valores de permeabilidad necesarios para alcanzar las condiciones óptimas de almacenamiento de mora azul (2 - 5% O₂ y 12 - 20 % CO₂) son: 6.19E-5 a 7.35E-5 mg O₂/cm h atm (PO₂), 3.824 E-4 a 2.29E-4 mg CO₂/cm h atm (PCO₂), 0.45 a 0.68 g H₂O/m² día (VTVAO₂) y 0.93 a 1.29 g H₂O/m² día (VTVACO₂).
- Siguiendo el método de Labuza y Breene (1989), se concluyó que de acuerdo a su permeabilidad la película que pueden emplearse para empacar mora azul a 5°C es LDPE aunque no alcanza el equilibrio en las condiciones óptimas.
- El cambio en concentración de O₂ en los empaques respecto al tiempo prácticamente no disminuye a partir de las 100 hs o 4 días (1.8%) y la concentración de CO₂ a partir de las 70 hs o 3 días (7.1%).
- La concentración de O₂ disminuyó drásticamente a 0% desde el día 3 durante el estudio de almacenamiento a 5°C y 25 °C de mora azul, este valor obtenido experimentalmente es comparable con el valor obtenido en la modelación (4 días).

- Durante el almacenamiento, la concentración de CO₂ aumentó hasta 100% para los paquetes en nybar tanto a 5 como a 25°C con y sin inyección de gases.
- Durante el almacenamiento, en los paquetes en poliolefina con y sin inyección de gases, a 5°C la concentración aumentó hasta un máximo de 45% al final del almacenamiento (día 38) y finalmente a 25°C aumentó a 85% (sin inyección de gases) y 70% (con inyección de gases) al día 10 de almacenamiento a partir del cual la concentración disminuyó.
- En los paquetes de poliolefina sin fruta a 25°C se alcanzó el equilibrio con el ambiente prácticamente desde el principio, concluyéndose que la película es muy permeable tanto al O₂ como al CO₂.
- La fruta usada para determinar la velocidad de respiración y hacer el almacenamiento, presentó una carga microbiana inicial alta (6.8 E4 UFC/g bacterias mesofílicas, 50 UFC/g mohos y 6.35 E5 UFC/g levaduras) atribuible al hecho de que fué muy manipulada y no se lavo previó a los experimentos, esto provoco que se presentara un proceso fermentativo en la fruta.
- La textura se incrementó durante el almacenamiento a 5°C y 25°C para la fruta empacada en poliolefina con y sin inyección de gases (1.3 E-4 a 2.5 E-4 g fza) pero para la fruta sin empacar a 5°C la textura se incrementó hasta un valor máximo (2.3 E-4 g fza) para posteriormente disminuir.
- El cambio en color a 5°C varió entre 8-10 ΔE para la fruta empacada y de 8 a 18 ΔE para la fruta sin empacar a la misma temperatura. A 25°C esta variación fue entre 9-14 ΔE.
- El pH disminuyó en la fruta sin empacar y empacada a 5°C más en la primera (2.8 – 2.2) pero aún así la variación no es grande, a 25°C el valor se mantuvo alrededor de 2.8 – 3 para fruta empacada en poliolefina y almacenada a 25°C.

- El valor de acidez titulable a 5°C aumenta alrededor de 1% posiblemente debido a un proceso fermentativo en la fruta, sin embargo en la fruta empacada es constante (0.7 %). A 25°C la acidez aumenta en las frutas empacadas de 0.4 a 0.8 % aproximadamente.
- Los °brix disminuyen en la fruta empacada a ambas temperaturas (1 y 2.5 °brix) y aumentan en la fruta sin empacar (2°brix) debido al proceso normal de maduración de la fruta.
- La humedad (86 %) y aw (0.993) de la fruta se mantuvo constante a ambas temperaturas de almacenamiento.
- La fruta empacada a 5°C en poliolefina pierde 7 g agua/ kg fruta durante los 38 días de almacenamiento y 4 g de agua/kg fruta para la película nybar. A 25°C la pérdida de agua es mayor 22 g/kg fruta para poliolefina y 15 g agua/ kg fruta para nybar.