

Estudio del Efecto de las Condiciones de Envasado y Empacado en el Tiempo de Vida Útil de bocaditos de Maíz Estrusados Almacenados a Temperatura Ambiente

Marjorie Olvera¹, Fabiola Cornejo Zuñiga²

¹Ingeniera en Alimentos 2006, email: mmolvera@espol.edu.ec

²Directora de Tesis. Ingeniera en Alimentos, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2000, Masterado EEUU, Universidad Massachussets 2004, Profesor de ESPOL desde 1995., email: fcornejo@espol.edu.ec

RESUMEN

Actualmente empresas fabricantes de material de empaque ofrecen un variado rango de propiedades mecánicas, estas propiedades de barrera tienen una influencia directa en la vida útil de los alimentos durante el almacenamiento, distribución o transporte. Los métodos por los cuales el alimento es tratado para maximizar o extender su vida útil, se deposita también en el empaque para su éxito. El objetivo de esta tesis propone determinar como es afectado el producto sensorialmente y microbiológicamente durante el almacenamiento, dependiendo de la forma o manera en la cual este es envasado o empacado utilizando diferentes películas plásticas. El trabajo comenzara con la determinación de los rangos de actividad de agua adecuado para mantener las características organolépticas del producto mediante un análisis sensorial y microbiológico. A continuación se analizara la cantidad máxima de humedad permitida hasta que el deterioro se desarrolle con la elaboración de isotermas de absorción a diferentes temperaturas de almacenamiento. Luego se predecirá el tiempo de vida útil de los productos envasados con dos tipos de películas plásticas a condiciones de Quito y Guayaquil. Se analizara el efecto del uso de empaque secundario dependiendo del área de empaque versus la cantidad de producto a empacar. Finalmente se evaluara el efecto de apilamiento y almacenamiento en el tiempo de vida útil de bocaditos de maíz estrusados.

Palabras Claves: Humedad Relativa, condiciones ambientales, películas plásticas, empaque secundario, propiedades de barrera

Abstract

The plastic industry offer to the food industry a vary of plastic that have a strong influence in the storage stability of the food products.

All the methods that the food industries to prolong the shell life also depends on the packing. The aim of this thesis is to determinate how the way that the product is packed affect the shelf life of the food.

First, the work the monolayer value determine of the product. Later the critical humidity is obtained, whit the analysis of the of quality in the product. Also, the effect of the environment in the shelf life is studied. Finally, the effect of secondary packing is analysed

1 Introducción

Los productos estrusados presentan características muy específicas como son la baja densidad, higroscopicidad, textural suaves y crujientes, siendo esta última la que lo define ante el consumidor.

Los productos alimenticios con bajo contenido de agua envasados en materiales flexibles, como es el caso de los bocaditos de maíz, al almacenarse en localidades con alta humedad tienden a ganar agua debido a la transferencia de esta a través del envase.

Durante el almacenamiento los bocaditos de maíz envasados en materiales flexibles van perdiendo crujidez debido a la ganancia de humedad del producto hasta un límite, a partir del cual el producto es rechazado por el consumidor.

Al valor de actividad de agua y de humedad en este límite se los conoce como críticos (1). Si podemos determinar el contenido de humedad crítica será posible estimar el tiempo de vida útil de los productos monitoreando los cambios de contenido de humedad del producto. Las isotermas de absorción permiten relacionar la a_w de un determinado alimento con su humedad

El tiempo de vida útil de los productos se ve afectada por muchos factores, incluyendo al producto mismo, el diseño de empaque y sus propiedades y las condiciones de almacenamiento, es por ello que el presente trabajo propone determinar como es afectado el producto sensorialmente y microbiológicamente durante el almacenamiento, dependiendo de la forma o manera en la cual este es envasado o empacado utilizando diferentes películas plásticas.

2. Contenido

El trabajo comenzará con la determinación de los rangos de actividad de agua adecuado para mantener las características organolépticas del producto mediante un análisis sensorial y microbiológico. A continuación se analizará la cantidad máxima de humedad permitida hasta que el deterioro se desarrolle con la elaboración de isotermas de absorción a diferentes temperaturas de almacenamiento. Luego se predecirá el tiempo de vida útil de los productos envasados con dos tipos de películas plásticas a condiciones de Quito y Guayaquil.

Se analizará el efecto del uso de empaque secundario dependiendo del área de empaque versus la cantidad de producto a empacar. Finalmente se evaluará el efecto de apilamiento y almacenamiento en el tiempo de vida útil de bocaditos de maíz estrusados.

Se espera obtener, como resultado de este trabajo, un procedimiento que permita definir los puntos críticos de bocaditos de maíz estrusados y el tiempo de vida útil de cada uno de ellos con respecto a diferentes películas plásticas y condiciones de almacenamiento.

Adicionalmente, se analizará el efecto de la forma o manera de empacado y envasado en la vida útil de los alimentos mencionados; de esta manera poder disminuir las devoluciones de los productos en percha

Materia Prima

Los productos utilizados para los diferentes análisis realizados fueron el cachito, tostito y cereal. Estos fueron adquiridos en locales comerciales, cuando se procedió a realizar cada experimento es cuando se adquirió la materia prima, de tal manera que estuviesen los productos los más frescos posibles. Las películas plásticas empleadas como empaque de los productos fueron polietileno de alta densidad y laminado (Polietileno – Aluminio – Polipropileno)

Determinación de la Humedad Crítica

El primer paso que se debe hacer antes de determinar la humedad crítica es, determinar el contenido de humedad de cada uno de los productos, esto se lo realizó conforme lo indica el procedimiento de la norma, La tabla 1 muestra el contenido de humedad inicial de cada uno de los productos

TABLA 1. CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL DE LOS PRODUCTOS

Producto	Contenido de humedad inicial en base seca (gr H ₂ O/ 100 gr ss)
Cachito	2.098
Tostito	3.079
Cereal	3.206

A continuación se procedió a determinar el contenido de humedad crítica mediante una evaluación sensorial y un análisis microbiológico. La evaluación sensorial se realizó mediante un panel de 25 personas entrenadas, las cuales llevaron a cabo una descripción cualitativa de los bocaditos de maíz mediante la elaboración de hojas de evaluación con los atributos que pueden variar durante el almacenamiento.

Se emplearon escalas hedónicas y pruebas de comparación múltiple. La evaluación cualitativa incluyó las características: color, olor, sabor y textura. Se empleó cinco muestras cada una con un diferente contenido de humedad para poder simular el futuro comportamiento durante el almacenamiento. Finalmente los resultados de las evaluaciones fueron sometidos a un análisis de varianza, para determinar la significancia de cada fuente de variación.

Una vez realizado los respectivos análisis de varianza (apéndice G,H,I), y analizados los valores de las F_v obtenidas en el análisis de varianza y comparándolos con las F_t obtenidas de las tablas se puede observar que el cachito, el tostito y el cereal si presentan diferencia significativa entre las muestras, pero para poder decir cual muestra esta mas crujiente que la otra en el caso de la prueba de escala hedónica y para el caso de la prueba de comparación múltiple cual esta mas salada o menos salada o cual presenta mas o menos color fue necesario establecer cual es la diferencia significativa mínima (DMS) entre las muestras. Para ello se aplicó la prueba de Tukey

En el análisis microbiológico lo que se realizó fue un conteo de aerobios mesófilos, mohos y levaduras, el procedimiento se lo realizó conforme indica las normas INEN (NTE 1529: 1998 pag 1-4, 1529: 1998 pag 1-3), Las muestras que se utilizaron para el análisis tuvieron el mismo tratamiento que las que se utilizaron para el análisis sensorial. Los pocos microorganismos que se presentaron en los productos se debieron fundamentalmente a una mala manipulación durante la preparación de las muestras para el conteo.

La cantidad de microorganismos presenten en las muestras esta dentro de los límites microbiológicos establecidos. Por lo tanto el contenido de humedad hasta la cual fueron aceptados los productos sensorialmente se encuentran aptos microbiológicamente, quedando de esta manera constatados las humedades críticas de cada uno de los productos

La tabla 2 muestra el contenido de humedad crítica de cada una de las muestras como resultado de la evaluación sensorial y del análisis microbiológico.

TABLA 2. CONTENIDO DE HUMEDAD CRITICA DE LOS PRODUCTOS

Producto	Humedad Critica (g/100 g ss)
Cachito	6.034
Tostito	8.369
Cereal	11.130

Isotermas de Absorción

Las isotermas de adsorción describen la relación entre el contenido de humedad del producto y la presión parcial de vapor (2), estas fueron determinadas gravimétricamente, primeramente consistió en pesar de 2 a 4 gramos de producto, el producto fue previamente secado y triturado. La determinación se realizó por duplicado. En cada bandeja la humedad relativa se mantuvo a un valor constante conocido mediante soluciones saturadas de determinadas sales a temperaturas de 15 y 23°C. Cada bandeja contenía aproximadamente 25-35 ml de solución saturada de sal. Las muestras se mantuvieron en una estufa a la temperatura de 32°C y en la refrigeradora para las de temperatura de 15°C. Las isotermas fueron ajustadas mediante un software denominado ORIGIN 6 Profesional. Los valores medidos de ganancia de humedad en base seca correspondiente a cada porcentaje de humedad relativa se graficaron contra el tiempo mediante el uso de la siguiente ecuación:

$$MCDS = \frac{MC}{100 - MC}$$

$$MC = \frac{H_2O \text{ ganada} + (W_i * M_i)}{W_e}$$

Donde:

MCDS= Contenido de humedad del producto en base seca, g/100g ss.

MC= Contenido de humedad del producto

Wi= Peso inicial del producto, gramos

We= Peso final o de equilibrio del producto, gramos

Mi= Contenido de humedad inicial del producto (base seca), gramos

La humedad de equilibrio (Me) de cada uno de los productos obtenida de las isoterma de absorción se muestra en la tabla 4, lo que nos esta indicando es la cantidad de humedad en la cual el sólido posee una presión de vapor igual a la presión de vapor de la atmósfera que lo rodea

TABLA 4. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DE LOS PRODUCTOS ALMACENADOS A TEMPERATURA AMBIENTE

Producto	Humedad de equilibrio (gr/100gr ss)	
	32°C (80% HR)	15°C (62% HR)
Cereal	49.63	59.67
Tostito	34.89	52.70
Cachito	37.12	49.17

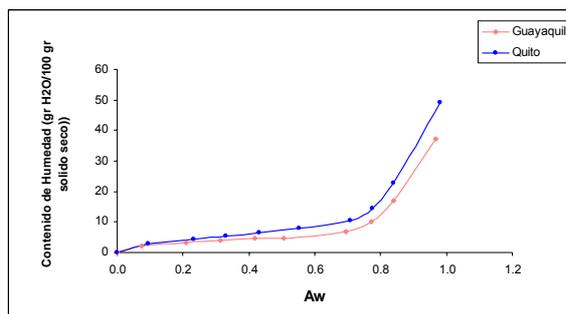


FIGURA 1. ISOTERMA DE ABSORCIÓN DEL CACHITO A CONDICIONES AMBIENTALES DE QUITO Y GUAYAQUIL

El la figura 1 podemos observar la isoterma de absorción del cachito a condiciones ambientales. Los valores de la monocapa y de actividad de agua del tostito, cachito y cereal a temperaturas de 15 y 32°C calculada en la ecuación de la isoterma mediante el modelo de GAB se muestran en la tabla 3.

Conocido el valor de la monocapa es posible tener una buena estimación del contenido de agua inicial que imparte la máxima estabilidad de los alimentos, como es el caso del cereal que proporciona un contenido de humedad de monocapa superior que los otros productos, convirtiendo en el producto que mas estabilidad tendrá tanto en la Guayaquil como en Quito.

TABLA 3. VALORES DE MONOCAPA Y DE ACTIVIDA DE AGUA DE LOS PRODUCTOS

Producto	Monocapa		Aw	
	32°C	15°C	32°C	15°C
Cereal	4.79	7.425	0.319	0.293
Tostito	4.0544	4.724	0.257	0.215
Cachito	3.734	4.270	0.273	0.238

Como podemos darnos cuenta en la tabla 4 los productos presentan una humedad de equilibrio inferior a los cuales fueron expuestos para el caso de los 32°C con una humedad relativa del 80% y para los 15°C una humedad relativa del 62%, por tal motivo los productos tenderán a hidratarse con facilidad, siendo con mayor rapidez aquellos expuestos a 32°C debido a que el delta de diferencia de humedad es mayor que el de 15°C, por lo que se puede mencionar que los productos podrán conservar su crujencia por un mayor tiempo en la sierra dado a que su humedad de equilibrio es menor que en la costa.

La pérdida de crujencia se debe probablemente a cambios en la rapidez con la que las moléculas de almidón se deslizan más allá de una con respecto a la otra

Determinación del Coeficiente de Permeabilidad de Vapor de Agua de Películas Plásticas

Este método fue basado en la elaboración de fundas utilizando dos tipos de películas plásticas. Las muestras fueron tomadas por triplicado y la cantidad de muestra a empacar es la misma tanto para las fundas elaboradas de película A como las elaboradas con película B.

Las fundas fueron selladas herméticamente (empleo de selladora al vacío) y colocadas a condiciones de Quito (15°C y 67.5 % HR) y Guayaquil (32°C y 83.4% HR) Las fundas plásticas con producto fueron pesadas diariamente hasta alcanzar el equilibrio. El coeficiente de permeabilidad de vapor de agua fue obtenido a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Coeficiente de Permeabilidad (P}_{H_2O}) = \frac{WVTR \times l}{A \times \Delta p}$$

WVTR es la tasa de transmisión de vapor de agua, kg/s, Q/t es la pendiente entre el nuevo peso ganado en un tiempo t, g/día, l el espesor de la película plástica, m, A el área de la superficie de permeabilidad, Δp la diferencia de la presión parcial (= ps x HR/100), Pa, Δ HR la diferencia de la humedad relativa entre dentro y fuera del empaque

.En la tabla 5 se muestra el coeficiente de permeabilidad de vapor de agua para cada una de las películas plásticas.

TABLA 5. COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD DE LAS PELÍCULAS PLÁSTICAS

Promedio del coeficiente de permeabilidad		
Película A	32°C	0.0157
	15°C	0.0083
Película B	32°C	0.005
	15°C	0.002

Determinación del Tiempo de Vida Útil.

Para este estudio se empleo el método experimental, cuyo procedimiento es similar al de determinación de coeficiente de vapor de agua que se basa en obtener la ganancia de peso de cada uno de los productos a un tiempo t mediante gráficos. Para poder determinar una estimación aproximada del tiempo de vida útil de

cada uno de los productos se empleo la siguiente ecuación:

$$\ln \Gamma = \frac{k}{x} - \frac{A}{W_s} - \frac{P_0}{b} \quad \emptyset$$

Donde:

Ln Γ = Contenido de humedad no completado (tendencia de permeabilidad del empaque

k/x = Permeabilidad de la película plástica, g H₂O / día m² mm Hg,

A= Área de empaque de la película plástica, m²,

W_s = peso de sólidos secos en el empaque, g

P₀ = presión de vapor del agua pura a temperatura T, mm Hg,

b = pendiente de la isoterma (tangente entre la humedad crítica e inicial), g H₂O/g de sólido por unidad de a_w.

En la figura 2 se muestra los resultados obtenidos de la humedad no completada para el cachito, tostito y cereal almacenados a temperatura de Quito y Guayaquil utilizando película plástica A y B.

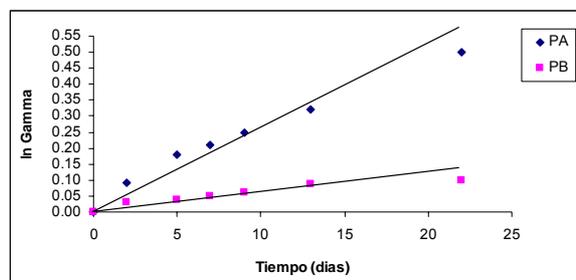


FIGURA 2 HUMEDAD NO COMPLETADA (Γ GAMMA) DEL CACHITO A CONDICIONES AMBIENTALES DE GUAYAQUIL EMPLEANDO PLÁSTICO A Y PLÁSTICO B

Mediante el cálculo teórico que no permitió obtener la pendiente (slope) teórica y de esta manera poder predecir el tiempo de vida útil de cada uno de los productos. En la tabla 6 se observa una estimación precisa del tiempo de vida útil de cada uno de los productos almacenados a temperaturas ambiente empleando los dos tipos de películas plásticas A y B

TABLA 6 ESTIMACION DEL TIEMPO DE VIDA UTIL DE LOS PRODUCTOS EMPLEANDO DOS TIPOS DE PELICULAS PLASTICA Y ALMCENADOS A TEMPERATURA AMBIENTE

	Cachito		Tostito		Cereal	
	32°C	15°C	32°C	15°C	32°C	15°C
In critico	0.12	0.087	0.097	0.061	0.063	0.051
slope A (Rep 1)	0.0490	0.0387	0.0256	0.004	0.0132	0.00183
slope A (Rep 2)	0.0452	0.0346	0.0272	0.0042	0.0145	0.00189
slope B (Rep 1)	0.0087	0.0057	0.0017	0.0008	0.0005	0.00046
slope B (Rep 2)	0.0080	0.0057	0.0018	0.0007	0.0005	0.00047
Qc A	2	3	7	15	20	81
Qc B	10	15	97	109	110	120

Los resultados de la tabla 11 muestran como aquellos productos empacados dentro del tipo de película B y almacenados a temperatura ambiente de Quito presentan un mayor tiempo de vida útil, siendo el cereal el producto de mayor tiempo de vida útil.

Relación del Área de Empaque versus la Cantidad de Producto a Empacar

El propósito de esta determinación es poder estimar cuanto se ve afectado el tiempo de vida útil del producto dependiendo de la cantidad de producto a empacar en empaque secundario (figura 3), el producto elegido fue el cereal ya este se comercializa dentro de una caja de cartón.



FIGURA 3. EMPAQUE SECUNDARIO

Esta prueba consistió en elegir tres diferentes volúmenes de producto y a la vez empacarlos dentro de fundas plásticas.

Una vez empacado y sellado herméticamente el producto este fue guardado dentro de un una caja de cartón simulando las condiciones originales de comercialización. Las cajas de cartón con producto fueron almacenadas dentro de un sistema simulando una humedad relativa del 80% y colocadas dentro de una estufa a temperatura de 32°C .Se tomaron pesos diariamente hasta que se alcanzo el equilibrio.

La permeabilidad de la película plástica fue tomada de literatura (0.131 g/dia/m²/mmHg). En la figura 4 podemos observar el contenido de humedad no completada de cada uno de los volúmenes de producto empacados a 32°C y en la tabla 6 se muestra el tiempo de vida util del cereal dependiendo de la cantidad de volumen a empacar.

TABLA 6. TIEMPO DE VIDA UTI DEL CEREAL DEPENDIENDO DE LA CANTIDAD DE VOLUMEN A EMPACAR

	Volumen 1	Volumen 2	Volumen 3
In critico	0.187	0.187	0.187
slope (Rep 1)	0.0282	0.0498	0.0790
slope (Rep 2)	0.0282	0.0522	0.0708
Qc (Rep 1)	7	4	2

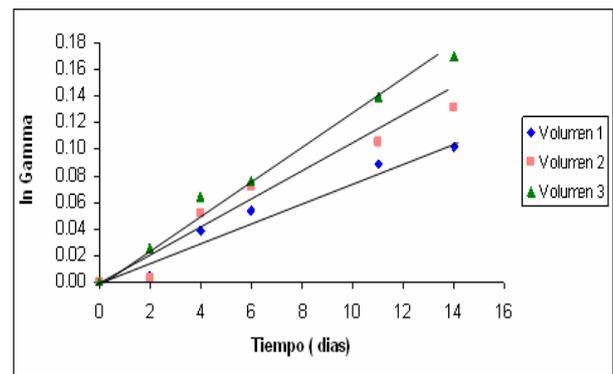


FIGURA 4 HUMEDAD NO COMPLETADA (Γ GAMMA) DEL CADA UNO DE LOS VOLUMENES DE CEREAL EMPACADOS A 32°C

Observando los resultados de la tabla 6 podemos ver la influencia directa que tiene la cantidad de volumen empacado, respecto al tiempo de vida útil, el volumen 3 es el que presenta un menor tiempo de vida útil, esto puede deberse a que por la pequeña cantidad de volumen empacado dentro de un empaque secundario, va a existir una mayor área disponible para que el agua pueda ingresar fácilmente al producto, caso contrario ocurre con los otros 2 volúmenes que abarcan casi toda el área del empaque secundario, bloqueando de alguna manera la transferencia de vapor de agua a través del empaque.

Determinación de la forma de apilamiento y almacenamiento

El propósito de esta determinación es poder estimar cuanto se ve afectado el tiempo de vida útil del producto dependiendo de la manera o forma en la que los productos son apilados durante su almacenamiento en su comercialización (figura 5).

Los productos elegidos para esta determinación fueron el tostito y el cachito. La prueba consistió en elaborar cinco fundas plásticas para cada producto, las cinco fundas tuvieron las mismas dimensiones tanto para cachito como para tostito. Las fundas con producto fueron selladas herméticamente y colocadas dentro de una funda plástica una encima de otra simulando un apilamiento.

La película plástica empleada para la elaboración de las fundas plásticas es la misma que se empleo en la elaboración de fundas para diferente volumen a empacar. Se obtuvo el tiempo de vida útil de cada producto en su respectivo empaque dependiendo de su posición durante el apilamiento (Figura 6). En las tablas 7 y 8 podemos observar el tiempo de vida útil del cachito y del tostito dependiendo de la posición en la que estos se encuentran apilados



CACHITO

TOSTITO

FIGURA 5 APILAMIENTO DE LOS PRODUCTOS

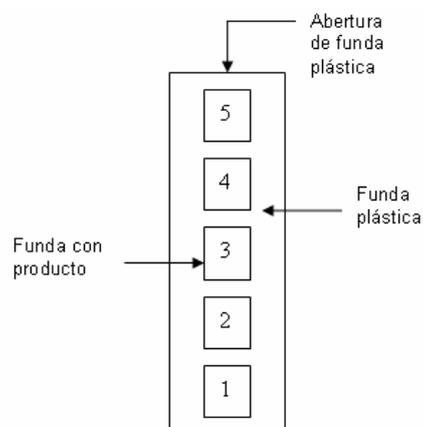


FIGURA 6. NUMERACION Y COLOCACION DE FUNDAS

TABLA 7 TIEMPO DE VIDA UTIL DEL TOSTITO DEPENDIENDO DE LA POSICION QUE SE ENCUENTRA EN EL APILAMIENTO

	Funda 1	Funda 2	Funda 3	Funda 4	Funda 5
In critico	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181
Slope Rep 1	0.0798	0.0770	0.0760	0.0772	0.0766
Slope Rep 2	0.0776	0.0759	0.0787	0.0785	0.0778
Qc	55	56	58	56	55

TABLA 8. TIEMPO DE VIDA UTIL DEL CACHITO DEPENDIENDO DE LA POSICION QUE SE ENCUENTRA EN EL APILAMIENTO

	Funda 1	Funda 2	Funda 3	Funda 4	Funda 5
In critico	1.127	1.127	1.127	1.127	1.127
Slope Rep 1	0.2330	0.2128	0.2146	0.2146	0.2320
Slope Rep 2	0.2330	0.2052	0.1996	0.2269	0.2269
Qc	12	13	14	13	12

La tabla 7 y 8 muestra el contenido de humedad dependiendo de la posición en la cual estos se encuentran apilados, dando como resultados que aquellos productos que

se encuentran en los extremos (posición de la funda 1 y funda 5) absorben un mayor contenido de humedad, mientras que aquellos que se encuentran en la posición de la funda 3 absorben un menor contenido de humedad, esto se debe a que los productos colocados en las posiciones de la funda 1 y la funda 2 tienen tendencia a ganar más contenido de humedad debido a que se encuentran a los extremos, por lo que el vapor de agua va a tener una mayor área para ingresar a través del empaque, caso contrario ocurre con los productos que fueron colocados en la posición de la funda 3 porque aquí el vapor de agua va a tener un menor área de penetración a través de la película ya que a ambos lados de esta se encuentran protegidos por los otros productos.

Por lo tanto los productos cuando se los coloque en la posición que se encuentra la funda 3 van a tener un mayor tiempo de vida útil, que aquellos colocados en la posición de la funda 1 y funda 5.

3. Conclusiones:

- La forma sigmoideal que presentan las isotermas de absorción del cachito, tostito y cereal se debe a diferencias cualitativas en la afinidad del agua por los sólidos higroscópicos.
- Los productos almacenados en condiciones de Guayaquil ganaron un mayor contenido de agua que aquellos almacenados a temperaturas de Quito, esto se debe a que las isotermas de absorción son dependientes de la temperatura, por lo tanto, a una misma humedad relativa cuanto mayor es la temperatura menor será el contenido en agua. Y con contenidos en agua iguales, a mayor temperatura, mayor actividad de agua.
- El contenido de sólidos que posee cada uno de los productos influye de manera directa a la actividad de agua, teniendo una mayor actividad de agua a medida que disminuyen los sólidos, es decir, mientras más unida es el agua menor es su actividad de agua, como es el caso del cereal que de los tres productos es el que menor contenido de

sólidos tiene y por lo tanto es el que mayor actividad de agua presenta.

- La pérdida de la textura de los productos estudiados se vio disminuida al aumentar la actividad de agua, por lo tanto es posible utilizar la isoterma de absorción para predecir el contenido de humedad crítico o a_w por arriba del cual el producto perderá su textura crujiente, La pérdida de esta se debe probablemente a cambios en la rapidez con la que las moléculas de almidón se deslizan más allá de una con respecto a la otra.
- El tipo de película plástica y la temperatura a la cual los productos son expuestos influyen de manera directa en el tiempo de vida útil de los productos, como es el caso de los productos que utilizaron el tipo de película B que posee mejores propiedades de barrera, tuvieron un mayor tiempo de vida útil
- La cantidad de volumen a empacar dentro de un empaque secundario tiene una influencia directa con el tiempo de vida útil, quedando demostrado que mientras mayor es el área de contacto del producto empacado dentro de un empaque secundario menor es la transferencia de vapor de agua a través de la película plástica, por lo tanto mayor será el tiempo de vida útil del producto.
- Dependiendo de la forma o manera en la cual los productos son apilados, va a influir el tiempo de vida útil de los mismos, de tal manera que aquellos productos colocados a los extremos tanto superior como inferior durante el apilamiento van a absorber un mayor contenido de humedad, por lo tanto su tiempo de vida útil va a ser menor comparado con aquellos productos que se coloque en posición intermedia durante su apilamiento.

4. Referencias:

- 1.M. Olvera, "Estudio del Efecto de las Condiciones de Envasado y Empacado en el Tiempo de Vida Útil de bocaditos de Maíz Estrusados Almacenados a temperatura Ambiente" (Tesis, Facultad de Ingeniería)

Mecánica, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2006).

2. L. Greespan, Journal of Research of the National Bureau of Standards. Physics and Chemistry (1977), Vol 81- A, 89- 96.

3. J. Ruben , Determination and Prediction of Shel Life of Moisture-Sensitive, April 2002(pag 9,10).