

14

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Química

USOS DE POLIETILENO EN LA CONSERVACION
DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A N

ALDRETE ROMAN, Jose Luis

JOEL GOMEZ JIMENEZ

MEXICO, D. F. MAYO DE 1975



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CLAS. Tesis
ADQ. 1975
FECHA _____
PROC. M. Z. 00315



QUIM. 0.


Jurado asignado originalmente
según el tema.

PRESIDENTE ENRIQUE GARCIA GALEANO
VOJAL JULIO TERAN ZAVALTA
SECRETARIO ANGELA SOTELO LOPEZ
1er. SUPLENTE RUBEN BERRA GARCIA COSS
2o. SUPLENTE ALFREDO R. BARRON RUIZ

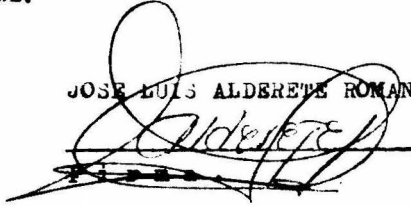
Sitio donde se desarrolló el tema: Biblioteca de la Fac. de Química,
Biblioteca de Petróleos Mexicanos
Biblioteca Benjamín Franklin
Domicilio de los sustentantes

Sustentantes:

JOEL GOMEZ JIMENEZ

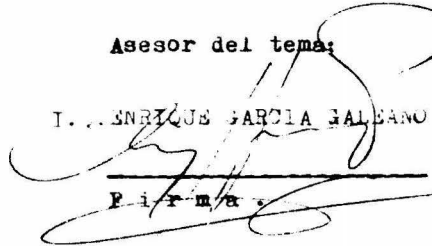

Firma.

JOSE LUIS ALDERETE ROMAN


Firma.

Asesor del tema:

I. ENRIQUE GARCIA GALEANO


Firma.

A mis padres

Con cariño y admiración por su esfuerzo.

A mis hermanos

Gelasio

Faustino

Amparo

Hilda

Rafael

Al Profesor

Enrique García Galeno

Por su ayuda en la realización de este tema

A mis maestros y compañeros

A la Facultad de Química

"De entre nuestros compañeros
siempre se encuentra
al tímido, al osado
al pícaro..."

A Xóchitl

Por su amistad

I N D I C E

I.- Introducción	Pág. 1
II.- Polietileno	3
1.- Historia	3
2.- Generalidades	6
3.- Etileno y Polimerización	7
4.- Estructura y Propiedades	14
5.- Degradación, Protección Ambiental y Tratamientos de Polietileno	22
6.- Aplicaciones y Pigmentación de Polietileno	24
7.- Propiedades de Películas y Consideraciones de Mercado	37
III.- Alimentos	43
1.- Carbohidratos	49
2.- Proteínas	53
3.- Grasas	55
4.- Otros Componentes de los Alimentos	57
5.- Conservación de los Alimentos	61
6.- Conservación de frutas	64
7.- Conservación de Plátanos	79
8.- Conservación de Pescado	82

9.- Conservación de Huevos	83
10.- Conservación de carne	84
IV.- Conclusiones	90
V.- Bibliografía	91.

CAPITULO I

INTRODUCCION

I.-INTRODUCCION.

Hoy en día, cuando el aumento de población trae consigo un serio problema para la humanidad, como lo es en este caso la "Alimentación", se hacen esfuerzos cada día para lograr el mejor aprovechamiento de nuestros recursos. Las técnicas de producción agrícola se han incrementado y las ya existentes, se han hecho más eficientes junto con la ayuda de fertilizantes. En materia ganadera se hacen cruces de animales que traen mejoras en la especie de acuerdo con las condiciones del lugar y para lograr un mejor rendimiento por cabeza, se han producido mejores alimentos para este ganado.

Con esto se resuelve si no de manera total, si en su mayor parte el problema de la alimentación de la humanidad en nuestros días. En éste, nuestro trabajo, nos encaminamos a ver como un alimento que no va a ser consumido inmediatamente, tiene que ser conservado durante algún tiempo y que después de este tiempo de almacenamiento; sus propiedades alimenticias, color, sabor, olor y todo el conjunto que determinan su calidad no cambien, de tal manera que un alimento conservado en esas condiciones pueda ser consumido con la suficiente confianza que nos brinden los estudios de los métodos de conservación.

La gente de una sociedad primitiva, obtuvo sus alimentos de su inmediato medio ambiente y si acaso tenían que conservarlo lo hacían por medios triviales y folklóricos; aunque en ocasiones, tales costumbres resultaban inseguras y peligrosas. Esta sociedad se pasaba la mayor parte de su tiempo en busca de alimento.

En una sociedad avanzada, un pequeño sector de la población se puede dedicar a cubrir las necesidades de abastecimiento nutricional, mientras que el resto se puede dedicar a actividades intelectuales, tecnología, culturales y sociales.

Pues bien, como sabemos, no siempre los centros de producción están cercanos a los centros de consumo, entonces muchos alimentos tienen que ser conservados, así como también los excedentes de producción, para ser consumidos en épocas que no son de temporada. En vista de esto, se tiene que hacer un estudio para determinar la seguridad del alimento.

El químico que hace un nuevo polímero que deberá ser útil - como una película de empaque, frecuentemente se impacienta con el tiempo requerido para establecer la seguridad de los nuevos materiales. El, está satisfecho con los presentes procedimientos analíticos y toxicológicos que hacen posible establecer tal seguridad en unos pocos años; por tanto, él, no es dependiente de la experiencia de generaciones de humanos que establecen la seguridad de abastecimiento desde el hombre primitivo. Esto no -- significa que podamos aceptar los presentes métodos como lo último y no esforzarnos por mejorar los procedimientos analíticos y toxicológicos que pueden mejorar nuestra habilidad para predecir la seguridad de un nuevo material.

En nuestro trabajo hemos seleccionado el POLÍMERO DE ETILENO para ser usado en la conservación de alimentos. Más adelante veremos más detalladamente algunas propiedades, aplicaciones y sus ventajas como material de envase y una sección de estudios en conservación de alimentos con este material.

CAPITULO II

POLIETILENO

II.- POLIETILENO.

1.- HISTORIA.

Alrededor de 1932 comenzó el trabajo experimental, haciendo reacciones con materiales líquidos. Pero los resultados fueron desalentadores dado que las reacciones solo eran afectadas ligeramente. Entonces en 1933, se comenzaron una serie de experimentos usando el gas etileno obtenido de la hulla, y de este trabajo surgió el primer resultado significativo: al finalizar los experimentos se halló en el recipiente de presión, una pequeña traza de sólido blanco. El sólido fue secado y examinado, se trataba de un polímero sólido formado a partir del gas-etileno. Bajo extremadas presiones empleadas, las pequeñas moléculas de etileno se habían encadenado entre sí para formar una larga cadena molecular, el resultado era un sólido blanco, POLIETILENO.

Por una serie de razones el polietileno fue de considerable interés científico. No estaba lejos el hecho de que se trataba de un pariente de todos los polímeros vinílicos.

El polietileno es simplemente la espina dorsal común a todas las moléculas de polímeros vinílicos, sin ningún grupo lateral pendiente de la cadena.

El polietileno se acercaba hasta lo que en ese momento se conocía como cera de parafina obtenida del petróleo. La parafina posee una larga cadena recta de tipo similar, pero que es corta comparada con la de polietileno.

El polietileno posee algunas de las características superficiales de la cera, pero es completamente diferente en algunas propiedades importantes.

A través de dos años se continuaron los trabajos en un esfuerzo por establecer una técnica que permitiera fabricar el polietileno en laboratorio.

A fines de 1935, había comenzado un estudio sistemático del plástico de polietileno dentro de las posibilidades que permitían las pequeñas cantidades obtenidas en el laboratorio.

Fue esta, una época de grandes dificultades. Los experimentos con altas presiones daban resultados que no siempre podían repetirse; se produjeron además una serie de explosiones que dañaron los aparatos y llegaron a destruir el laboratorio. Por el año de 1936 se había establecido una especie de control sobre la reacción, y se determinó que la razón de las explosiones se debía a trazas de impurezas en el etileno. Quedó establecido que el polietileno tenía suficientes méritos técnicos como para proseguir el estudio de su desarrollo. Sus sobresalientes características eléctricas estaban asociadas con su flexibilidad, fortaleza y liviandad que hacían de él un plástico poco común para la industria eléctrica.

Para polimerizar económicamente el polietileno era necesario trabajar en forma continua; el etileno debía entrar por el extremo de una planta química, polimerizarlo a elevada presión y luego extruirlo en forma continua como plástico fundido por el otro extremo.

A pesar de las dificultades prácticas, una pequeña planta experimental continua comenzó a trabajar en 1937. Los fabricantes de artillería ayudaron en el trabajo; ellos eran los únicos con experiencia en presiones extremadamente altas.

Un año después, trabajaba una planta piloto que sirvió como base para el diseño de la unidad fabril. En 1938, el I.C.I. (Imperial Chemical Industries) decidió proceder a la fabricación en escala industrial, y comenzó el trabajo de diseñar la planta. La construcción de la primera planta de polietileno comenzó a principios de 1939; empezó a producir el año en que Alemania invadía Polonia. Por aquel tiempo ya se había tomado la decisión de construir una segunda planta.

Por lo tanto, al comienzo de la guerra la producción de este nuevo plástico inglés era ya todo un hecho. Apareció justo a tiempo, porque el desarrollo del polietileno fue de mucha importancia para uno de los acontecimientos científicos más importantes de la guerra: el radar.

Durante 1938, comenzaron los trabajos experimentales con el polietileno en aislación eléctrica. La "Telegraph Construction and Maintenance Co." se interesó por las propiedades del plástico.

Por espacio de muchos años, esta firma había utilizado el producto natural "gutapercha", como un aislante para cables. Pero el polietileno presentaba ventajas sobre ella; p.ej.: era más fuerte y tenía una temperatura de ablandamiento más elevada.

En 1938 se construyó un trozo experimental de cable submarino que tenía polietileno como aislante, éste fue seguido en julio de 1939 por un cable de una milla de longitud. Los resultados obtenidos con éstos, fueron suficientes para confirmar que el polietileno era excelente para este propósito, e indudablemente para todo tipo de cable telegrafico.

El "British Post Office" estaba interesado en esa época en las propiedades aislantes de polietileno, particularmente a frecuencias elevadas, tales como las que se emplean en las modernas industrias electrónicas como la radiotelefonía y televisión; y si bien en esa época no era muy conocido, el interés estaba concentrado en el radar.

Al comenzar la guerra, el radar se convirtió en un trabajo de importancia primordial, y el polietileno asumió un nuevo valor. Era el aislante ideal para las corrientes de altas frecuencias usadas por el radar, y todo el polietileno fabricado durante los tres primeros meses de la guerra se empleó en trabajos de radar.

El 10 de junio de 1940, comenzó la producción de la segunda planta inglesa de polietileno: "Dunkirk Saturday".

2.-GENERALIDADES.

El polietileno como se sabe, está formado por moléculas de monómero de etileno, que encadenadas entre sí forman una molécula muy grande $(-CH_2-)_n$. Es un sólido blanco parecido a la cera de parafina, pero difiere a ella en muchas propiedades, se le puede utilizar como aislante en cables eléctricos, en la elaboración en envases y recipientes de polietileno o también como una película de empaque de algunos materiales, puede ser fundido y extruido como una delgada película flexible sin la ayuda de plastificante, lubricante o estabilizador alguno. Este hecho junto con la naturaleza inerte de polietileno, resulta en películas: sustancialmente incoloro, insaboro, inodoro, libre de cualquier tóxico o ingrediente objeccionable no es afectado por la humedad, y la mayoría de los alimentos más comunes y materiales químicos, insoluble en todos los solventes químicos conocidos a temperatura ambiente.

Los procesos de obtención son el de alta presión y el de baja presión, al igual que el polietileno se caracteriza por ser de alta, media y baja densidad. Variando de 0.91 gr/cc desde los principios del trabajo original I.C.I. y culminando con el polímero obtenido por Ziegler-Natta de 0.97+, aproximándose al valor teórico de 1 g r/cc.

El peso molecular varía desde unos cuantos miles a millones, un promedio de 6000 para polietilenos de bajo peso molecular, cadena corta y baja densidad; para polietilenos lineales en el rango de 50000 a 6 millones. Veremos más adelante que en su estructura aparecen ramificaciones en el polímero que intervienen en las características y propiedades del polímero, tanto como lo hacen la presión y la temperatura de polimerización.

El polímero, puede ser trabajado como una película extruida, para empacamiento de ciertos materiales, principalmente alimentos; como material de revestimiento en cartones de leche; puede moldearse por soplado, rotomoldeo e inyección, para la elaboración de recipientes y juguetería; también se utiliza la espuma de polietileno. Puede ser coloreado por colorantes y pigmentos orgánicos e inorgánicos.

3.-ETILENO Y POLIMERIZACION.

a).-Producción de etileno.

Excepto para pequeñas cantidades obtenido como un producto en refinería en operaciones de cracking, el etileno es obtenido por pirólisis seleccionadas de hidrocarburo en refinación de petróleo. Catalizador de Alúmina de 340 a 400°C en cracking y dehidrogenación de materiales alimentados para producir etileno de muy elevada pureza en 90 a 95% de producto.

Al principio se pensó que cualquier hidrocarburo podría ser usado, etano, disponible en grandes cantidades del gas natural y despedido en refinería, es la fuente de alimentación más económica. Catalizado finalmente más tiempo que con otras materias primas de más alta complejidad molecular, el etileno es el principal producto haciendo una operación de purificación más simple. Una gran cantidad de butano y propano también son crackeados, pero en años recientes el propileno ha llegado a ser una materia prima importante en la manufactura de productos químicos C_3 y para incremento en la producción de polipropileno.

El etileno para fabricar el polímero debe ser de alta pureza - al menos 99% y comúnmente 99.9% (proceso I.C.I. alta presión). Se pensó que el proceso de baja presión puede funcionar satisfactoriamente con el etileno de ligeramente menor pureza, con tal de que las cadenas de transferencia y los agentes de detención estén ausentes. La máxima cantidad de CH_4 más C_2H_6 permisible es 0.1%; de propileno, 30 ppm; de Oxígeno, 5 ppm. A pesar de estas condiciones de especificación, el costo de manufactura de etileno baja. El bajo costo de monómero, al par con las propiedades deseables de la multitud de polietilenos posibles por variaciones en técnicas de polimerización, ha inducido a más de 70 compañías a la fabricación de polietileno.

1).-Polimerización. Trabajos preliminares.

Polimetileno ($-\text{CH}_2-$), fue probablemente el primer alto polímero fabricado, y fue fabricado de diazometano de 1898 a 1900 y de poco interés atractivo. El primer hidrocarburo que se pareció a los polietilenos de alta presión de la actualidad fue muy parecido al sólido obtenido por Lind y Glocker, cuando ellos sometieron etano a una semicorona de descarga. Sin embargo, estos investigadores no caracterizaron el producto como polietileno y los experimentos fueron olvidados.

La mayoría de los trabajos anteriores sobre polimerización de etileno fueron dirigidos hacia la producción de gasolinas o lubricantes por elevadas presiones en presencia de varios generadores de radicales libres, con o sin luz ultravioleta o agentes sintetizantes. A principios de 1927, etileno y sus homólogos habían sido convertidos a aceites por medio de catalizador de fluoruro de boro. La mezcla líquida de hidrocarburos de cadena abierta, cíclicos y aromáticos fueron formados por polimerización de etileno a elevadas presiones en presencia de ácido o anhídrido fosfórico a temperaturas arriba de 800°C . Otros catalizadores incluyen: aire, oxígeno, cloruro de aluminio, níquel y ácido titánico. A temperatura ambiente, olefinas de bajo peso molecular fueron formadas y estabilizadas por hidrogenación. Se reportó la polimerización explosiva y la polimerización de polietileno a aceites a 50 atm. y 380°C , y pareció ser una de las oportunidades más desafortunadas de la química que los polietilenos no fueran descubiertos en los 1920s.

McDonald y Morris, encontraron en 1936, que cuando etileno fue irradiado a presiones bajo 1 mm con luz de un tubo de descarga de hidrógeno, se depositó un polímero sólido. Este descubrimiento indujo a muchos trabajos de fotoquímica de gran interés académico pero de poco valor práctico.

Durante la polimerización se notó la formación de alquil-aluminio, pero los descubridores fallaron en darse cuenta de la significación de este hallazgo. El cual podría ser considerado como el precursor del posterior trabajo exitoso de Ziegler y Natta.-

La polimerización catalítica a prevaleciente presión atmosférica con catalizadores de fierro y cobalto conteniendo promotores, fue investigada ampliamente por químicos rusos y japoneses, pero los resultados fueron pobres y los productos fueron de bajo peso molecular. Los experimentos hasta 1800 atm. no dieron resultados y los experimentos fueron abandonados.

c).-Polimerización a alta presión.

Hasta cerca de 1956, todos los procesos útiles de polimerización para la preparación de polímero sólido de etileno estuvieron basados en los descubrimientos fundamentales de los químicos de la "Imperial Chemical Industries" de que el etileno podría ser convertido a polímeros sólidos en la presencia de pequeñas cantidades de oxígeno, peróxidos orgánicos, u otros catalizadores adecuados por la aplicación de elevadas presiones. "La Imperial-Chemical Industries" controla las patentes básicas en muchas partes del mundo, la cual cubre un comprensible camino de polímeros consistiendo esencialmente de grupos $-CH_2-$ con punto de fusión en el rango de 100 a 120°C, caracterizado por una estructura cristalina determinada por análisis de rayos-X y teniendo un peso molecular aproximadamente de 6000. Esta patente no ha caducado y por lo tanto otras varias compañías han entrado al campo con sus propias variaciones de procesos de alta presión.

Polímeros sólidos fueron obtenidos mezclando etileno con aproximadamente 0.01 a 5% de oxígeno, comprimiendo la mezcla a unas 500 atm. de presión y calentando en una autoclave cerrada a 200°C o más. Sobre el alivio de la presión se separa un sólido y el etileno no polimerizado puede ser recirculado o enviado a-

un proceso conjunto para la obtención de óxido de etileno y sus derivados. Es de muy alta importancia que la corriente de el etileno entrante esté libre de impurezas, particularmente de acetileno (normalmente se requiere un etileno de 99.9% de pureza). Generalmente la cantidad de oxígeno es reducida del contenido del oxígeno del etileno entrante hasta 0.001% de acuerdo a la cantidad requerida.

Se encontró que incrementando la presión, aumenta el peso molecular del producto y acelera la polimerización y que aumentando la temperatura, acelera la polimerización pero daba un producto de más bajo peso molecular; presumible por incremento del número de radicales libres (centros) en los cuales la polimerización podría empezar. Las condiciones óptimas fueron difíciles de definir pero parecieron ser: 1500 atm. de presión, 0.03 a 0.01% de oxígeno a una temperatura de 190 a 210°C. La conversión varió de 6% con 0.01% de oxígeno a 25% con 0.13% de oxígeno.

b). -Polimerización a baja presión.

En los inicios de los 1950s, la polimerización de etileno se efectuó a 1 atm. y presiones más elevadas por Karl Ziegler y sus asociados. Uno de los procesos utiliza trietanolamina y cloruro de titanio en un proceso elegante simple de laboratorio.

Holzcamp, Breil y Martin, trabajaron con Ziegler por dos años -- principiando en 1952 en experimentos con Alkilaluminio y sistemas de catalizador mezclado.

Un notable descubrimiento fue el efecto de trazas de otros metales catalizadores de polimerización activa; no fueron obtenidos en general si la reacción entre el Alkilaluminio y el ion metal pesado presente en trazas resultaba en metal libre coloidal. La adición de Cloruro de Níquel, p.ej. produjo Níquel libre y esta combinación con Trietil-Aluminio condujo a dímeros de olefina solamente; un resultado similar había ocurrido usualmente en los previos estudios exhaustivos por otros químicos con metal, óxido metálico

y a otros metales organometálicos. Algunos no mostraron actividad alguna.

La mayoría de los catalizadores activos se encontro ser -- Trietil-Aluminio con unas cuantas centesimas de $TiCl_4$ agregado. El efecto de una cantidad de Titanio es notable, pero Zirconio y casi cualquiera de los elementos del 4o., 5o. y 6o. grupo del -- sistema periódico, incluyendo Torio y Uranio son efectivos. El -- Cloruro de Dietil-Aluminio no polimeriza al etileno aun a 100° Centígrados y 100 atmósferas de presión, pero si una traza de -- $TiCl_4$ es agregada, la polimerización se efectua de manera exo -- térmica y a presión normal.

La química de la formación de catalizadores sigue la rela tiva electronegatividad de Aluminio y de Titanio (IV) en una -- reacción matemática:



Ya no hay mas substitucion, pero los haluros de los Alkil-Titanio son inestables (como lo son los Alkil-derivados de los metales de transición generalmente). La siguiente reacción por ocurrir es la descomposición:



El $TiCl_3$ es una sustancia compleja y hay mucha confusion -- acerca de sus estructura reportada, pero todas sus formas son -- capaces de producir polímeros olefínicos lineales de alto peso molecular.

$TiCl_3$ puro en ausencia de haluros organometálicos, no tiene actividad catalítica. En la polimerización descrita por Ziegler aproximadamente 1% del catalizador por peso en base a etileno, fue suspendido en un aceite adecuado y el etileno fue burbujeado rápidamente a través de él a temp. ambiente. El etileno fue completamente absorbido y el producto de polímero fue cuantitativo, no se requirió recirculación.

Otras patentes describen el uso de catalizadores de Ziegler e ilustran la variedad de compuestos organometálicos y sales que -- pueden ser usadas, simples Alkil-Aluminio con $TiCl_4$, Hierro con RMX , en los cuales M es un metal del 3er. grupo periódico; una gran variedad de Al substituidos (p.ej. R_2AlH , R_2AlX , R_2AlOR) con R_2AlB (en las cuales B puede ser: $-N(CH_3)_2$, $-N(CH_3)-C_6H_5$, $-NR(COR)$, $-SR$, $-COR$, $-OSO_2R$) y un compuesto (usualmente un haluro) de un metal de grupo IV, V o VI, Cloruro de Dietil-Magnesio o Cloruro de Propil-Magnesio con $TiCl_4$ o Zirconio (IV) o tetra-butil ortotitanato.

En contraste a los polímeros de alta presión, los polietilenos de baja presión y alta densidad tienen algunas cadenas cortas de ramales como lo demuestra la espectroscopía de infrarrojo. El peso molecular puede ser variado de 10000 a varios millones. Por el trabajo de Natta en Milán y Ziegler en Mulheim, estos investigadores -- reciben en 1963 el PREMIO NOBEL DE QUIMICA.

Otros dos descubrimientos, uno por la "Petroleum Phillips" y por la "Standard Oil of Indiana", han producido polietilenos similares a los de Ziegler por procesos que también utilizan un sistema de catalizador heterogéneo. Los polímeros parecen ser polimetilenos -- (con casi ninguna ramificación) considerados significativamente -- más altos que los previamente producidos por los procesos I.C.I. de alta presión.

Las patentes básicas de Phillips, descubrió un Oxido de Cromo III calcinado, soportado en Silica-Alumina y puede ser utilizado en polimerización fase líquida o vapor. La conversión de etileno a polí

mero, usando un catalizador de lecho fijo a 88° y a una presión de 600 psi, es cuantitativa. El catalizador también puede ser usado en suspensión.

Las patentes cubren polímeros con menos de una cadena lateral - hasta 200 átomos de carbono, punto de fusión mayor que 127°C y densidades de 0.95 a 0.97. gr/cc.

4.-ESTRUCTURA Y PROPIEDADES.

A.-Estructura.

Las propiedades de polietileno varían ampliamente de acuerdo con las condiciones de polimerización que determinan su estructura molecular.

- a).-Estructura de cristal de la celda unitaria.Los arreglos de geometría precisa de los grupos metileno respecto uno de otro en las regiones cristalinas.
- b).-Porcentaje de cristalinidad.Relativo al % en peso de un material total que está en un material de alto ordenamiento
- c).-Tamaño y forma de cristalitos o agregados de cristalitos. - Los cristalitos formados en enfriamiento de polietileno fundido tienden a formar agregados.Bajo estas condiciones los cristalitos se agruparon en racimos esféricos de agujas radiantes llamadas esferulitas.Las condiciones de calentamiento y enfriamiento y los parámetros moleculares que determinan la forma de las esferulitas en polietileno,son de considerable interés,porque esto,tiene gran influencia sobre las propiedades físicas de la película,ambas visuales y mecánicas.
- d).-Ramificación. Por las varias posibilidades cinéticas de transferencia de cadena por una cadena de polímero creciente, las moléculas de polietileno pueden ser no lineales.
- e).-Presencia de insaturación y grupos conteniendo oxígeno. Por la cinética de terminación o por otras reacciones acompañadas de iniciador o de otras impurezas,las moléculas polímeras pueden contener oxígenos o grupos de insaturación.

De valiosa utilidad han resultado la espectroscopía de infrarrojo,la difracción de rayos-X,densidad,determinación del contenido de calor y resonancia magnética nuclear para la determinación del grado de ramificación y de la cristalinidad.

f).--Resumiendo en forma general, el polietileno es parcialmente - cristelino y parcialmente amorfo y el % de cristalinidad tie - ne un marcado efecto sobre las propiedades físicas. La ramifi - cación de cadena lateral es el factor clave que controla el - grado de cristalinidad, ya que el polietileno alta densidad - tiene más pocas cadenas laterales ramificadas que el de baja - densidad, una estructura más estrechamente relacionada (arre - glada) y puede obtenerse en grado más alto de cristalinidad. La ramificación de polietileno baja densidad ocurre primera - mente como grupos etilos y butilos en una concentración de a - proximaadamente 10 a 20 ramificaciones por 1000 átomos de car - bono.

En general, aumentando el grado de cristalinidad, aumenta la - rigidez, resistencia a la tensión, dureza, resistencia química y o - paquead. También reduce la permeabilidad a líquidos y gases. La - cantidad de ramificaciones puede ser controlada en polietilenos - de baja y alta densidad para ajustar la cristalinidad y propie - dades físicas. En polietileno de baja densidad, éste está normal - mente acompañado por las condiciones del reactor; en polietilenos - de alta densidad las ramificaciones son incorporadas dentro de - la estructura por la adición de cantidades variantes de comonóme - ros tales como buteno o hexeno durante la síntesis del polímero. - Más fracciones de cristalinidad y propiedades pueden ser hechas - por combinación de mezclas de polímeros de alta y baja densidad - para producir materiales de densidad intermedia.

Agregando al uso de las condiciones del reactor para ajustar - las condiciones de cristalinidad de polietileno baja densidad, - la copolimerización con otros monómeros tales como acrilato de - etilo y acetato de vinilo. Estos materiales exhiben baja crista - linidad y por lo tanto producen incremento en claridad, mejor -- flexibilidad y mejoran la resistencia al impacto.

Los polietilenos consisten de una mezcla de moléculas de tama
variantes; consecuentemente su estructura debe ser descrita -
términos de tamaños (peso molecular) y distribución de tamaños
(distribución de peso molecular).

El peso molecular es descrito como un promedio de todos los --
tamaños de cadenas de polímeros producidos durante la polimeriza-
ción. Hay un número de métodos analíticos para la determinación -
del "Peso Molecular Promedio" con relativa alta precisión; sin em -
bargo la industria ha utilizado el índice de flujo del polímero -
fundido MFI (ASTM D1238) como un indicador más crudo del peso mo-
lecular promedio. Este índice, es la medición simple del flujo del
polímero fundido a través de un molde específico a una temperatu-
ra y presión dadas, está inversamente relacionado al peso molecular.
Así, materiales de elevado M.F.I. tienen bajo peso molecular y los
materiales de bajo índice de fusión tienen alto peso molecular.

En general los polietilenos de alto peso molecular (bajo M.F.I.)
tienen mejores propiedades que sus contrapartes de bajo peso mole-
cular. Esto es especialmente verdadero en ciertas propiedades crí-
ticas tales como resistencia al impacto (dureza) y resistencia --
química. Sin embargo a causa de su muy alta viscosidad del políme
ro fundido y su bajo M.F.I. los polietilenos son más difíciles --
de procesar.

B).-Propiedades.

a).-Dispersión de la luz

La dispersión de luz por la película de polietileno determina su claridad. Algo de esta luz es dispersada por la rugosidad de la superficie, un aspecto que puede ser protegido durante la extrusión y manufactura, agregando a la superficie de dispersión de polietileno otros polímeros comunes cristalinos, dispersa la luz por la inherente deshomogeneidad en la estructura resultante de los diferentes índices de refracción de las regiones cristalina y no cristalina. Así que los polímeros cristalinos muestran más fluidos que los correspondientes polímeros fundidos.

La habilidad de dispersión de las películas depende apreciablemente de las condiciones de templado e historia térmica. Estudios cuantitativos han mostrado que la luz dispersada por una delgada muestra de polietileno templado de 0° a 125°C es mucho más baja que la dispersada por una muestra calentada y enfriada lentamente para evitar rupturas.

Estas observaciones han sido usadas para guiar prácticas en extrusión de películas que llevan a películas de polietileno claras de una amplia variedad de polímeros comerciales que difieren en una considerable cantidad en: Densidad, Viscosidad y Peso Molecular, consecuencia del método de manufactura.

b).-Orientación en películas de polietileno.

La película de polietileno preparada por extrusión seguida por enfriamiento en aire o agua, muestra una orientación preferencial de las regiones cristalinas. Nosotros podríamos esperar que como el polímero fundido fluye en un molde, la cadena de polímero podría llegar a estar orientada en la dirección de flujo (Comunemente referida a la dirección de extrusión de la máquina "M.D.") y en cristalización las regiones cristalinas podrían estar preferencialmente orientadas paralelas a la dirección de extrusión.

Las técnicas importantes son usadas en el establecimiento de la orientación de las regiones cristalinas de las películas de polietileno y son: Difracción por rayos-X y dicroísmo de absorción-infrarroja. Para apreciar la interpretación de los resultados de estos métodos en términos de la orientación, es útil considerar los dos casos limitantes de orientación en películas de polietileno.

c).-Densidad.

La densidad de la masa de polímero se encontró estar determinada primero por la cantidad de ramificaciones de cadena corta y el Peso Molecular. Las ramificaciones de cadena corta en la polimerización por radicales libres dependen solamente de la temperatura y la presión. Las ramificaciones incrementan tanto como la presión es reducida y la temperatura es aumentada. Por lo menos hasta $\bar{M}_n = 50000$ ($\bar{M}_n =$ número promedio de peso molecular), la densidad aumenta conforme el peso molecular decrece. La siguiente ecuación ha sido encontrada para relacionar la presión, la temperatura y el Peso molecular como datos para el cálculo de la densidad: para 20000 psi $> P > 30000$ psi, $130^\circ C > T > 200^\circ C$ y $25000 > \bar{M}_n > 50000$

$$d = (0.963 + 2.4 \times 10^{-7} P - 1.18 \times 10^{-4} T - 4.0 \times 10^{-7} \bar{M}_n) \pm 0.001$$

Aquí en un pequeño cuadro veremos propiedades de polietilenos de acuerdo con su densidad. Ver. Tabla 1.

Tabla 1. Propiedades de Polietilenos.

Gravedad específica	Baja densidad	Densidad media	Alta densidad
	0.910-0.925	0.926-0.940	0.941-0.965
Claridad	Transparente-Translucido	Transparente a Translucido	Translúcido a Opaco.
Temperatura de sellado $^{\circ}F$	250-350	260 - 310	275-310.
Aunque la densidad para polietilenos ha llegado a los valores de 0.97 y se aproxima al valor teórico 1 gr/cc			

d).--Solubilidad.

Los polietilenos generalmente no son solubles en ningún solvente abajo de 50 a 60°C, pero a temperaturas arriba de 70°C, los tipos de alta presión (baja densidad) son solubles en muchos solventes; - el tetracloruro de carbono y los etilenos altamente coloreados son los solventes más efectivos. En tolueno y Xilenos, estos polietilenos muestran apreciable solubilidad arriba de 60°C. La solubilidad decrece rápidamente con incremento de la longitud de la cadena.

Las muestras de polietileno con estructura ramificada y heterogeneidad en Peso Molecular, tienen una más alta solubilidad que la mostrada por los polietilenos lineales del mismo peso molecular -- promedio y de más estrecha distribución.

Los efectos de varias sustancias químicas sobre polietileno se resumen en la tabla 2. El agua y las soluciones acuosas de sal no tienen efectos sobre polietilenos en general. La mayoría de los líquidos orgánicos polares (Alcoholes, Aldenidos, ésteres y Cetonas), no atacan al polietileno, pero muchos de ellos están cercanos a los agentes de tensión de ruptura. Los agentes fuertemente oxidantes - pueden no tener efectos visibles sobre polietileno (p.ej. 30% de -- peróxido de hidrógeno), pero atacan al polímero químicamente y de -- provocan ruptura.

e).--Propiedades reológicas.

El M.F.I., una medida empírica de las propiedades de flujo del polímero, ha sido muy utilizado en la caracterización y clasificación de polietilenos.

El M.F.I. es el peso en gramos de polietileno que pasa en 10 min a temperatura de 190°C a través de un orificio de diámetro específico cuando un peso dado de polímero es colocado en el pistón impulsor. Tiene el mismo significado que el índice de fusión pero a 202°C.

Aquí en una tabla, también veremos los efectos de ciertas substancias químicas sobre los polietilenos.

Tabla 2.

Efectos de las substancias químicas sobre polietilenos^a de baja, media y alta densidad.

Solvente	Incremento en % en peso			Apariencia.
	d=0.918 ^b	d=0.935 ^c	d=0.960 ^d	
*Acetona	1.2	1.2	1.0	No cambia
Acido acético, 5%	0.8	0.8	0.9	No cambia
*Acetato de Butilo	4.1	3.1	3.1	No cambia
Cloruro de Calcio 2.5%	0.0	0.0	0.0	No cambia
NH ₃ acuoso 10%	0.0	0.0	0.0	No cambia
*Disulfuro de Carbono	36.8	21.4	12.9	Hinchado
*CCl ₄	37.9	22.8	16.3	Hinchado
*Cloroformo	25.1	16.2	12.0	Hinchado y torcido.
*Acido Cítrico 10%	0.0	0.0	0.0	No cambia
*Etanol 50%	0.1	0.1	0.1	No cambia
*Etanol 95%	0.0	0.2	0.2	No cambia
*Acetato de etilo	2.8	2.5	2.5	No cambia
*Etilen-glicol	0.0	0.0	0.0	No cambia
*Cl-CH=CH-Cl	6.9	5.4	5.0	Muy ligeramente amarillento e hinchado.
*CH ₂ =O 35%	0.1	0.1	0.1	No cambia
*Gasolina(regular)	13.5	8.8	6.7	Hinchado y amarillento
*Gasolina(aviación)	15.1	10.0	5.7	Hinchado y amarillento
*Glicerol	0.0	0.0	0.0	No cambia
*Hexano	10.0	6.8	0.7	Hinchado.
HCl 10%	-0.2	0.0	0.0	No cambia
H ₂ O ₂ 30%	0.0	0.1	0.0	No cambia
Metanol 5%	0.0	0.0	0.1	No cambia
*Metanol 100%	0.0	0.1	0.1	No cambia
*Aceite de motor	5.0	2.2	1.1	No cambia

Tabla 2. (Continuación).

Solvente	Incremento en % en peso			Apariencia
	d=0.918 ^b	d=0.935 ^c	d=0.960 ^d	
HNO ₃ Conc.	4.8	1.9	1.4	Amarillento.
*Acido oleico	2.4	1.7	1.4	No cambia
*Aceite de olivo	0.3	0.2	0.2	No cambia
*Fenol 5%	0.2	0.1	0.2	No cambia
NaCl 10%	0.0	0.0	0.0	No cambia
Na ₂ CO ₃ 2%	0.0	0.0	0.0	No cambia
NaOH 10%	0.1	0.0	0.1	No cambia
Hipoclorito de Na 2%	0.0	0.0	0.0	No cambia
H ₂ SO ₄ 30%	0.0	0.0	0.0	No cambia
H ₂ SO ₄ 3%	0.9	0.0	0.1	No cambia
*Tolueno	15.1	9.8	7.5	Hinchado
Agua	0.0	0.0	0.0	No cambia
*Xileno	15.4	10.3	7.9	Hinchado.

(*)....Agente de tensión de ruptura

(a)....Resultado en discos moldeados por inyección, de 2 pulgadas - de diámetro, 1/8 de pulgada en espesor, sumergidos y almacenados durante un año.

(b)....Baja densidad

(c)....Densidad media

(d)....Alta densidad

5.-DEGRADACION, PROTECCION AMBIENTAL Y TRATAMIENTOS DE POLIETILENO.

a).-Degradación de Polietileno, Protección ambiental.

La degradación de polietileno fue estudiada bajo un amplio rango de temperatura en la presencia o ausencia de aire u Oxígeno, con o sin la influencia de luz.

En ausencia de luz, el polietileno es estable hasta 300°C, a más elevadas temperaturas la degradación ocurre progresivamente, pero diferente de poliestireno y de los acrilatos, los cuales son degradados a monómeros; el polietileno produce productos que son parecidos al polímero original pero de más bajo grado de polimerización. Más degradación produce líquidos, pero solamente arriba de 370°C -- son apreciables las cantidades de productos gaseosos formados, alrededor de 30, tales productos gaseosos consistieron de alkenos de cadena recta, alkanos y dienos.

La oxidación de polietileno parece ser una reacción autocatalítica de radicales libres, la cual puede ser inhibida por carbón negro (conocida su actividad en deactivación de radicales libres) y por antioxidantes estándares. Aun más efectivas son las combinaciones de 0.5 a 5% de carbón negro de tamaño de partícula $< 1000 \text{ \AA}$ -- con dodecil-mercaptano ó compuestos RSSR' (P.ej. Sulfuro de difenilo o Sulfuro de Dibenzotiazol).

La velocidad de oxidación de polietileno a temperatura ambiente en ausencia de luz es despreciable, pero la foto-oxidación es rápida, la degradación puede ser inhibida por antioxidantes especiales que permiten la manufactura de películas transparentes.

b).-Tratamientos de polietileno.

Las superficies de películas de poliolefinas son notablemente indiferentes a la adhesión de tintas o capas, por lo que la primera introducción de polietileno al mercado de películas de empaquetamiento ha sido una ventaja.

En los primeros días se creyó que la no adhesión era un resultado de la carencia total de grupos polares en la superficie química de la película y la mayoría de las investigaciones fue dirigida a la introducción de tales grupos a través de la oxidación de la superficie por varios medios. Se usaron aparatos mecánicos en alargamiento e impresión sobre rollos calentados.

Una variedad desorientada de agentes químicos fue tratada, usualmente en la presencia de aire y frecuentemente luz Ultra-violeta. Estos agentes incluyen el uso de Cloro, Ozono solo o con ácidos halogenados, Oxido nitroso ó con radiación Ultra-violeta, Fluor, soluciones ácidas de Dicromato, hidrocarburos clorados con radiación Ultra-violeta, Dióxido de Cloro, Cloruro de Tionilo, Cloruro de Sulfurilo, Cloruro de Nitrosilo, y Dióxido de Nitrógeno.

Uno busca en vano la literatura para las causas fundamentales de tratamiento efectivo. La mayoría de las patentes hacen referencia a la oxidación como efecto primario, sin formular pruebas convincentes, y ésta fácil explicación llega a ser menos convincente cuando son considerados con respecto a varios tratamientos: Jalenamiento y eléctrico que han llegado a ser prácticas estandares en la industria.

6.-APLICACIONES Y PIGMENTACION DE POLIETILENO.

A.-Aplicaciones.

Quizá la mejor evidencia de la versatilidad y excelente balance entre el costo y el uso final de las propiedades de polietilenos es la amplia variedad de usos de éstos. Los polietilenos y sus copolímeros son nuevos materiales esenciales en los que las grandes industrias como: empaquetamiento, instrumentos, transportación, comunicación, potencia eléctrica, construcción y almacenes. Es impresionante en el crecimiento en usos de polietileno, la variedad de técnicas de fabricación que pueden ser usadas. A causa de la estrecha relación entre el material de procesamiento y el uso final, es más útil examinar las aplicaciones de acuerdo a los métodos generales de fabricación.

a).-Extrusión de Películas.

Es mayor el uso de polietileno baja densidad, mientras que para el de alta densidad es más limitado el uso de películas. Las películas de polietileno baja densidad son muy versátiles en empaquetamiento y materiales de revestimiento, que principalmente sirven de empaquetamiento en agricultura y construcción. Estas películas ofrecen una deseable combinación de: claridad, flexibilidad, resistencia, inertidad química y bajo costo. Algunos de los mayores usos de Polietilenos alta densidad son en empaquetamiento de alimentos, bolsas para ropa, coberturas para construcción, películas para usos en agricultura, bolsas desechables y bolsas de envío. --
Dos procesos para fabricación de la película: el proceso de película soplada y el proceso de moldeado en rodillo en frío, el cual produce un film plano, de alta claridad. Para estas películas el índice de fusión (M.F.I. es de 1.0 a 5.0, densidad=0.92 a 0.925 gr/cc.

La película de baja densidad, hecha por procesos de alta presión es relativamente barata, de fácil sellado al calor, y no es ópticamente clara, tiene una balanceada resistencia y propiedades ópticas y encuentra sus mayores usos en la fabricación de bolsas pa-

en el empaquetamiento de bulto. Miles de productos, variando desde cacahuetes a accesorios metálicos son empaquetados con polietileno baja densidad.

La película de densidad media; es usada para propósitos especiales, como una envoltura para empaques llenados en máquinas de alta velocidad (500/min). Todas las clases de artículos horneados, repostería, artículos de vestir y artículos secos son envueltos en estas máquinas y la película debe ser lo suficientemente firme para ser manejada a altas velocidades. Bien sellada y cortada, tiene una balanceada firmeza y agradable claridad.

La película de alta densidad; su claridad es pobre, el rango de temperatura para el calor de sellado es más estrecho que el de las películas de baja o de densidad media y la resistencia a la ruptura es baja, todo lo cual se suma a aplicaciones especiales. Su resistencia a la grasa y resistencia al calor son explotadas. P.ej. el uso de esta película en empaques hervibles (P.ej. verduras) y la resistencia agregada es ventajoso para usado como fuerte saco de embarque y forro de tambores.

b).-Extrusión de películas de revestimiento.

Las mismas propiedades las cuales hacen al polietileno de baja densidad un excelente material de película, lo hacen atractivo como un material de revestimiento sobre papel, cubierta de mesas y forro de metales. En la mayoría de los casos el revestimiento el cual es tan delgado como 1/2 milésima de pulgada, es usada para darle resistencia a la grasa y a los líquidos en empaquetamiento. La extrusión de revestimientos, tiene mayores aplicaciones en los cartones de leche.

Las altas velocidades y los restrictivos molues usados en extrusión de revestimientos, requiere de un material de relativa baja viscosidad. Consecuentemente el M.F.I. de los polietilenos usados son más altos que los usados en películas y van de 3 a 12. Algunos Polietilenos alta densidad, son usados en extrusión de revestimientos cuando se desea alta resistencia a la humedad.

c).- Moldeo por soplado.

El primer producto comercialmente valuable moldeado por soplado, la botella familiar comprimida, fue hecha de polietileno baja densidad. De aquí que del relativo creciente desarrollo de la industria del moldeado por soplado ha crecido sustancialmente y es la que usa mucho los polietilenos alta densidad. Algunos de los mayores usos de Polietilenos alta densidad en empacamientos en moldeo por soplado son: Contenedores para blanqueadores, detergentes- líquidos, leche y otras bebidas. Los polietilenos alta densidad -- moldeados por soplado también son usados para contenedores a bajas temperaturas y muchas otras aplicaciones donde la rigidez, rugosidad e inertidad química son importantes.

El proceso del moldeo por soplado del plástico es el mismo como el moldeo por soplado de vidrio, involucra extrusión de un tubo fundido y entonces, por medio de aire a presión, soplando el tubo hacia afuera contra las paredes de un molde hueco que es reforzado alrededor del tubo. En general el M.F.I. debe ser bajo para polietilenos de alta densidad usado en moldeo por soplado (< 1.5). Copolímeros de etileno-buteno de 0.950 gr/cc de densidad con M.F.I. de 0.2 a 0.3 son usados para botellas de detergentes y aplicaciones de empaquetamiento crítico que requieren excelente resistencia a la tensión de ruptura. Los homopolímeros de alta densidad (0.96 gr/cc) se requieren para contenedores que requieren alta rigidez.

d).- Moldeo por inyección.

Los polietilenos son fácilmente inyectados y moldeados y son usados en una amplia variedad de aplicaciones. La industria de moldeo por inyección es la segunda más grande que usa ambos polietilenos: alta y baja densidad. La versatilidad de los procesos y de los materiales se combina para producir artículos moldeados que finalmente son utilizados en la industria. P.ej. Contenedores, recipientes de desperdicio en almacenes, cubos y tapaderas en empaquetamiento, jeringas disponibles y herramientas de laboratorio en aplicaciones médicas.

De aquí que la facilidad de flujo es importante en moldeo por inyección, M.F.I. medio ó alto (3.5 a 20) de algunos productos son preferidos.

Los polietilenos de baja densidad son usados cuando la flexibilidad, claridad y dureza son deseados, y en polietilenos alta densidad encuentra utilidad donde la dureza, rigidez y alta resistencia son importantes.

e).-Revestimiento de alambres.

El desarrollo inicial de polietileno baja densidad fue acelerado a causa de su única propiedad dieléctrica, como un aislante para Radar y en cables de comunicación. Polietileno baja densidad continua siendo un material para la industria de distribución de potencia. En comunicaciones, ambos polietilenos, alta y baja densidad son usados en aus dos mayores aplicaciones: aislamiento y forrado. El aislamiento de polietileno provee de baja pérdida dieléctrica, alta resistencia mecánica y una excelente resistencia a la humedad. En forrado el polietileno es usado como una cobertura de protección del cable.

En la producción de alambre de teléfono, la aislación debe dar un aislamiento uniforme de revestimiento sobre el alambre a velocidades de 5000 ft/min. Como un resultado los compuestos aislantes de polietilenos alta y baja densidad tienen propiedades de flujo que son especialmente: suavidad, alta velocidad de flujo, so bresalientes propiedades físicas y tensión de ruptura son requeridos en forro de cables. Por tanto, copolímeros de bajo índice de fusión (M.F.I. de 0.2 a 0.4) Polietilenos de baja densidad mo dificados y copolímeros de bajo M.F.I. de polietilenos alta densidad son usados.

En cables de potencia, 2.5 a 30% de Carboón negro, vulcanizable con polietileno baja densidad son usados para aislación. Estos -- productos incrementan las excelentes propiedades dieléctricas de polietileno baja densidad con incremento de la resistencia de de formación a elevadas temperaturas.

f).-Espuma de polietileno.

La extrusión de polietileno de baja densidad a espuma, se hace mezclando un agente espumante con polímero fundido y caliente bajo presión y relevando la presión y enfriando. El control del tiempo de enfriamiento y en ciertos casos la aplicación de radiación ionizante, permite monitorear la estructura de la celda de la espuma.

El polietileno de baja densidad extruido a espuma, retiene muchas de las propiedades comunmente conocidas del polietileno sólido (P.ej. resistencia química, dureza, resistencia a la humedad y flexibilidad) todavía pesa 1/30 a 1/7 del material sólido. La estructura de la celda es estrecha, por lo tanto el agua recogida y la transmisión de vapor de agua son muy bajas, como con el polímero sólido.

Parecido a la mayoría de los materiales espumados, exhibe una cierta cantidad de compresión cuando es colocado bajo excesivas cargas de peso. Es decir, no recupera su espesor inicial después de haber sido comprimido por varias horas. La espuma de polietileno puede ser expuesta a la luz del sol por varios meses directamente sin propiedades significantes de degradación, pero exposición térmica prolongada no es recomendable. Coberturas son requeridas para eliminar la degradación Ultra-Violeta.

Entre las propiedades ventajosas de la espuma de polietileno es su capacidad de absorción y su habilidad para proporcionar amortiguamiento para muchos impactos repetidos. Como un material de empacamiento es usado para proteger delicado equipo electrónico y sus partes industriales. Muchas partes militares son protegidas durante el envío con forro de espuma de polietileno. También es usado para colonones de "lucha", forro de paredes, para acojinamientos en Fut-Bol y Beis-Bol, acojinamiento en transportes y cajas acojinadas.

La espuma de polietileno baja densidad presenta un factor de conductividad térmica $k=0.35-0.40$ BTU/in/hr/ft²/°F, lo que lo hace un material muy útil en aislación térmica.

Y para ilustrar éste capítulo, veremos a continuación los siguientes esquemas básicos de las figuras 1, 2 y 3.

Fig. 1

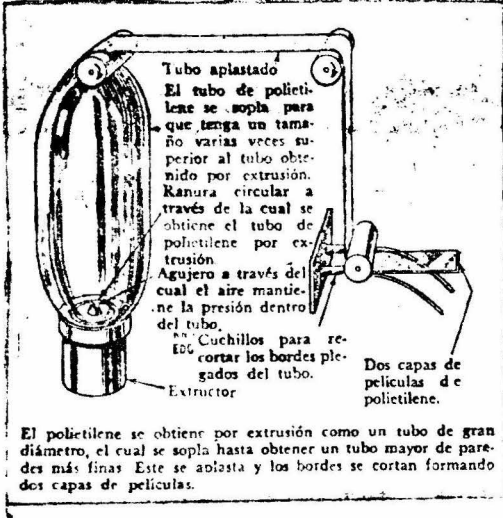


Fig. 2

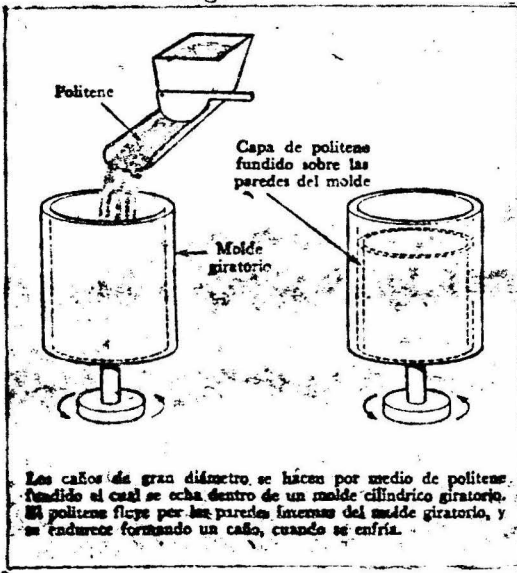


Fig. 3

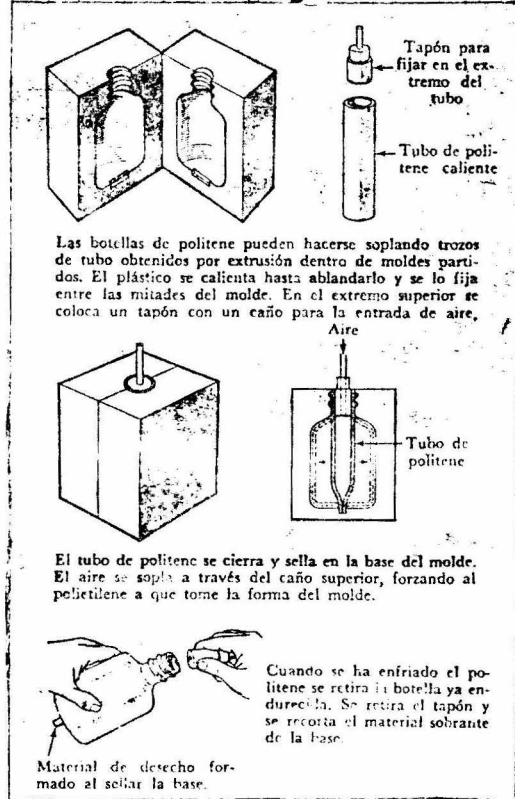


Fig. 1 Película de polietileno por extrusión.

Fig. 2 Vaciado por centrifugación

Fig. 3 Soplado de tubos dentro de moldes.

B.-Pigmentación.

La apariencia natural del polietileno es una de sus características atractivas, y así la apariencia de este material en uso doméstico y en mercado de juguetería, requiere de diversos modos que pueda ser coloreado. En aplicaciones industriales el polietileno frecuentemente es coloreado para propósitos de identificación y para proveerle de buenas características contra el clima. Los colores disponibles en polietileno son limitados: de opaco a rangos translúcidos a causa de la apariencia cerosa o lechosa del polietileno natural.

A primera vista la coloración de polietileno parece ser comparativamente simple en vista de su naturaleza inerte. Sin embargo en la práctica, hay un rango disponible restringido de colorantes los cuales son estables en polietileno mediante su manufactura y su uso y los cuales no reaccionan para dar efectos indeseables. El proceso para producir coloración y obtener mejores resultados en polietileno, tiene que ser cuidadosamente escogido para obtener una dispersión satisfactoria.

Los requerimientos de colorantes. Un colorante el cual es considerado para usar en polietileno sería ideal conforme a los siguientes requerimientos.

Sería dispersado fácilmente durante el proceso normal.

Serían estables en procesamiento y subsecuente moldeo o extrusión donde el compuesto puede ser retenido a temperaturas hasta de 250°C por un tiempo como de 1/2 hora o a una temperatura de 300°C , por unos cuantos minutos.

Debería, sobre el rango de temperaturas y concentraciones probablemente ser usado, ser insoluble en el polímero y cualquier otro componente en las mezclas, como la solubilidad permite la migración de color, debe tomarse en cuenta.

No catalizaría la oxidación o degradación del polímero como - para causar olores tanto como ruptura o formación de partículas gelatinosas.

No causaría deterioración de las características térmicas, eléc tricas o menoscabo de las buenas propiedades contra el clima del polietileno.

Debería de dar colores de buena estabilidad a la luz.

a).-Dispersión.

Cuando el polímero y el colorante son procesados juntos, es importante la mezcla uniforme como mejor sea posible para que haya una buena distribución del color. Ciertos pigmentos inorgánicos se almacenan en condiciones particularmente húmedas y en severos casos el pigmento no se dispersaría satisfactoriamente en condiciones normales de procesamiento.

b).-Estabilidad al calor.

Algunos colorantes son inestables cuando son calentados y como resultado se desdibujan, se oscurecen o cambian de color durante el procesamiento. Los que pueden ser usados son aquellos capaces de aguantar una y media horas en el molde a 250°C. Ideados para procesamiento de moldeo en que el colorante es estable para 15 minutos a 240°C puede ser satisfactorio. Una ligera alternativa para prueba exacta, a 1 1/2 horas a 250°C, consiste en calentar un material a 310°C en un molde cerrado por 3 minutos, aunque esto elimina la mayoría de los compuestos orgánicos que podrían ser satisfactorios. Los colorantes que se utilizan para 310°C incluyen: Oxidos de hierro (calcinado), sulfuros de cadmio, sulfo-selenuros de cadmio, ciertos Ftalocianinas metálicas verdes y azules, carbón negro, dióxido de Titanio, Oxido de Zinc.

c).-Migración de color.

La solubilidad del colorante en polietileno o en los otros componentes de la mezcla pueden dar origen a superficies floreadas o

puede permitir la migración del colorante de la formulación coloreada a otros materiales los cuales pueden estar en contacto. Las circunstancias en las cuales estas fallas ocurren son las siguientes: d).-Floreado, e).-Sangramiento.

d).-Floreado.

Es la formación de una película de colorante seco sobre el producto de polietileno y resulta de la formación de una solución sobresaturada del colorante en el polímero u otro componente en la mezcla durante la composición, con subsecuente recristalización lenta de la superficie del producto terminado. El florecimiento puede no empezar a desarrollarse para un tiempo considerable después de procesamiento y su severidad no es seriamente una función de la concentración de colorante.

e).-Sangramiento.

Es la migración de colorante en una solución, es distinta del florecimiento, mientras causan el tizado de otros materiales con los cuales están en contacto; ningún colorante puede ser raspado de la superficie de la muestra la cual exhibe solo sangramiento. Cuando el sangramiento ocurre, es severamente proporcional a la concentración de colorante.

Una simple prueba para eliminación de colorantes los cuales pueden sangrar en polietileno, se hace **checando** su solubilidad en Tolueno ó Xileno a temperatura ambiente. Los colorantes que son marcadamente solubles en frío pueden ser descartados sin más estudio.

f).-Efecto catalítico.

Algunos colorantes inducirán oxidación catalítica o degradación de polietileno durante procesamiento o almacenamiento. Las fallas que pueden ocurrir durante el procesamiento es la formación de nódulos ó geles ó materiales más viscosos y el desarrollo de olores.

La acción de los colorantes durante el almacenamiento puede -- resultar en rupturas o desarrollo de olores o ambos.

Estos efectos catalíticos ocurren en pigmentos de Cadmio, Cobalto y Manganeso; Goodwin, ha reportado que el Oxido Crómico hidratado causa ruptura en almacenamiento y que el hierro azul, promueve ambos: olores y ruptura.

g).-Características eléctricas.

Las características eléctricas de polietileno son modificadas por la inclusión de colorantes, y en aplicaciones críticas la inclusión de pequeñas cantidades afecta el factor de potencia.

h).-Estabilidad a la luz y características al clima.

La estabilidad a la luz de polietileno coloreado no es usualmente tan alta como para una formulación correspondiente en otros plásticos naturales tales como lámina acrílica. El comportamiento de un pigmento puede frecuentemente ser predicho de su comportamiento conocido con otros materiales plásticos químicamente no reactivos. Las formulaciones conteniendo pequeñas cantidades de colorante o tintas basadas en blanco opaco, tienen limitada estabilidad a la luz y se destañará en una mayor proporción que los que son fuerte y completamente opacos.

La falla de polietileno con el clima, es su pérdida de flexibilidad, ruptura en la superficie. Para evitar esto puede usarse -- carbón negro como protector.

i).-Pigmentos inorgánicos.

Carbón negro: es barato, inerte, estable a la luz y calor y puede ser producido en una condición finamente dividida. El gas negro -- es relativamente carbón puro de extremadamente finas dimensiones, obtenidos durante la combustión de gases en una insuficiencia de aire. Tiene un intenso color negro, gran poder de tinte y da un color negro-café en su reducción. También se tiene el negro vegetal

obtenido de la combustión incompleta de aceites. Se tiene el negro mineral, conteniendo hasta 60% de materia carbonácea y alta proporción de materia silíceas. A causa de su bajo contenido de carbón, estos negros tienen comparativamente pobre poder de teñido, refiriéndonos a negro vegetal y mineral.

Pigmentos blancos: Los pigmentos blancos son usados para dar blancura y opacidad al material particular en el cual son incorporados. Hay dos pigmentos blancos que tienen propiedades satisfactorias en polietileno: Dióxido de Titanio el cual existe en dos formas cristalinas y el Oxido de Zinc puro que es un pigmento puramente blanco brillante el cual es estable al calor y la luz, tiene la desventaja del menor poder cubriente que el Dióxido de Titanio.

Oxidos de hierro naturales y sintéticos: El Oxido Férrico es ampliamente usado como un pigmento desde el rojo al café. Los óxidos de hierro naturales, son diluidos con Sílica y otros materiales. Los colores de muchas de estas "tierras" pueden ser teñidos de rojo por calcinación, se dice que se "quema". De los Oxidos Sintéticos, solo los de tipo anhiario o "quemados" son de interés en polietileno. Los óxidos naturales deben ser finamente divididos para obtener adecuada dispersión.

Pigmentos de Cadmio: Los pigmentos de Cadmio son disponibles en amplio rango desde amarillo brillante, naranja y tonos carmesí, pero son caros; básicamente consisten de Sulfuro de Cadmio y Sulfoselenuro de Cadmio. Los colores producidos son estables a los efectos de la luz, calor, ataque químico y son recomendados cuando su alto costo puede ser tolerado. Cuando es usado en películas, los pigmentos de Cadmio tienden a promover oxidación del polímero bajo las altas temperaturas de procesamiento; esto requiere la adición de un antioxidante.

Amarillo Cromo y Naranja Molibdato o Cromo Escarlata: Estos -- consisten basicamente de Cromato de Plomo y cubren una gran variedad de tintes variando desde un amarillo pálido claro a un profundo naranja rojizo. El matiz amarillo claro consiste de una mezcla de cristales de Cromato y Sulfato de Plomo. El amarillo intenso debe su color a la presencia de Cromato de Plomo. Los matices naranja, rojo o escarlata contienen hasta 10% de Molibdato de Plomo.

La estabilidad de estos pigmentos (particularmente tipos naranja y escarlata) es satisfactoria en operaciones de moldeo, pero no son recomendables cuando se requiere estabilidad al calor, tales como en la manufactura de películas. En la exposición de ciertas atmósferas, estos pigmentos tienden a oscurecer.

Oxido de Cromo (Cr_2O_3): es un pigmento de color verde permanente pero es difícil de obtener finamente dividido, suficiente para asegurar adecuada dispersión en polietileno.

Azul de Cobalto, El azul de Cobalto consiste de una solución de Oxido Cobaltoso en una solución de Hidróxido de Aluminio y está -- disponible en una variedad de matices desde un verduzco a azul. -- Cuando está finamente dividido se dispersa mucho más rápidamente -- pero la fina división, hace que pierda su fuerza tintorial. También -- tiende a promover la formación de olor.

Ultramarinos, El azul Ultramarino es esencialmente un Polisulfuro de Sodio Silicato de Aluminio, y es una piedra azul celeste. Es -- hecho calcinando mezclas de Kaolin, Sílica, Carbonato de Sodio, Azufre y resina en un horno apagado. Sus matices dependen del tamaño de -- partícula en que es dividido.

El violeta Ultramarino es preparado de azul Ultramarino por tratamiento con HCl (gas) a $275^{\circ}C$.

j).-Pigmentos Orgánicos.

Estos comprenden un gran grupo de colorantes orgánicos contenien
do pocos o ningún constituyente metálico,ágrupados bajo este encabe
zado,hay una variedad de compuestos químicos "azos",incluyendo el -
rojo,naranja,y el verde y azul de ftalocianinas.

Cuidadosa selección de estos colores debe ser hecha para polie-
tileno,de aquí que muchos miembros muestran alguna solubilidad a -
temperaturas de procesamiento. Estos,libres de este defecto mues -
tren un buen estandar de estabilidad a la luz y calor,acoplados a -
su alta brillantez y fuerza tintorial. Esto es aplicado especial -
mente a las clases de ftalocianinas.

Además de los pigmentos,existe una variedad de compuestos utili-
zados en teñido,tales como ácidos y bases,aunque no son de interés
en polietileno.

7.-PROPIEDADES DE PELICULAS Y CONSIDERACIONES DE MERCADO.

A.-Propiedades de películas.

Como hemos visto hasta aquí, el polietileno es una substancia molecular compleja de un amplio variante peso molecular y distribución de peso molecular, con más o menos estructura ramificada y más o menos catalizador incorporado, dependiendo de los métodos de manufactura. Hemos mostrado que las propiedades de los polímeros tienen un gran efecto sobre su extruibilidad en películas, lo cual resulta en una desorientada variedad de condiciones para extrusión y una variedad correspondiente de productos de películas disponible en el mercado.

Las aplicaciones más importantes en el campo de películas deben de de la densidad, transparencia, resistencia a la penetración por substancias químicas en forma líquida o gaseosa, calor de sellabilidad, propiedades favorables a baja temperatura y tensibilidad y propiedades térmicas, todas las cuales ya han sido discutidas.

Es difícil establecer propiedades generales para una película polimérica tan variada como el gran número de polietilenos. Aquí en este capítulo se resumen algunas propiedades generales para películas de polietileno de baja-media-y-alta densidad, ver tablas (3, 4, 5), seguidas por propiedades para dos películas especiales, ver tablas (6, 7).

La permeabilidad a vapores orgánicos (tales como olores y sabores) varía ampliamente y parece no seguir relaciones simples para-estructura o tamaño de la molécula pequeña, aunque en general las moléculas nopolares, compactas, planas, (p.ej. benceno) se difunden más rápidamente que las que no son planas, menos compactas y de peso molecular similar (p.ej. Ciclohexano y n-Hexano), y mucho más rápido damente que estas que tienen apreciables momentos dipolares (p.ej. Agua, Acetona, Propanol y 1,2-Dicloro etano.).

La variación en las propiedades de películas de polietileno -- pueden ser relacionadas a (1) pesos moleculares y distribución de especies de diferente peso molecular en el polímero, (2) proporción de material cristalino en el polímero, (3) textura de la película, es decir, distribución de tamaño, forma y arreglo de regiones cristalinas o amorfas, (4) cortas y largas ramificaciones de cadenas de las moléculas y (5) presencia de grupos de insaturación o grupos conteniendo Oxígeno.

Es improbable que cualquier propiedad funcional o mecánica de polietileno sea determinada solamente por alguno de estos parámetros. Estas propiedades son afectadas simultáneamente por todas ellas en alguna medida, sin embargo, se espera que ciertas propiedades físicas muestren una dependencia primaria en una de las características moleculares y de textura.

(1).--El peso molecular y la distribución de especies de varios pesos moleculares puede esperarse que primeramente afecte las propiedades tales como la resistencia a la tensión, punto de ruptura a baja temperatura y resistencia al escurrimiento, para estas propiedades involucra ya sea la cantidad de movimientos de los segmentos del polímero o la ruptura de la muestra. El porcentaje del material cristalino en el polímero tiene un menor efecto importante en estas propiedades. La viscosidad del polímero fundido está determinada primeramente por el peso molecular del peso promedio. El punto de ruptura a bajas temperaturas (es una medida de la flexibilidad a bajas temperaturas), es también importante el grado de cristalinidad y la textura de la muestra.

(2).--La proporción de material cristalino en la muestra polimérica (p.ej. porcentaje de cristalinidad) afecta primeramente las propiedades que están concernidas con ligeros movimientos de los segmentos del polímero, relativos uno a otro. Tales propiedades como la temperatura de ablandamiento, Módulo de Young en tensión, módulo de curvatura (relativo a la dureza), punto de producto (relativo a causar estiramiento en frío), dureza superficial, permeabilidad a-

vapores de agua y la sorción de gases y líquidos caen en esta categoría. La densidad del polímero es determinada primeramente -- por la cristalinidad. Las propiedades dinámicas mecánicas son -- significativamente afectadas por el porcentaje de cristalinidad de polietileno. Los materiales cristalinos tienen más alto dinámico módulo de corte y más altos puntos de fusión.

(3).--El tamaño y arreglo de las regiones cristalinas y las propiedades de las regiones entre los agregados cristalinos tienen efectos importantes sobre las propiedades de productos hechos de resinas de polietileno. Estas propiedades texturales de polietileno, en el estado sólido son determinadas no solo por las propiedades moleculares de polietileno sino también por las condiciones -- bajo las cuales la cristalización del polímero fundido ocurre. Las películas de polietileno las cuales tienen pequeños agregados --- cristalinos son más transparentes que las películas con grandes -- agregados. Las películas con los agregados preferentemente en una dirección dada se rompen fácilmente en esa dirección. La flexibilidad a baja temperatura y el esfuerzo al rompimiento de películas puede depender mucho de la naturaleza policristalina de la película.

(4).--La propiedad molecular importante que afecta el porcentaje de cristalinidad es el grado de ramificaciones de cadena corta. Las ramificaciones de cadena larga, en otro modo, no tienen efectos significativos en cristalinidad.

(5).--La presencia de insaturaciones y grupos conteniendo Oxígeno, tiene solo un efecto menor en las propiedades mecánicas de la película pero una relación importante en el enlazamiento y degradación a elevadas temperaturas o en el efecto de exposición a luz-Ultra-violeta y a las partículas de alta energía de radiación. La presencia de grupos conteniendo Oxígeno o residuos de catalizador tienen un efecto marcado sobre las propiedades eléctricas tales -- como factor de potencia y pérdida dieléctrica, pero no es de gran importancia en las aplicaciones de la película.

Revestimiento.--Dentro de las propiedades de las películas de polímero, incluiremos la del revestimiento de la película con otros materiales. Después de un tratamiento adecuado el polietileno puede ser cubierto con una variedad de revestimientos funcionales, de los cuales el más satisfactorio ha sido un copolímero de Cloruro de Polivinilideno, aplicado ya sea en solución o emulsión. Dos revestimientos altamente efectivos son los siguientes:

1.- Una emulsión de polímero consistiendo de un 87% de Cloruro de Vinilideno, 11% de Butil Acrilato y 2% de Acido Metacrílico para dar un buen balance entre las propiedades de bloque, adhesión y permeabilidad.

2.-Una formulación similar en las cuales Acrilonitrilo y ácido Itacónico son substituidos por los últimos ingredientes.

La tabla 7, muestra algunos datos comparativos para polietilenos de 1.5 milésimas en espesor de película, un revestimiento con formulación (1).

Una de las características deseables de polietileno es su excelente resistencia a la transmisión de vapor de agua, lo que lo hace un buen protector para alimentos tanto secos como húmedos. Esta permeabilidad de polietileno es complementada por la adición de una cobertura de protección .

De otro modo, su principal desventaja, la cual excluye su uso como una barrera efectiva de gas es su extremadamente alta permeabilidad al gas. La aplicación de un revestimiento baja la permeabilidad de polietileno al aire, Oxígeno y otros gases comunes a aproximadamente 5% del valor encontrado con películas sin revestimiento.

Ciertos Alimentos requieren una película de empacamiento que -- resista ataque por grasas, lubricantes y aceites. La 'pobre resistencia de la película de polietileno ordinario ha sido vencida por el revestimiento del polímero.

La protección de productos empaquetados, de contaminación por olores extraños penetrantes al empaque, también como la protección de materiales adjuntos de contaminación por olores de materiales dentro del empaque, es una falla de las películas de polietileno-comercial. Las pruebas efectuadas con sabores tales como clavos-de especias, vainilla y cebollas, también con vinagre, han mostrado que las películas de polietileno revestido son superiores a las películas de polietileno sin revestimiento.

Resumiendo, los revestimientos mejoran la apariencia de la película, propiedades referidas frecuentemente a superficie pulimentada, claridad y vida de impresión.

B.-Consideraciones de Mercado.

Para ser breves, en la tabla 8, veremos el consumo de películas de empacamiento de los años 1960-1968, que nos dan una idea del crecimiento en usos de la película de polietileno.

En la tabla 9, Mostraremos el consumo de películas de empacamiento durante los años 1965, 1968 y 1970, que también nos traen a la mente una valiosa idea de su utilidad y de su creciente uso.

Tabla. 3.

ALGUNAS PROPIEDADES DE POLIETILENO EN PELICULAS ^{a, b}

Propiedades.	D e n s i d a d e s			Método ASTM ^d
	Baja 0.910- 0.925	Media 0.926- 0.940	Alta 0.941- 0.965	
Claridad %	Transp.a Translúc.	Transp.a Translúc.	Transp.a Opaco	
Revestimiento in ² /lb	30000	29500	29000	
Resistencia a la Tensión , psi	1000-3500	2000-5000	30000-10000	D882-64T
Extensibilidad, %	225-600	225-500	5-400	D882-64T
Rango de tempera- tura de sellado, °F	250-350	260-310	275-310	
Permeabilidad de Agua: g/24 Hr-m ² (100° F, 90% hr.)	18	8-15	5-10	E96-63T Mét. 31
Oxígeno ml/mil-m ² -24 Hr-1 atm (73° F, 0% hr).	3900-13000	2600-2200	520-3900	D1434
Dióxido de Carbono ml/mil-m ² -24 Hr-1 atm. (73° F, 0% hr.)	7700-77000	7700-13000	3900-10000	D1434
Temp. máxima de uso (°F)	150	180-220	230	
Temp. mínima de uso (°F)	-60	-60	-60	
Coefficiente de fricción	0.30-0.50	0.30-0.50	0.30-0.50	

- (c).... Todos los valores son para películas con espesores de 1/1000 de pulgada.
- (b).... págs.164-165 The Science and Technology of polymer film Orville J. SWEETING tomo II-1971.
- (d).... Ver detalles, Cap.13 Vol.1 (Orville J. Sweeting)

Tabla. 4.

Velocidades de transmisión de gases para películas de polietileno de baja densidad^a.

	Espesores en pulgadas						
	0.001	0.0015	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006
Agua	1.4	0.93	0.7	0.46	0.35	0.28	0.23
Nitrógeno	180	120	90	60	45	36	30
Oxígeno	550	370	275	180	135	110	90
Helio	1225	820	610	410	305	240	205
Hidrógeno	1960	1300	980	655	490	390	325
CO ₂	2900	1940	1450	970	725	580	485
SO ₂	6200	4130	3100	2070	1550	1240	1035
Oxido de etileno	29300	19530	14650	9800	7375	5860	4900
Bromuro de etilo	79100	52730	39550	26370	19755	15850	13185

(a).... La velocidad de transmisión de vapor de agua está reportada en g/100 in²-24 Hr a una medición de 90% de Humedad relativa y a 100°F (método ASTM E 96-63T Procedimiento E) -- con una presión diferencial de 725 mm de Mercurio a través de la película . Los datos estan reducidos a temperatura y presión estandar.

Tabla 5.

Transmisión de aceites esenciales a través de una película de 2/1000 de pulgada para-polietileno baja densidad.

Aceite	g/100 in ² -24 Hr.
Vainillina	0.018
Metil-salicilato	1.150
Aceite de Coriandro	0.879
Aceite de nuez moseada	7.470
Aceite de limón.	14.241
Aceite de naranja	14.033
Aceite de toronja	16.756
Aceite de canela	2.262
Aceite de Geranio-	0.423

Tabla 6.

Propiedades de películas de polietileno de la "Special Glysar"

Propiedad	Designación de la película ^b		
	400 EH-30	300 EH-30	200 EH-30
Espesor aprox. 1/1000 in	0.75	1.00	1.50
Producto, in ² /lb	40000	30000	20000
Contracción a 212°F	25-35-	25-35	25-35
Nebulosidad %	2.5	3.0	3.0
Veloc. de Trans. de Vap. de agua, g/100 in ² 24 Hr.	1.1-1.3	0.8-1.	0.5-0.7
Resist. a la tensión psi	8000-10000	8000-10000	8000-10000
% de Elongación	120-150	120-150	120-150
Resist. a contracción psi, 212°F	350-400	350-400	350-400

- (a)....Película encogible Du Pont.
 (b)....Signos de codificación: primera serie de dígitos: Producto (400 EH-30 tiene un producto de 40000 in²/lb); la primera letra E=Polietileno; La segunda letra H=Encogible al calor; segunda serie de dígitos 30=no está tratado para impresión.

Tabla 7.

Propiedades comparativas para polietileno natural y polietileno con una capa de revestimiento .

	Polietileno revestido	Polietileno
medida	1.7 ^a	15
Producto, in ² /lb	17500	20000
Claridad	Excelente Transparencia	opaca Algo nebulosa
Permeabilidad al vapor de agua g/m ² -24 Hrs.	8.0	11.6
Permeabilidad al gas ml/m ² -24 Hr.-atm.		
Aire	10	1400
Oxígeno	150	6000
Resistencia al Clor, horas para detectar especia de clavo	2	0.03
Vainilla	6	0.07
Cebolla	>8	0.03
Vinagre	>8	0.07
Permeabilidad al aceite días de penetración		
Semilla de algodón	>90	25
Mineral	>90	4
Fuerza de calor de sellado, g/ 1.5 in, cobertura-cobertura, 300° F, 30 psi, 0.5 Seg, 75° F, 75 ^{hr}	2310	unión (> 2400)

- (a).... 0.2 milésimas de revestimiento por un lado (milésimas de Pulgada).

Tabla 3.

Consumo de películas de polietileno en empaque 1960-1968
(millones de libras).

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
Polietilenos	275	370	400	455	500	615	730	735	795
Celofanes	439	423	404	405	410	405	395	385	360
Vinilos	18	20	22	24	30	40	40	70	90
Polibromileno		3	15	25	28	40	45	50	55
"Sarans"	17	19	21	23	26	30	30	30	32
Poliésteres	8	8	10	10	10	20	20	20	20
Acetatos d'Celulosa	10	10	11	12	13	15	15	15	15
Poliestirenos	3	15	7	11	15	15	15	15	15
"Pliofilm"	12	13	14	15	15	15	15	10	7
Miscelaneos	2	2	3	3	4	4	5	8	10
Total usos en empaque	784	873	907	983	1051	1199	1310	1338	1409

Como podemos ver en esta tabla, el consumo de polietileno de los años 1960 con un 35% a los años de 1968 con un 56.5% en consumo total. A la fecha, el consumo de polietileno en películas de empaque ha rebasado para el año de 1971, el 56.5% del año de -- 1970, llegando a un 60% del mercado total, en la actualidad sigue creciendo la demanda de polietileno en usos de películas de empaque.

Tabla 9.

Consumo de películas de polietileno para empacamiento de los años 1965, 1968 y 1970- (millones de libras).

	1965	1968	1970
Empacamiento de alimentos.			
Bombones (dulces)	16	20	24
Pan, pastelillos	80	120	140
Galletas, bizcochos	5	5	9
Carne de aves, etc.	16	20	25
Productos frescos	145	140	165
Refrigerios	2	5	8
Fideos, macarrones	6	8	10
Cereales	3	7	9
Verduras secas	0	10	12
Alimentos refrigerados	14	28	40
Productos de lechería	8	10	13
Otros productos	<u>7</u>	<u>22</u>	<u>35</u>
Por el uso en alimentos.	310	390	490
Empacamiento en otros Prod. no alimenticios.			
Bolsas de envío; marina, aviación	80	90	100
Apuratos y tableros	40	60	85
Textiles	60	75	85
Papel	25	50	65
Lavanderías de limpieza en seco	60	60	90
Misceláneos	<u>40</u>	<u>45</u>	<u>60</u>
Total de Prod. no alimenticios empacados	305	400	485
Usos totales en empacamiento.	615	795	975

CAPITULO III

ALIMENTOS

III.- ALIMENTOS

Se entiende por alimento las sustancias que consumimos por tener hambre, las cuales son utilizadas adecuadamente en nuestro cuerpo; para su sostenimiento y proporcionar la energía que -- necesitamos para ir de un lugar a otro, para mantener la temperatura mínima debajo de la cual cesa la vida, proporcionar materiales de construcción para la producción y el reemplazo de los tejidos orgánicos, etc.

Los alimentos que consumimos y de los cuales obtenemos la energía necesaria para el desarrollo de nuestro cuerpo son:

Agua

Sal y otros compuestos inorgánicos.

Cereales y productos derivados de cereales.

Frutas, hortalizas, hongos, nueces.

Azúcares y almidones.

Grasas y aceites.

Carnes y productos derivados de la carne.

Productos lácteos y huevos.

Productos marinos alimenticios.

Bebidas te, café, mate, cacao, etc.

Bebidas alcohólicas y bebidas carbonatadas sintéticas.

Especias, condimentos, aceites esenciales.

Alimentos mixtos.

Cuando estos alimentos son consumidos de acuerdo a una dieta -- nos proporcionan la energía necesaria para el buen desarrollo de nuestro cuerpo.

Componentes de los alimentos.

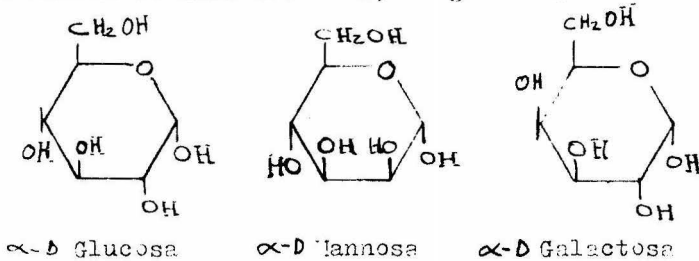
Los alimentos están compuestos por tres principales grupos de componentes, los cuales son: Los Carbohidratos, las proteínas, las Grasas y los derivados de los mismos.

Hay además un grupo de componentes minerales inorgánicos y un grupo diversificado de sustancias orgánicas presentes en proporciones relativamente pequeñas, estas incluyen sustancias -- como las vitaminas, las enzimas, los emulsificantes, los ácidos, los oxidantes, los antioxidantes, los pigmentos, los sabores, los minerales, y el agua, estos componentes están dispuestos de tal forma en los diferentes alimentos como para dar a estos su estructura, textura, sabor, color, y su valor nutritivo.

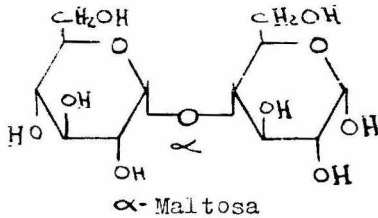
1.- LOS CARBOHIDRATOS.

Dentro de este grupo de componentes de los alimentos están los azúcares, las dextrinas, los almidones, las celulosas, las hemicelulosas, las pectinas y ciertas gomas.

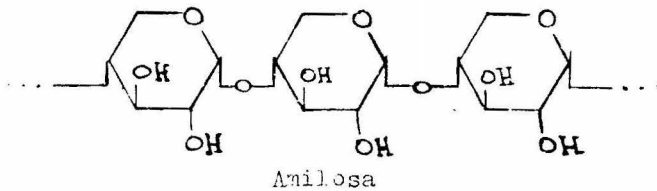
Los carbohidratos están compuestos por los elementos carbono, hidrógeno, y oxígeno; uno de los carbohidratos más sencillos es el azúcar de seis carbonos, la glucosa.



Estos azúcares simples cada uno contiene seis átomos de carbono, 12 átomos de hidrógeno, y seis átomos de oxígeno, las diferencias se encuentran en la asociación del oxígeno y del hidrógeno alrededor del anillo, esta diferencias en el arreglo -- de los elementos bastan para originar diferencias en la solubilidad, dulzura, velocidad de fermentación por microorganismos. Las unidades de glucosa pueden ser unidas eliminando una molécula de agua, siendo el resultado la formación de una molécula de un disacárido.



Un número mayor de unidades de glucosa, pueden ser ligadas a la manera de polímeros para formar polisacáridos.



Así los azúcares simples son los elementos de construcción de los polisacáridos más complejos, que van desde los disacáridos y trisacáridos hasta las dextrinas cuya cadena es intermedia y luego los almidones, las celulosas y las hemicelulosas, de las cuales las moléculas pueden contener varios centenares o más de las unidades sencillas del azúcar.

Así los disacáridos, las dextrinas, los almidones, las celulosas, las hemicelulosas, las pectinas, y las gomas que son formadas a base de azúcares simples o sus derivados, también pueden ser separados o hidrolizados para formar unidades más simples. Este rompimiento o digestión puede ser logrado por medio de ácidos o de determinadas enzimas que son catalizadores biológicos.

Los grupos químicamente reactivos de los azúcares, son los grupos $-OH$ hidroxilos, alrededor de la estructura anular, y, al abrir el anillo, el grupo $-C=O$ aldehído, y el grupo $-C=O$ beta-na.

Los azúcares que poseen grupos libres de aldehídos o cetonas - son azúcares reductores, los azúcares reductores en especial, pueden reaccionar con otros componentes de los alimentos como los aminoácidos de las proteínas, para formar compuestos que - afectan el color, el sabor, y, otras propiedades de los alimentos.

Los carbohidratos desempeñan un papel capital en la vida de -- los animales, vegetales, y en los alimentos, así tenemos que - ellos son producidos por el proceso de fotosíntesis, en las -- plantas verdes, pueden servir de componentes estructurales, como en el caso de la celulosa, pueden ser almacenados para re--servas de energías como en el caso del almidón en las plantas y del glucógeno del hígado en los animales, pueden funcionar - como componentes esenciales de los ácidos nucleicos, como en + el caso de la ribosa, y como componentes de vitaminas como la ribosa de la riboflavina, así mismo los carbohidratos pueden - ser oxidados para proporcionar energía, y en la sangre, la glucosa es una fuente inmediata de energía para los animales.

Algunas propiedades de los azúcares.

Todos los azúcares como la glucosa, la fructosa, la maltosa, - la sucrosa y la lactosa comparten las siguientes propiedades:

- 1.- Tienen dulzura por lo cual se usan.
- 2.- Son solubles en agua y forman jarabes.
- 3.- Por evaporación del agua, forman cristales.
- 4.- Proporcionan energía para la nutrición.
- 5.- Son fácilmente fermentados por los micro-organismos.
- 6.- Se usan como preservadores contra los micro-organismos a - altas concentraciones.
- 7.- Por calentamiento se oscurecen.

Algunas propiedades de los almidones.

Los almidones importantes en los alimentos son principalmente

de origen vegetal y tienen las siguientes características:

- 1.- No son dulces sino neutros.
- 2.- No se disuelven fácilmente en agua fría.
- 3.- Forman pastas y geles en agua caliente.
- 4.- Fuentes de energía de reserva en las plantas y la nutrición
- 5.- Estan presentes en semillas y tubérculos en forma de gránulos.
- 6.- Por su viscosidad se usan para espesar alimentos.
- 7.- Sus geles se emplean en postres.
- 8.- Sus geles son modificados por azúcares o ácidos.
- 9.- El desdoblamiento parcial de los alimentos produce las dextrinas.

Algunas propiedades de la celulosa y hemicelulosa.

Las celulosas y hemicelulosas son generalmente carbohidratos - resistentes al desdoblamiento.

- 1.- Son abundantes en el reino vegetal y actuan como soporte - en los tejidos vegetales.
- 2.- Son insolubles en agua fría o caliente.
- 3.- No son digeridas por el hombre.
- 4.- Pueden ser desdobladas en glucosa por ciertos micro-organismos y enzimas.
- 5.- Por unión de largas cadenas de celulosa, se obtienen fibras como el algodón y el lino.

Algunas propiedades de las pectinas y gomas.

Estos derivados del azúcar, generalmente estan presentes en -- las plantas en cantidades pequeñas.

- 1.- Las pectinas estan compuestas por cadenas de unidades que se repiten(pero las unidades son ácidos de azúcar más bien que azúcares simples).

- 2.- Estan presentes en las frutas y hortalizas y son gomosas - (se encuentran dentro de y entre las paredes celulares y - ayudan a mantener las células vegetales unidas).
- 3.- Son solubles en agua, especialmente en agua caliente.
- 4.- En solución coloidal, contribuyen viscosidad a la pasta de tomate y estabilizan las partículas finas en el jugo de naranja, impidiendo que se separen.
- 5.- En solución forman geles cuando se les agrega azúcar y ácido, y esta es la base de la fabricación de jaleas.
- 6.- Las pectinas y las gomas son añadidas a los alimentos a -- fin de espesarlos o estabilizarlos.

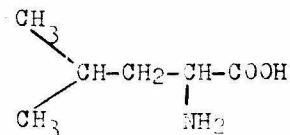
2.- PROTEINAS

Las moléculas de proteínas están compuestas principalmente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno; La mayoría de las proteínas contienen también algo de azufre y rastros de fósforo y otros elementos.

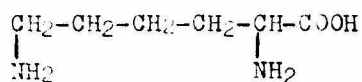
Las proteínas se encuentran en las plantas y animales, son esenciales a toda vida, en los animales, ayudan a formar estructuras de soporte y protección, tales como el cartílago, la piel, las uñas, el pelo y el músculo.

Las proteínas figuran entre los componentes principales de las enzimas y los anticuerpos, y de líquidos como la sangre, la leche y la clara de huevo.

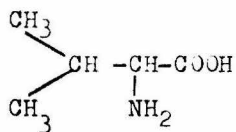
Las moléculas de proteínas están constituidas a base de unidades más pequeñas, que son los aminoácidos, estos aminoácidos - son polimerizados para formar cadenas largas, los aminoácidos característicos tienen las siguientes formulas:



Leucina

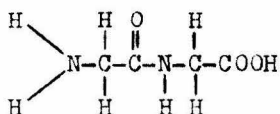


Lisina



Valina.

Los aminoácidos tienen el grupo $-\text{NH}_2$ ó amino y el grupo $-\text{COOH}$ carboxílico ligados al mismo átomo de carbono adyacente. Estos grupos son químicamente activos y pueden combinarse con ácidos bases y otros reactivos. Los grupos amino y carboxílico son -- básicos y ácidos respectivamente, el grupo amino de un aminoácido se combina fácilmente con el grupo carboxílico de otro, -- para dar una molécula de agua y la formación de un enlace peptídico.



Actualmente hay unos 22 diferentes aminoácidos reconocidos, -- de estos unos 10 son designados como aminoácidos esenciales, ya que no pueden ser sintetizados por el hombre o por los animales, sino que deben ser proporcionados como tales por los -- alimentos consumidos y los restantes son designados como no -- esenciales, entre los aminoácidos esenciales, están la leucina, arginina, histidina, isoleucina, lisina, metionina, fenilanina, triptófano y valina.

Las cadenas de proteínas pueden tener orientación paralela una a otra a la manera de las hebras de una cuerda, como en la lana, el pelo ó el tejido fibroso de una pechuga de pollo.

La configuración compleja y sutil de una proteína puede ser -- fácilmente alterada, no solo por agentes químicos, sino también por medios físicos; así una proteína puede existir en solu-

ción y ser convertida en gel o precipitado, esto le sucede a la clara de huevo cuando es coagulada por medio de calor.

Cuando la configuración molecular de una proteína se desnaturaliza, ya sea por medio de calor, sustancias químicas, excesiva agitación de las soluciones de proteína, con ácidos y álcalis estos cambios son fácilmente reconocidos, así cuando se calienta la carne, las cadenas de proteínas se encogen de manera que el bistec se encoge al cocerlo; cuando la leche se coagula por medio de ácido y calor, la proteína se precipita, lo cual nos da el cuajo.

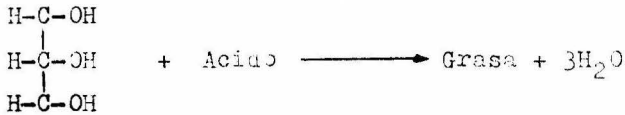
3.- LAS GRASAS

Las grasas son básicamente una fuente de combustible para el animal o la planta en que se encuentra, o para el animal que la come; la grasa no da fuerza estructural a los tejidos vegetales y animales.

La diferencia que existe entre los carbohidratos, las proteínas y las grasas es que los dos primeros son polímeros de unidades que se repiten.

Desde el punto de vista de nutrición, y como combustible las grasas contienen aproximadamente 2.25 veces el número de calorías contenidas en un peso base seco equivalente de carbohidratos y proteínas. Las grasas siempre se hallan en los alimentos naturales combinadas con otras sustancias, tales como las vitaminas A, D, E, y, K, solubles en grasa, los esteroides: el colesterol en las grasas animales y el ergosterol en las grasas vegetales, y ciertos emulsionantes grasos naturales, llamados fosfolípidos debido a la presencia del ácido fosfórico en sus moléculas.

La molécula típica de grasa consiste de glicerina combinada con tres ácidos grasos.



Glicerina

Hay unos veinte diferentes ácidos grasos que pueden ser ligados a la glicerina en las grasas naturales. Estos ácidos grasos difieren por la longitud de sus cadenas de carbono y por el número de átomos de hidrógeno en éstas cadenas.

Las moléculas de grasa pueden diferir en cuanto a la longitud de las cadenas de sus ácidos grasos, el grado de insaturación, la posición de determinados ácidos grasos en relación con los tres átomos de carbono de la glicerina.

Las moléculas de grasa no contienen forzosamente los tres hidroxilos de la glicerina sustituidos con ácidos grasos como en un triglicérido; cuando dos están sustituidos, la molécula es conocida como un diglicérido, y cuando la glicerina se combina con una sola molécula de ácido graso tenemos un monoglicérido, éstas dos últimas grasas tienen propiedades especiales como emulsificantes.

Las variaciones químicas de las grasas originan propiedades funcionales, nutritivas y de conservación, que difieren radicalmente, los ácidos grasos de cadena más larga dan grasas más duras, y los de cadena más corta producen grasas más suaves, la insaturación también produce grasas más suaves.

Un aceite es una grasa que es líquida a la temperatura del ambiente y es la base para la fabricación de grasas sólidas a partir de aceites líquidos.

Propiedades de las grasas.

- 1.- Se ablandan paulatinamente al ser calentadas, es decir, -- que no tienen punto de fusión definido.
- 2.- Cuando se siguen calentando, primero empiezan a hechar --- humo, luego llamaradas, y luego se queman, las temperatu-- ras en que éstos fenómenos ocurren son conocidos como el - punto de humeo, el punto flash, y el punto de fuego.
- 3.- Son rancias cuando son oxidadas o cuando los ácidos grasos son hidrólizados de la glicerina por las enzimas.
- 4.- Las grasas forman emulsiones con agua y aire.
- 5.- La grasa es un lubricante en los alimentos.

4.- OTROS COMPONENTES DE LOS ALIMENTOS

Mientras que a los carbohidratos, las proteínas y a las grasas se les considera como los principales componentes de los ali-- mentos debido a sus considerables cantidades, hay otros grupos de sustancias que desempeñan un papel importante, respecto a - sus pequeñas concentraciones; estos incluyen los emulsifican-- tes naturales, ácidos, oxidantes, antioxidantes, enzimas, pig-- mentos, sabores, vitaminas, minerales y el agua.

Emulsificantes naturales.

Los emulsificantes naturales son los materiales que mantienen a los glóbulos de grasa disueltos en el agua o las gotitas de agua dispersas en la grasa.

Los fosfolípidos emulsificantes son como las grasas estructu-- ralmente, pero contienen ácido fosfórico y además tienen un ex-- tremo polar o cargado eléctricamente (+, - en la parte inferior) y un extremo no polar ó sin carga eléctrica en la parte superi-- or, el extremo polar es atraído por el agua (es hidrofílico) y desea ser disuelto en agua, el extremo no polar o sin carga -- eléctrica es atraído por la grasa (hidrofóbico) y desea ser -- disuelto en grasa, aceite, siendo el resultado de una mezcla -

de agua y aceite, que el emulsificante disuelve la mitad de --
sí mismo en el agua y la otra mitad en el aceite.

Acidos orgánicos.

Las frutas contienen ácidos naturales tales como el ácido cí--
trico de las naranjas y limones, el ácido málico de las manza--
nas y el ácido tartárico de las uvas, estos ácidos dan áidez
a las frutas y disminuyen el proceso de la descomposición bac--
terial.

Oxidantes y Antioxidantes.

Las grasas, los aceites, y ciertos compuestos de sabor oleagi--
noso pueden ponerse rancios por la acción del oxígeno, que es
un oxidante y que se encuentra siempre presente dentro y alre--
dedor de los alimentos, ciertos metales como el cobre y el hi--
erro son fuertes promotores o catalizadores de la oxidación.

Un antioxidante, tiende a prevenir la oxidación, los antioxi--
dantes presentes en los alimentos incluyen la lecitina, la vi--
tamina E, y ciertos aminoácidos que contienen azufre.

Enzimas

Las enzimas son catalizadores biológicos que promueven la más
amplia variedad de reacciones bioquímicas, se encuentran como
grandes moléculas proteicas que como catalizadores, solo tie--
nen que estar presente en cantidades diminutas a fin de ser --
efectivas, las enzimas tienen la capacidad de disminuir la e--
nergía de activación de determinados sustratos. Logran esto al
combinarse provisionalmente con el sustrato para formar un com--
plejo de enzima y sustrato que es menos estable que el sustra--
to en sí, esta disminución de la energía de activación vence -
la resistencia a la reacción. El sustrato así excitado, descie--
nde a un nivel de energía aún más bajo al formar nuevos pro--
ductos de reacción y la enzima es liberada en el curso de la -

reacción sin que haya sufrido cambio alguno.

Algunas propiedades de las enzimas.

- 1.- En frutas y hortalizas vivientes, las enzimas controlan -- las reacciones asociadas con la maduración.
- 2.- Después de la cosecha, las enzimas continúan el proceso de maduración en muchos casos hasta llegar a la descomposición, al menos que sean destruidas por el calor, sustancias químicas u otros medios.
- 3.- Por el número de reacciones bioquímicas en que participan en los alimentos pueden ser responsables de los cambios de sabor, color, textura y propiedades nutritivas de éstos.
- 4.- El calentamiento, destruye los microorganismos e inactiva a las enzimas.

Pigmentos y Colores.

Uno de los atributos más agradables de un alimento es su color el cual, lo pueden adquirir por pigmentos vegetales y animales como la clorofila que da el color verde a la lechuga y a los - chicharos, el caroteno que da el color anaranjado a las zanahorias y el maíz, etc. No todo el color en los alimentos proviene de auténticos pigmentos vegetales y animales, una segunda - fuente de color deriva de la acción del calor sobre los azúcares, a esto se llama caramelización, como el color del pan que se tuesta, y el color moreno de los dulces de leche quemada.

Una tercera fuente de color, son los colores oscuros producidos por ciertas reacciones químicas recíprocas entre los azúcares y las proteínas y a esto se le llama reacción de encafeamiento o reacción de Maillard, en este caso un grupo aldehído o cetona de un azúcar reductor se combina con un grupo amino - de una proteína para producir un color obscuro.

Vitaminas.

Las vitaminas son sustancias orgánicas que deben ser suministradas a un animal en pequeñas cantidades, independientemente de los aminoácidos o ácidos grasos esenciales, si el cuerpo pudiera sintetizar una vitamina determinada, no habría ya necesidad de suministrarla, y entonces no sería vitamina.

Las vitaminas se dividen en dos grupos principales: las que son solubles en agua y las que son solubles en grasa.

Las vitaminas solubles en grasa son A, D, E, K, y su absorción por el cuerpo depende de la absorción normal de la grasa en la dieta. Las vitaminas solubles en el agua comprende a la vitamina C, y los diversos miembros del complejo vitamínico B.

Los minerales.

Los minerales son sustancias inorgánicas que son esenciales en la alimentación, los cuales deben ser proporcionados con los alimentos. Los minerales que nuestros alimentos deben proporcionar son fósforo, calcio, magnesio, manganeso, cobalto, hierro, cobre, sodio, cloro, potasio, yodo y fluoruro.

El agua.

Otro componente de los alimentos es el agua. El agua está presente en la mayoría de los alimentos naturales y constituye hasta el 70% de su peso y aún más, el agua puede afectar mucho la capacidad de conservación de los alimentos y éste es uno de los motivos por el cual se le extrae de ellos, ya sea parcialmente como en la evaporación y concentración, o casi totalmente como en la deshidratación.

El agua puede existir en los alimentos en varias formas como - agua libre en el caso del jugo de tomate, como gotitas de agua emulsionada en el caso de la mantequilla, como agua sujeta en geles coloidales en los postres gelatinosos, como una capa de - agua absorbida sobre la superficie de los sólidos, y como agua de hidratación.

5.- CONSERVACION DE LOS ALIMENTOS.

Debido a que la mayoría de los alimentos que consumimos son estables poco tiempo en el medio ambiente, existe la necesidad de conservarlos en un envase, éste envase debe ser un medio de conservación extraordinariamente útil para proteger a los alimentos contra el deterioro provocado por todas las fuentes que merman su calidad desde el lugar de producción hasta la mesa del consumidor.

Las principales características que debe cumplir un material para la conservación de los alimentos son:

- 1.- Que brinden protección física, Para evitar el aplastamiento del producto o las mallugaduras.
- 2.- Minimizar las pérdida o ganancia de humedad.
- 3.- Evitar La pérdida o ganancia de gases tales como oxígeno, bióxido de carbono y nitrógeno.
- 4.- Ser un material impermeable a los malos olores.
- 5.- Que evite la pérdida de sabor.
- 6.- Que evite la pérdida de grasas.
- 7.- Que evite cambios en el color.

El polietileno es uno de los materiales que más se usan en la conservación de los alimentos debido a que sus propiedades satisfacen los puntos 2, 3, y, 4 antes mencionados, y además por tener la propiedad de ser un material transparente y flexible también es usado con otros materiales para combinar sus propiedades y proporcionar un envase adecuado para la conservación de los alimentos, como puede verse en las figuras 4-7.

Los envases a base de film de polietileno son ampliamente usados en la conservación de frutas y hortalizas, tales como manzanas, peras, naranjas, zanahorias, rábanos, papas, cebollas, ce

rezas, etc., por las siguientes propiedades del polietileno.

- 1.- Impermeable al vapor de agua.
- 2.- Poco permeable al bióxido de carbono y al oxígeno.
- 3.- Por su tenacidad y flexibilidad a todas temperaturas de ---
almacenaje.
- 4.- Por su apariencia, no ser un material tóxico, ni oloroso.
- 5.- Bajo costo.

Más adelante veremos el envasado de manzanas y peras en sacos - fisiológicos y en bolsas de polietileno, la conservación de plátanos, la conservación de pescado, la conservación de huevos y la conservación de carne.



Figura 4) pavos en bolsas de polietileno



Figura 5) pan en bolsas de polietileno.



Figura 6) frutas en bolsas de polietileno.



Figura 7) carne en bolsa de polietileno y celofán

6.- CONSERVACION DE FRUTAS EN ATMOSFERAS CONTROLADAS, EN BOLSA DE POLIETILENO.

Frutas como las peras y manzanas, después de ser cosechadas, aún tienen sistemas respiratorios vivientes que requieren oxígeno del aire para su respiración continua, la que acaba por ablandar y quebrantar sus tejidos provocando la maduración. Este proceso de maduración en las peras y manzanas se hace más lento si se disminuye la cantidad de oxígeno y se enriquece el ambiente con bióxido de carbono, a esto se le conoce como una atmósfera controlada. Inicialmente este tipo de atmósfera se lograba en grandes cuartos acondicionados de tal manera para una temperatura baja y la concentración de gases deseada por medio de refrigeración y de aparatos estabilizadores de la atmósfera.

En la actualidad se siguen usando éstos cuartos pero poco a poco se han visto desplazados por las bolsas de polietileno para lograr las atmósferas controladas en empaques de polietileno, siendo éstas de dos clases, las envolturas fisiológicas, y las bolsas con ventana de difusión; éstos empaques nos permiten automáticamente obtener la composición deseada de la atmósfera de conservación, por la permeabilidad del polietileno al oxígeno y al bióxido de carbono que resultan de la respiración de las frutas.

Envolturas Fisiológicas.

Las envolturas fisiológicas son envolturas especiales de polietileno que tienen la propiedad de ser permeables al bióxido de carbono, y al oxígeno, se les conoce con éste nombre porque ejercen sobre las frutas una acción fisiológica comparable a la del frío.

Descripción de las envolturas fisiológicas.

Las envolturas fisiológicas son saquitos de polietileno con espesores bien definidos (poco más o menos 50 micrones 5×10^{-3} cm) y desprovistos de toda perforación, estos saquitos forman alrededor de las manzanas o de las peras una especie de cilindro - con un diámetro un poco superior al de las frutas, las cuales se encuentran en su interior en fila de lado a lado, estando los extremos de éstos sacos cerrados como se muestra en la figura no. 9.

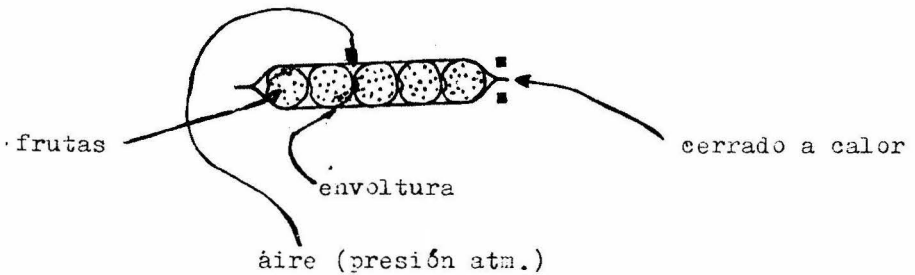


Figura 9.

Por lo práctico estos sacos se hacen para contener más o menos un kilogramo de manzanas o peras, lo cual origina una superficie de empaque de unos 1200 centímetros cuadrados por kilogramo de fruta. Para que las envolturas fisiológicas den una mejor conservación, hay que seleccionar y almacenar las manzanas o peras de acuerdo a las siguientes reglas:

- Almacenar frutas de una sola variedad y en buen estado.
- No almacenar frutas demasiado calientes, sino que hay que enfriarlas hasta la temperatura del almacenaje considerado.
- Cierre hermético en la soldadura de los saquitos.
- Evitar durante el almacenaje, transporte ó venta temperaturas demasiado fluctuante para evitar el problema de la condensación del agua en las envolturas.

Funcionamiento.

La atmósfera interna de la envoltura (inicialmente aire), tiene de a empobrecerse en oxígeno y a enriquecerse en bióxido de -- carbono por la respiración de las frutas, lo cual origina la - difusión en sentidos opuestos del oxígeno y del bióxido de carbono a través de la envoltura de polietileno. La evolución de la composición de la atmósfera en la envoltura, depende directamente de la difusión del oxígeno y del bióxido de carbono resultante de la respiración de las frutas, como se muestra en - la figura no. 10.

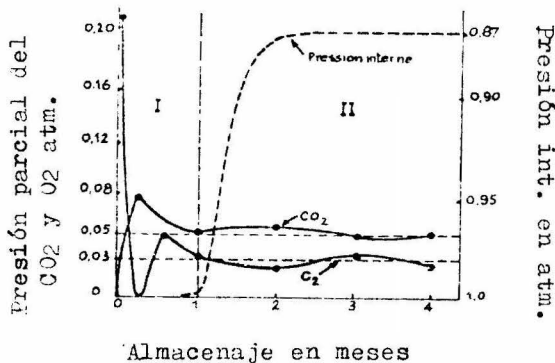


Figura 10.- esta figura presente los cambios en la evolución - durante el almacenaje a 15^o C, de las presiones parciales del oxígeno y del bióxido de carbono, y de la presión atmosférica dentro de la envoltura.

En esta figura se distinguen dos fases evolutivas esenciales: La fase transitoria (I) que es más corta y es durante la cual, la presión parcial del oxígeno pasa por un valor máximo y mínimo y el bióxido de carbono se acerca a una presión de 0.08 atm (máximo).

La segunda fase estacionaria (II) esta fase se caracteriza por que dura más y por la casi estabilización de las presiones par

ciales del oxígeno y del bióxido de carbono a 0.03 atm y 0.05 atm respectivamente, en esta fase la respiración de las frutas y la difusión del oxígeno, y bióxido de carbono se encuentran prácticamente equilibradas.

Las envolturas fisiológicas ejercen sobre las frutas dos acciones sucesivas al principio (fase I) un frenaje enérgico de la respiración bajo el efecto de concentraciones extremadamente débiles en oxígeno y de fuertes concentraciones de bióxido de carbono, enseguida (fase II) una estabilización de la actividad respiratoria gracias a la conservación de una atmósfera de composición conveniente en oxígeno y bióxido de carbono.

El volumen de la envoltura se ve disminuido al principio, por el enrarecimiento del oxígeno interior y enriquecimiento del bióxido de carbono, lo cual origina a su vez un aumento en la presión parcial del nitrógeno interno, el cual tiende a escapar de la bolsa por difusión provocando a la misma su volumen original, por el paso del oxígeno hacia la envoltura, que es el que controla.

Características de permeabilidad en las envolturas fisiológicas.

La permeabilidad de la envoltura fisiológica de polietileno al bióxido de carbono y al oxígeno debe ser determinada tomando en cuenta la superficie y el espesor de la envoltura y las dos características específicas del polietileno, que son:

$P = P_{CO_2} / P_{O_2}$ producto de la permeabilidad del polietileno o producto de selectividad al bióxido de carbono y al oxígeno.

P_{CO_2} permeabilidad del polietileno al bióxido de carbono.

S superficie de la envoltura.

E espesor de la película.

La determinación de ρ y P_{CO_2} , resulta de consideraciones fisiológicas.

a).- Relaciones fundamentales entre las características de permeabilidad del polietileno y la intensidad respiratoria de las frutas.

Si consideramos un kilogramo de fruta que se va a almacenar en una bolsa de polietileno, y designando como x , y las presiones parciales del oxígeno y del bióxido de carbono dentro de la bolsa respectivamente, llamando a R_{CO_2} y R_{O_2} ($cm^3/kg \times dia$) la intensidad de emisión de bióxido de carbono y de absorción de oxígeno por las frutas (consideradas como constante), y considerando que las cantidades de bióxido de carbono y de oxígeno que se difunden a través de la envoltura de polietileno representan los cambios respiratorios de las frutas se puede escribir :

$$R_{CO_2} = \frac{S}{E} P_{CO_2} \text{ y } \dots\dots\dots 1$$

$$R_{O_2} = \frac{S}{E} P_{O_2} (0.21 - x) \dots\dots\dots 2$$

Siendo las unidades :

- E = cm.
- S = cm^2
- P_{O_2} = $\frac{cm \text{ de oxígeno difundido}}{cm^2 \times cm \times dia}$

Dividiendo 1 entre 2

$$\frac{R_{CO_2}}{R_{O_2}} = \frac{P_{CO_2} \text{ y } \dots\dots\dots 3}{P_{O_2} (0.21 - x)}$$

Sabemos que $\rho = \frac{P_{CO_2}}{P_{O_2}}$, por lo cual

$$\frac{R_{CO_2}}{R_{O_2}} = \frac{y \cdot p}{(0.21 - x)}$$

Haciendo:

$$\frac{R_{CO_2}}{R_{O_2}} = Q.R. \text{ (cociente respiratorio)}$$

Tenemos que:

$$Q.R. = \frac{y \cdot p}{(0.21 - x)}$$

De donde

$$p = \frac{(0.21 - x)}{y} \cdot Q.R. \dots\dots\dots 4$$

Esta relación señala que el producto de selectividad del polietileno esta ligado al cociente respiratorio de las frutas dentro de la atmósfera considerada ($O_2 = 3\%$ y $CO_2 = 5\%$), por lo cual:

$$p = \frac{(0.21 - 0.03)}{0.05} \cdot Q.R.$$

$$p = 3.6 \cdot Q.R.$$

Selección de la permeabilidad del polietileno P_{CO_2}

Seleccionando un valor del producto de selectividad del polietileno como la media de la desigualdad $3.6 \cdot p < 5.4$, lo cual da aproximadamente un valor de $p = 4.3$, el cual se puede considerar como constante en el intervalo de $0 - 15^\circ C.$, y tomando la ecuación 2 para nuestros cálculos, ya que una concentración de oxígeno de 0.03 atm dentro de la envoltura debe ser garantizada, con el fin de evitar el deterioro, sustituyendo $x = 0.03$ y

$$P_{CO_2} = P_{CO_2} / p, \text{ en la ecuación 2.}$$

Resulta que:

$$R_{o_2} = \frac{S}{E} \cdot \frac{P_{co_2}}{P} (0.21 - 0.03)$$

$$R_{o_2} = \frac{S \cdot P_{co_2}}{E \cdot P} (0.18)$$

de donde

$$P_{co_2} = \frac{E \cdot P \cdot R_{o_2}}{S \cdot 0.18} \dots\dots\dots 5$$

Sustituyendo dentro de esta ecuación:

$$S = 1200 \text{ cm}^2$$

$$E = 5 \times 10^{-3} \text{ cm.}$$

$$P = 4.3$$

$$P_{co_2} = 10^{-4} R_{o_2} \dots\dots\dots 6$$

En lugar de la ecuación anterior se utiliza para los cálculos la ecuación 7 que resulta de operaciones algebraicas a partir de la ecuación anterior.

$$P_{co_2} = 10^{-4} \frac{R_{co_2}}{Q.R.} \dots\dots\dots 7$$

La relación antes citada nos obliga a usar datos biológicos del cociente respiratorio Q.R., y de la intensidad de emisión de bióxido de carbono por las frutas R_{co_2} .

El cociente respiratorio de manzanas o de peras mantenidas dentro de una atmósfera demasiado pobre en oxígeno (2 ó 3%) y con concentraciones de (3 ó 5%) de bióxido de carbono a temperaturas variantes de 0-15 grados Centígrados, esta comprendido entre I y 1.5 lo cual origina que el producto de selectividad del polietileno destinado a la fabricación de envolturas fisiológi--

cas deban satisfacer la doble desigualdad $3.6 < P < 5.4$, se ha observado que el producto de selectividad del polietileno tiene de un poco a decrecer cuando la temperatura aumenta $P_{0^{\circ}\text{C}} < 5.4$ $P_{15^{\circ}\text{C}} > 3.6$.

Valores de P_{CO_2} ($\text{cm}^3 \times \text{cm} / \text{cm}^2 \times \text{dia} \times \text{atm}$), y R_{CO_2} ($\text{cm}^3 / \text{kg} \times \text{dia}$), para manzanas golden delicious a diferentes temperaturas se muestran en la siguiente tabla.

Temperatura $^{\circ}\text{C}$	0	3	7	12	15
R_{CO_2}	33	40	55	75	95
$10^4 P_{\text{CO}_2}$	27	33	46	62	79

Valores de R_{CO_2} ($\text{cm}^3 / \text{kg} \times \text{dia}$), y de P_{CO_2} ($\text{cm}^3 \times \text{cm} / \text{cm}^2 \times \text{dia} \times \text{cm}$) para diferentes variedades de manzanas conservadas en frio se muestran en la siguiente tabla.

Variedad	Temp $^{\circ}\text{C}$	R_{CO_2}	$10^4 P_{\text{CO}_2}$
Reine des Reinettes	4	55	46
Belle de Boskoop	4	40	33
Galville Blanc	4	40	33
Red Delicious	0	35	29
Golden Delicious	0	33	27
Starking Delicious	0	23	19

Se ha encontrado un polietileno que tiene las siguientes características:

$$\text{a } 0^{\circ}\text{C} : P_{\text{CO}_2} = 29 \times 10^{-4} \text{ (cm}^3 \text{ x cm / cm}^3 \text{ x dia x atm)}$$

$$P = 4.5$$

$$\text{a } 15^{\circ}\text{C} : P_{\text{CO}_2} = 65 \times 10^{-4} \text{ (cm}^3 \text{ x cm / cm}^2 \text{ x dia x atm)}$$

$$P = 3.8$$

Sacos de ventana de difusión.

Otra manera de lograr una atmósfera controlada con una composición de oxígeno de 2-3% y de 3-5% de bióxido de carbono en contacto con manzanas o peras es por medio de sacos con una ventana de difusión.

Descripción de los sacos.

Los sacos de ventana de difusión son sacos de polietileno, los cuales pueden tener una capacidad de 5 a 600 Kg de frutas y se les conoce bajo el nombre de sacos AC-500; estos sacos llevan una ventana de difusión a los gases: Oxígeno, Bióxido de Carbono y Nitrógeno, la cual va estrechamente sellada sobre la envoltura de polietileno, esta ventana esta hecha de un tejido de nylon de mallas muy finas y cubierta con una capa angosta y regular de más o menos 90 micrones de un elastómero de silicona de Dimetil Policiclohexano.

La función principal del saco de polietileno a excepción de la ventana, debe ser la de estancar los gases en su interior, este saco esta provisto de un pequeño orificio calibrado para facilitar la igualdad de las presiones internas y externas, después de que el saco es cerrado.

En la figura 11a,b,c, se muestran unidades en sus distintas etapas de llenado, observandose que los bordes estan arremanga

dos hasta la parte inferior como se muestra en la figura a, y de inmediato se procede al cargamento de manzanas o peras en cajas y se cubren, desenrollando el costal como se muestra en la figura b, y por último el saco se cierra con una ligadura tal y como se indica en la figura c.

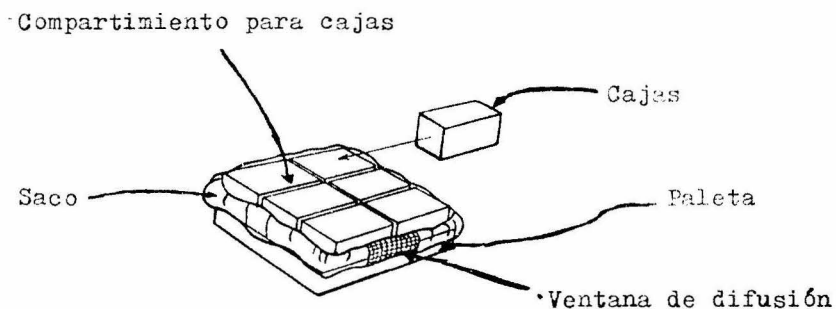


Figura 11 a.

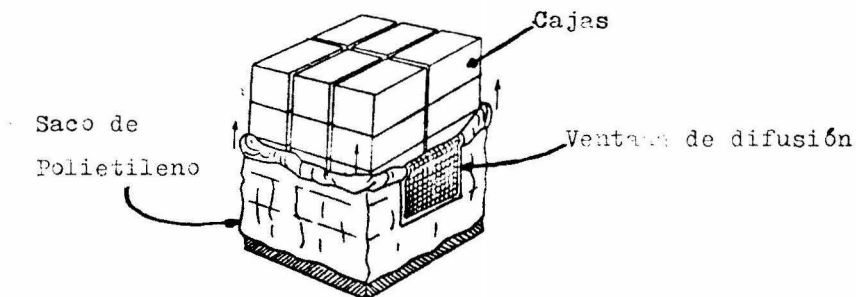


Figura 11 b.

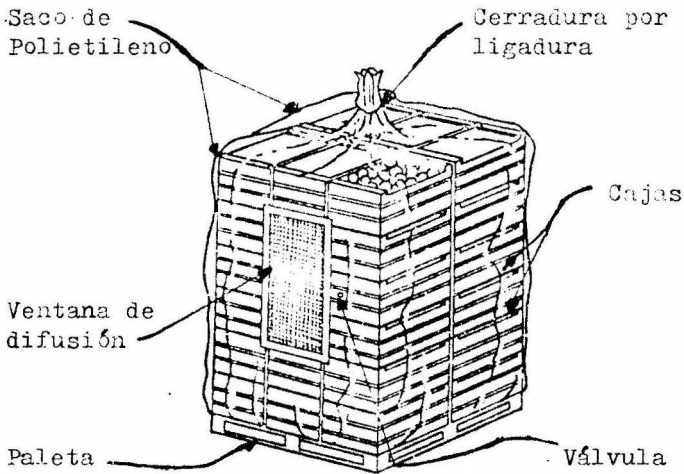


Figura 11 c.

Funcionamiento.

Cuando los sacos son cerrados, el oxígeno se rarifica y el bióxido de carbono se acumula por la respiración de las frutas -- (manzanas o peras), y la presión interna tiende a bajar, esto provoca la entrada de aire por el orificio igualador de presiones y la salida de bióxido de carbono por difusión a través de la ventana de elastómero, despues de cierto tiempo, la atmósfera del saco se estabiliza teniendo más o menos la composición siguiente: 3% de oxígeno, de 3 a 5% de bióxido de carbono, y de 92 a 94 de nitrógeno.

En la figura 12 se muestra la evolución de las concentraciones de oxígeno y bióxido de carbono dentro de una unidad de gran capacidad conteniendo manzanas Golden Delicious conservadas en frío (1 - 2°C).

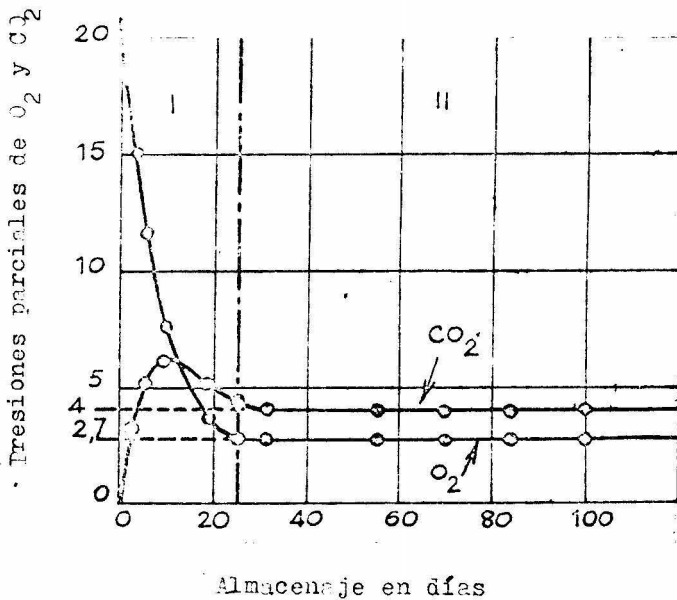


Figura 12.

En esta figura se distinguen dos fases evolutivas esenciales: Fase transitoria fase I.- Es la fase más corta y se caracteriza por que la concentración de oxígeno baja lentamente y la concentración de bióxido de carbono pasa por su valor máximo de 6-7%.

Fase estacionaria. Fase II.- Esta fase es más lenta y se caracteriza por la casi estabilización gaseosa de 3% de oxígeno y 4% de bióxido de carbono.

Las igualdades siguientes muestran el funcionamiento del empaque conteniendo frutas (manzanas o peras).

Emisión de bióxido de carbono de las frutas=parte por difusión de bióxido de carbono a través de la ventana durante el mismo tiempo.

Absorción de oxígeno por las frutas = entrada de oxígeno por -
difusión a través de la ventana de difusión, más entrada por -
derramamiento de aire a través del orificio igualador de presi-
ón durante el mismo tiempo.

Características de permeabilidad de la ventana de difusión.

La permeabilidad de la ventana de difusión al bióxido de car-
bono resultante de la respiración de las frutas (manzanas o --
peras), y al paso del aire que lleva al oxígeno para la respi-
ración depende de:

$$\text{El producto: } \frac{\text{Superficie de la Ventana S}}{\text{Masa total de las frutas M}}$$

Los productos de selectividad para la difusión del bióxido de
carbono, del oxígeno, y del nitrógeno a través del tejido endu-
recido de elastómero.

$$P = \frac{\text{Permeabilidad al bioxido de carbono}}{\text{Permeabilidad al oxígeno}}$$

$$P' = \frac{\text{Permeabilidad al bióxido de carbono}}{\text{Permeabilidad al nitrógeno}}$$

La permeabilidad al bióxido de carbono por el tejido endureci-
do de elastómero, se define como la cantidad de gas que se di-
funde por unidad de superficie, de tiempo, y de presión dife-
rencial.

Relaciones fundamentales entre las características de permeabi-
lidad del elastómero y la intensidad respiratoria de las fru-
tas.

Designando por X_0, Y_0, Z_0 , atm, las presiones parciales del bió-
xido de carbono, oxígeno y nitrógeno dentro de los secos, cuan-
do la atmósfera está estabilizada y R_{CO_2} y R_{O_2} , la intensidad

de emisión de bióxido de carbono y absorción de oxígeno, por las frutas respectivamente y llamando π_{CO_2} , π_{O_2} , π_{N_2} , las permeabilidades del tejido de silicón por la difusión del bióxido de carbono, oxígeno, y del nitrógeno en $(cm^3/cm^2 \times dia \times atm)$ - se tiene:

$$R_{CO_2} = \frac{S}{M} (\pi_{CO_2} - X_0)$$

$$R_{O_2} = \frac{S}{M} \pi_{O_2} (0.21 - Y_0) + 0.25 \frac{S}{M} \pi_{N_2} (Z_0 - 0.79)$$

En estas expresiones la superficie S de la ventana esta expresada en centímetros cuadrados y la masa de las frutas en kilogramos. Haciendo el producto de las ecuaciones anteriores se encuentra:

Q.R. = Cociente respiratorio.

$$Q.R. = \frac{X_0 \cdot P \cdot P^1}{P(0.21 - Y_0) + 0.25(Z_0 - 0.79) P}$$

Debiéndose cumplir que $X_0 + Y_0 + Z_0 = I$

Determinación de las características de permeabilidad de la ventana de difusión.

El cociente respiratorio (Q.R.) para manzanas Golden Delicious esta comprendido entre 1 y 1.5, por lo cual se debe satisfacer la siguiente desigualdad.

$$1 \leq \frac{X_0 \cdot P \cdot P^1}{P(0.21 - Y_0) + 0.25(Z_0 - 0.79) P} \leq 1.5$$

Los productos de selectividad al paso de los gases en el caucho de silicón estan fuertemente influenciados por la temperatura y aumenta a baja temperatura para ciertas membranas de elastómeros P y P^1 tienen valores aproximados a:

$$\begin{aligned} \text{A } 0^{\circ}\text{C} \quad p &= 9.5 \quad \text{y} \quad p^1 = 20 \\ \text{A } 15^{\circ}\text{C} \quad p &= 6 \quad \text{y} \quad p^1 = 12 \end{aligned}$$

Estas membranas convienen perfectamente para la elaboración de las ventanas de acuerdo a las siguientes composiciones en la atmósfera de la bolsa.

$$\begin{aligned} \text{A } 0^{\circ}\text{C} \quad \text{O}_2 &= 3\% \quad \text{y} \quad \text{CO}_2 = 3\% \quad (\text{es decir } X_o = Y_o) \\ \text{A } 15^{\circ}\text{C} \quad \text{O}_2 &= 3\% \quad \text{y} \quad \text{CO}_2 = 5\% \quad (\text{es decir } X_o \neq Y_o) \end{aligned}$$

En la práctica se determina solamente el producto $S/M = \frac{1 \cdot R_{\text{CO}_2}}{X_o \cdot \pi_{\text{CO}_2}}$

La permeabilidad de los cauchos de silicón al bióxido de carbono están poco influenciados por la temperatura entre 0 y 15 grados Centígrados, el valor de π_{CO_2} puede ser considerado como constante. Por otra parte los cálculos pueden hacerse tomando por X_o , la cantidad media entre 0.03 y 0.05 atm., lo cual da 0.04 atm, con lo cual tenemos:

$$\frac{S}{M} = 25 \frac{R_{\text{CO}_2}}{\pi_{\text{CO}_2}}$$

Dando una membrana de permeabilidad conocida π_{CO_2} , es posible determinar la superficie de la ventana a utilizar por unidad de peso de las frutas para una variedad, y una temperatura de conservación dada, tomando los valores de R_{CO_2} para diferentes variedades, las cuales se encuentran en la siguiente tabla.

Variedad	Temp °C	R_{CO_2} (cm ³ / kg x día)
Belle de Boskoop	4	40
Calville blanc	4	40
Golden Delicious	4	43
Godel Delicious	0	33
Red Delicious	0	35
Starking Delicious	0	23



QUIMIA

7.- CONSERVACION DE PLATANOS

Las distancias que deben recorrer los plátanos desde los lugares de cosecha hasta los centros de consumo, sin refrigeración provoca su maduración y pudrición, debido a que esta fruta produce una considerable cantidad de etileno, el cual promueve la maduración en frutas menos maduras.

Si los plátanos son empacados en bolsas de polietileno permanecen duros y verdes por lo menos 6 días más que sin bolsa, adicionando thiabendazole en agujas para controlar el *Cladosporium musarum*, que es el principal organismo que invade a los plátanos.

Scott, observo en sus trabajos sobre la conservación de plátanos en bolsas de polietileno por más de 14 días, que algunos plátanos se suavizaban en la bolsa, y su corteza permanecía verde, pero al removerla, la pulpa se caía, esta condición de maduración fue una importante forma de deterioración por almacenamiento prolongado, debido al etileno producido por los plátanos, para retardar esta fenómeno uso permanganato de potasio, hidroxido de calcio, para reducir al etileno, y al dióxido de carbono producido por los plátanos en la atmósfera de la bolsa de polietileno.

En los trabajos realizados por Scott en dos variedades de plátanos (Williams y Cavendish), llevo los siguientes controles, Los plátanos fueron bañados en una solución al 0.1% de thiabendazole, y empacados en bolsas de polietileno de 0.0015 pulgadas de espesor, y sometidos a los siguientes tratamientos:

- 1.- Bolsa de polietileno sellada.
- 2.- Bolsa de polietileno sellada, conteniendo permanganato de potasio.
- 3.- Bolsa de polietileno sellada conteniendo hidróxido de calcio.

4.- Bolsa de polietileno sellada conteniendo permanganato de potasio, e, hidroxido de calcio.

Los resultados de estos tratamientos son los que se muestran en la siguiente tabla.

COMPOSICION DE LA ATMOSFERA EN LA BOLSA DE POLIETILENO CONTENIENDO PLATANOS.

PLANTACION	ABSORBENTES	RANGO DE CONCENTRACION	
	ETILENO P.P.M.	BIOXIDO DE CARBONO %	OXIGENO %
Plantación I	0.06-7.9	2.3-20.7	1.6-10.0
Plantación 2	0.06-8.5	4.1-17.9	1.7- 9.0
HIDROXIDO DE CALCIO			
Plantación I	0.06-8.9	1.3- 6.0	1.2-16.3
Plantación 2	0.07-6.1	1.4- 9.5	1.2- 5.0
PERMANGANATO DE POTASIO			
Plantación I	0.004-0.93	3.2-10.0	1.2-14.6
Plantación 2	0.004-0.054	4.5- 5.9	1.5- 8.5
HIDROXIDO DE CALCIO + PERMANGANATO DE POTASIO			
Plantación I	0.007-0.032	1.3- 2.2	4.6-14.4
Plantación 2	0.005-0.078	1.6- 5.5	1.9-11.2

De esta tabla se observa que los plátanos que fueron colocados en las bolsas de polietileno sin ningún absorbente, el etileno fue detectado en todas las bolsas en mayor concentración, en comparación con las que tenían absorbente; las bolsas que tenían permanganato de potasio, la concentración de etileno disminuyo, y las bolsas que tenían hidroxido de calcio, la concentración del bióxido de carbono se reducía, manteniéndose un am

plio rango en la concentración del oxígeno en todos los tratamientos.

La siguiente tabla muestra los valores medios de firmeza de -- los plátanos contenidos en bolsas de polietileno con absorbentes.

ABSORBENTE Y PLANTACION	F I R M E Z A		
	16 días	29 días	38 días.
Plantación I	25.5	6.0	3.0
Plantación 2	28.0	20.0	5.5
HIDROXIDO DE CALCIO			
Plantación I	20.0	12.0	3.0
Plantación 2	37.0	10.5	4.0
PERMANGANATO DE POTASIO			
Plantación I	34.5	27.5	22.0
Plantación 2	37.5	35.0	33.5
HIDROXIDO DE CALCIO + PERMANGANATO DE POTASIO.			
Plantación I	34.0	39.5	15.5
Plantación 2	37.5	31.0	13.0
CONTROL II			
Plantación I	11.0		
Plantación 2	6.0		

Los resultados de esta tabla, fueron hechos en unidades arbitrarias.

De la tabla anterior se puede observar que las bolsas de polietileno retrasan el ablandamiento de los plátanos, pero que no hay gran diferencia entre éstos tratamientos durante los primeros 16 días de almacenamiento, después de los 29 días de alma-

cenamiento, los plátanos en bolsas de polietileno llevando un absorbente de etileno fueron más firmes que los otros, y, ésto fue más pronunciado después de 38 días de almacenamiento, observándose que a partir de éste período el permanganato de potasio, es más efectivo solo que con hidroxido de calcio.

8.- CONSERVACION DE PESCADO.

La obtención de pescado para alimento constituye un fenómeno único debido a su rápida descomposición y a las grandes distancias a las cuales los barcos deben alejarse de las playas para su pesca, lo cual origina su permanencia a bordo por dos a --- tres semanas antes de llevarlos a los centros de consumo, debido a que el pescado empieza a deteriorarse desde que es sacado del agua, el método más usado para su conservación es mantener lo a baja temperatura mediante la adición de hielo, lo cual lo conserva por una o dos semanas antes de que sea consumido, en la actualidad esta técnica de conservación se ha mejorado usando bolsas de polietileno para su conservación, las cuales se cubren con hielo para mantener una temperatura baja, que es la adecuada para la conservación, observándose que el deterioro - que sufre el pescado varía según el tipo de pescado involucrado, la temperatura de almacenamiento, y la naturaleza del material de empaque.

Así el bacalao envasado en bolsas de polietileno de diferentes espesores y temperatura de almacenamiento, el deterioro que sufre el bacalao se relaciona con la permeabilidad que presenta el film de polietileno al paso del oxígeno.

De estudios hechos sobre la conservación de bacalao en bolsas de polietileno de 20, 30, 40, 50, y 100 micras de espesor, con las siguientes permeabilidades 3,600, 2,100, 1800, 1500, y 500 (ml. de oxígeno/m² /24hr.), se observa que la mejor conserva--

ción se logra con un film de 20 micras de espesor, presentándose durante los tres primeros días de almacenamiento cambios -- muy ligeros para todos los film, lo cual se atribuye a que, durante este período las bacterias utilizan el oxígeno del aire inicialmente presente en la bolsa, una vez que este oxígeno es consumido la permeabilidad que presenta el film de polietileno al paso del oxígeno comienza a jugar un papel importante durante la conservación, ya que después de 6 días de almacenamiento a cero grados Centígrados, diferentes desperdicios aparecieron observándose que la concentración de trimetilamina, la cual da el olor característico al pescado era baja con respecto a los otros espesores, para una película con un espesor de 20 micras y una permeabilidad de 3,600 (ml. de oxígeno/m²/24 hr.), esto se debe a la excelente aereación de la bolsa, ya que una degradación aeróbica se lleva a cabo.

9.- CONSERVACION DE HUEVOS.

Debido a la alta producción de huevos durante la primavera, éstos tienen que almacenarse para su consumo en otra época del año, pero la facilidad con que el huevo pierde bióxido de carbono a través del cascarón poroso presenta un problema para su conservación. Se ha visto que la temperatura óptima de almacenamiento es -1^o Centígrado, en una atmósfera de bióxido de carbono a fin de disminuir las pérdidas de éste gas, o bañarlos con un aceite mineral ligero y que este cierra los poros de la cáscara retardando así la pérdida de bióxido de carbono, como de humedad, o usando bolsas de polietileno, por la permeabilidad que presenta el film de polietileno al paso de bióxido de carbono y humedad, los resultados de los trabajos realizados por Hughes sobre la conservación de huevos en bolsas de polietileno, se muestran en la siguiente tabla.

EFEECTO DE UN FILM DE POLIETILENO SOBRE ENVOLTURAS DE PAPEL EN LA CALIDAD INTERNA DE HUEVOS A 12.8 y 23.9°C, POR CUATRO Y OCHO DIAS.

TRATAMIENTO	CALIDAD INTERNA DE LOS HUEVOS	
	CON POLIETILENO	SIN POLIETILENO
4 días		
12.8°C	80.17 ± 0.48	78.36 ± 0.59
23.9°C	72.16 ± 0.64	63.54 ± 0.62
8 días		
12.8°C	77.75 ± 0.53	75.45 ± 0.62
23.9°C	64.80 ± 0.71	52.50 ± 0.74

10.- CONSERVACION DE CARNE.

Los alimentos derivados de productos animales constituyen fuentes concentradas de la mayoría de los nutrientes requeridos para nuestra alimentación, razón por la cual se han adoptado técnicas para la alimentación, sacrificio, y distribución de los animales.

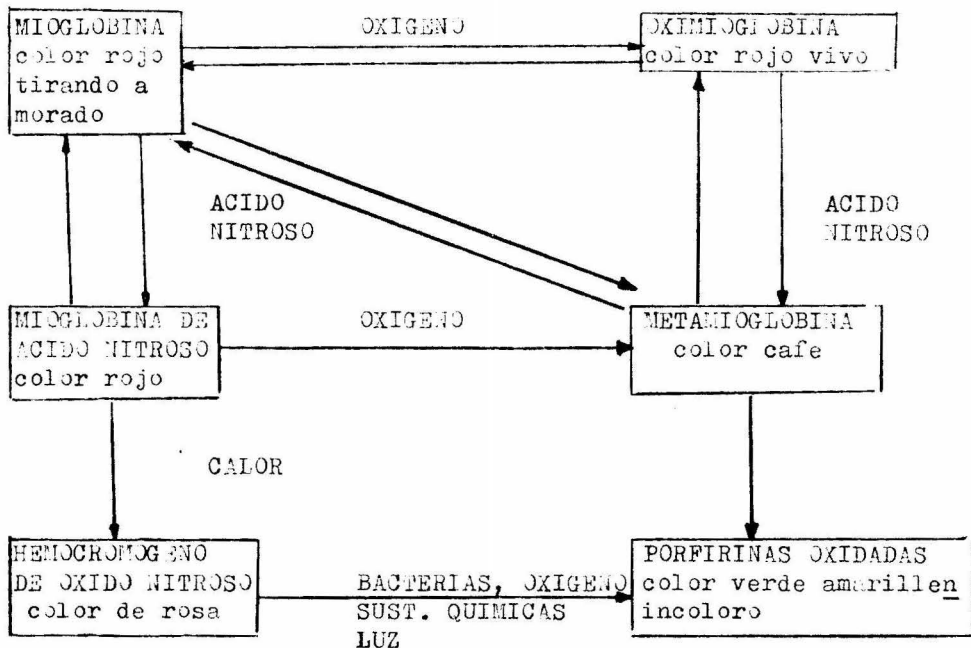
Así tenemos que los granos constituyen una fuente de alimento para el ganado, donde se tiene una agricultura avanzada, y así es posible convertir el grano en carne a razón de 2.5 Kg. de granos, por Kilogramo de pollo; 4 Kilogramos de granos, por Kilogramo de cerdo; y 10 Kilogramos de granos, por Kilogramo de res, lo cual es responsable en gran parte de la diferencia en precio de éstos alimentos.

Sacrificio, en el sacrificio de los animales se recomienda que éstos esten en reposo antes de quitarles la vida, y en el sacrificio insensibilizar al animal, ya sea asestandole un golpe en la cabeza con un martillo pesado, emplear un choque eléctrico, o hacerlos pasar por un tunel lleno de bióxido de carbono,

esto es con el fin de evitar que el glucógeno que almacenan - los animales en sus músculos como una fuente de energía en reserva se consuma en la resistencia que opondría el animal al - tratar de quitarle la vida, ya que este glucógeno después de - que el animal esta muerto se convierte bajo condiciones anaero - bicas en los músculos, en ácido láctico, produciéndose así una mayor acidez, la cual actua como un preservador y a la falta - de esta, la descomposición que sufre la carne es más rápida.

La distribución de la carne presenta problemas en su color, ya que el consumidor asocia el color rojo de la carne con la frescura, el cual depende como veremos más adelante de reacciones químicas que no afectan las propiedades nutritivas de la carne así como de la especie de carne bajo consideración por ejemplo la carne fresca de ternera generalmente tiene un color rojo -- más intenso que la carne fresca de ave.

Uno de los mejores métodos de conservación de la carne es mediante su congelación, aunque su calidad y valor nutritivo son - excelentes no tiene mucha demanda en el comercio, debido a que a los consumidores les gusta comprar carne libre de escarcha y con color rojo, el cual se puede explicar en base a la química de los cambios que pueden ocurrir en los colores de la carne, debido a que estos cambios son complejos solo mencionare los - principios en que se basan. El principal pigmento de los múscu - los es una protefna que se llama mioglobina con un color tiran - do a morado, la cual al ser expuesta al oxígeno, se convierte en oximioglobina cuyo color es rojo vivo, este color que es de - ceable, al exponerse al oxígeno por mucho tiempo, no es comple - tamente estable, y si esta exposición es prolongada una mayor oxidación se lleva a cabo la cual puede convertir en metamio - globina la oximioglobina y cambiar a color café, estos cambios se muestran en la siguiente figura.



Se ha observado que el color rojo de la carne el cual es asociado con la frescura por el consumidor, y el deterioro microbial que sufre la carne cruda es posible retardarlos por el uso de una atmósfera controlada, la cual debe tener oxígeno y bióxido de carbono principalmente y considerando al nitrógeno que este presente como un gas inerte al alimento, esta atmósfera controlada es con el fin de que el oxígeno al oxidar a la mioglobina de el color rojo a la carne y el bióxido de carbono retarde el deterioro microbial, esta atmósfera controlada es posible tenerla en grandes cuartos cerrados y equipados adecuadamente tanto para tener una temperatura baja, como para tener la concentración de cada uno de los gases, con el fin de dar a la carne la mejor conservación, este método de conservación es bueno pero tiene el inconveniente de que cuando la carne debe ser transportada de un lugar a otro para su distribución, no siempre es posible que en estos lugares se cuente -

con unidades lo suficientemente equipadas para proporcionar -- una atmósfera controlada a la carne, y esta es la razón por la cual la carne pierde su color rojo, ya que por lo regular en -- estos lugares se mantiene en estado congelado, lo cual es per- judicial para el color rojo, para evitar lo anterior se aconse- ja el uso de bolsas de polietileno laminado, estas bolsas de-- ben tener la propiedad de ser un contenedor, o una envoltura -- ya que en la mayoría de las ocasiones, la carne es colocada en charolas y después cubierta con la bolsa de polietileno con el fin de tener una atmósfera controlada, para conservar el color rojo de la carne y evitar el deterioro producido por las bacte- rias, además este envase permite ver al consumidor lo que esta comprando sin necesidad de abrir el paquete.

La película plástica de polietileno que se utiliza como envase se selecciona tomando en cuenta el tipo de carne, la carga mi- crobial de la superficie de la carne, la atmósfera, y la tempe- ratura de almacenaje y cualquier fluctuación producida durante el transporte de un lugar a otro, se ha encontrado que la me-- jor temperatura de almacenamiento se encuentra entre 2 y 7°C, sin embargo no siempre es posible tener el paquete de carne a esta temperatura, y así tenemos que a una temperatura mayor se corre el riesgo de que se presente la condensación en las pare- des internas de la bolsa, esta condensación no afecta las pro- piedades de la carne, sino que le resta apariiencia, para evi- tar lo anterior se recomienda que la carne sea preempacada en una bolsa de polietileno de baja densidad el cual es un film -- más permeable al vapor de agua, entonces esta unidad es empa- cado en una bolsa, la cual debe ser impermeable al oxígeno y al bióxido de carbono. La bolsa antes de que se selle es rociada con la atmósfera deseada, se recomienda que la bolsa que se -- use para el preempacado toque la superficie de la carne con el

fin de que esta sea expuesta a la mezcla gaseosa de la bolsa exterior, tal y como se ve la figura 14 a, b, c.

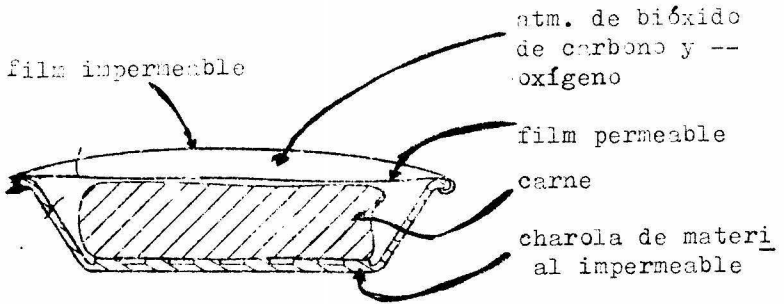


Figura 14 a.

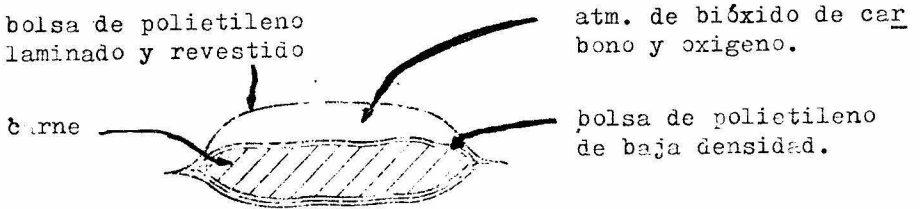


Figura 14 b.

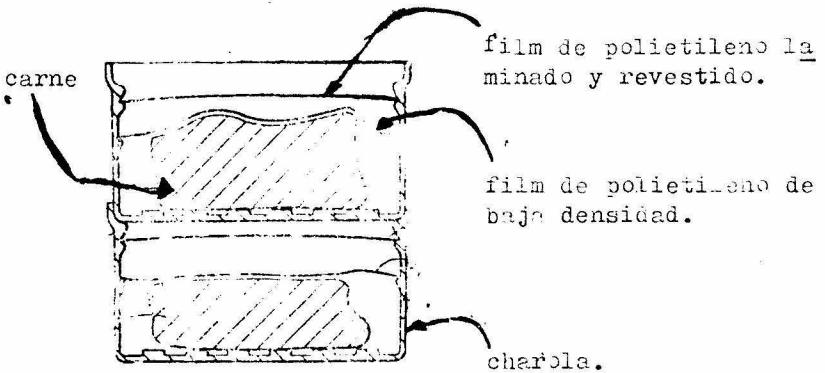


Figura 14c.

Los resultados sobre la conservación de la carne en estos envases, almacenados a 4 grados Centígrados se muestran en la siguiente tabla.

COMPOSICION EN VOLUMEN		BACTERIAS/GRAMO				C O L O R		
O ₂	CO ₂	5 días	10 días	15 días	5 días	10 días	15 días	
80	20	<10 ⁷	<10 ⁷	<10 ⁷	rojo	rojo	rojo	
20	20 ⁺	<10 ⁷	<10 ⁷	<10 ⁷	rojo	cafe	cafe	
80	20 ⁺⁺	>10 ⁷	>10 ⁷	>10 ⁷	rojo	rojo	rojo	
0	100	<10 ⁷	<10 ⁷	<10 ⁷	cafe	cafe	cafe	
A I R E		<10 ⁷	>10 ⁷	>10 ⁷	rojo	cafe	cafe	

+ resto de nitrógeno

++ nitrógeno

Nota.- el nitrógeno se considera un gas inerte.

Por condiciones de higiene y seguridad se acepta como carne -- bien conservada la que tenga una concentración menor de 10⁷ -- bacterias/gramo, y una concentración mayor por gramo como un -- desecho, el color rojo fue aceptado, y el color cafe no fue -- aceptado, desde el punto de vista del consumidor, de los resul-- tados de la tabla podemos ver que la carne empacada en contac-- to con una atmósfera de 80% de oxígeno, y 20% de bióxido de ca-- rbono, fue la única que permaneció fresca después de 15 días de almacenamiento, conservando su color rojo.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES

. IV.- CONCLUSIONES.

Después de analizar un buen número de propiedades del polietileno y sus diversos usos, podemos decir que es uno de los materiales polímeros que ofrece excelentes propiedades y muy buenas características en el empacamiento de productos alimenticios.

No decimos que es el mejor, pero sí, que está clasificado entre los mejores materiales de empacamiento de productos alimenticios, por sus propiedades ya vistas, por las diversas formas en que se puede utilizar, y por ser muy económico comparado con otros materiales de empacamiento.

Teniendo como referencia el año de 1970, el costo de polietileno en el mercado mundial, fue de los más bajos, siguiéndole el forro de aluminio, poliestireno y celofanes, en orden creciente de precios. Hoy en día no puede decirse lo mismo de estos materiales, pues el precio de los hidrocarburos, de los cuales son obtenidos muchos polímeros, han sido afectados por el alza de precios. Pero aún así, los polímeros siguen siendo económicos en la manufactura de diversos artículos, lo que los hace ser de mucha importancia en la actualidad.

CAPITULO V

BIBLIOGRAFIA

V.- BIBLIOGRAFIA

LIBROS:

- | | |
|-----------------------------------|---|
| Orville J. Sweeting | "The Science and Technology -
of Polymer Film", Tomo II, -
1971, Willey Interscience. |
| A. Renfrew y Phyllips
Morgan | "The Technology and Uses of -
Ethylene Polymers", Edición,
1957. |
| A. Renfrew y Phyllips
Morgan | "The Technology and Uses of -
Ethylene Polymers", 2a. Edi-
ción, 1960 . |
| Roger B. Staub | "Moderna Plastic Encyclopedia"
Año 1970,1971. |
| Norman W. Potter | "La Ciencia de los Alimentos"
Editorial Edutex
Primera edición 1973. |
| U.S. Department of
Agriculture | "Como Proteger Nuestros Ali-
mentos", México, Unión Tipo-
gráfica Hispano Americana, -
1958. |
| Desrosier, Norman | "Conservación de Alimentos" -
México, Cia. Editorial Conti-
nental, 1964. |

Desrosier, Norman

"The Technology of Food Preservation". Tercera Edición West Port Conn., AVI Pub. Co 1970.

REVISTAS:

Hughes, R.J.

"Aust.J. Exp. Agr. Anim." 13 - (62), 257-258. Año 1973.

K. J. Scott, W. B.
Mc. Glasson and F.
A. Roberts.

"Aust. J. Exp. Agr. Anim." 10- (43), 237-240. Año 1970

P. Marcellin

"Chimie et Industrie-Genie -- Chimique". 104(17), 2141- 2148, Año 1971.

P. Marcellin

"Pratique du Froid et du Conditionnement de l'Air". 25- (320), 23-29, Año 1972.

Debevere J. M. &
Voets J. P.

"J. Appl. Bact.". 34(3), 507 - 513, Año 1971.

PATENTE:

Douglas Lindley
Georgala & Charles
Mackenzie Davidson

"Brit. 1, 199-993, (cl.A231), 22 Jul, 1970, Appl. 03. Apr. 1968".