

I N S T I T U T O D E L M A R D E L P E R U

BOLETIN

VOLUMEN I

NUMERO 3

ESTUDIO DEL CURADO PROGRESIVO DE LA HARINA DE ANCHOVETA DURANTE EL ALMACENAMIENTO EN DIVERSOS TIPOS DE ENVASES

por

JOSE SANCHEZ

y

ROBERTO LAM



LA PUNTA, CALLAO, PERU

1 9 6 5

| | |
|--|-----|
| 4. Complemento al estudio del curado progresivo de la harina | 125 |
| 4.1 Ejecución del trabajo: ensayos realizados | 125 |
| 4.2 Extractibilidad de la grasa con éter etílico | 127 |
| 4.3 Medición de la avidéz de absorción de Oxígeno por la harina . . | 127 |
| 4.4 Determinación del índice de Iodo | 130 |
| Conclusiones | 130 |

RESUMEN

El calentamiento de la harina, es ocasionado por la oxidación de su contenido graso; ello determina una pérdida en su calidad y por ende en su valor nutritivo. Esta grasa es altamente insaturada, es decir absorbe con avidéz el Oxígeno del aire. La rapidez con que absorbe el Oxígeno nos da una medida de lo reactiva que es la harina, propiedad ésta que va paralelamente con el alza de temperatura. Una "harina curada" es aquella que su contenido graso ha sufrido un proceso de oxidación tal, que su índice de Iodo tenga valores inferiores a 90 y que por consiguiente no presente tendencia al calentamiento.

Los resultados obtenidos, en los ensayos relacionados con el almacenamiento de la harina de anchoveta, demuestran el efecto benéfico de una película protectora de polietileno en el material de envase, evitando el calentamiento espontáneo.

El grado de permeabilidad de la película protectora de polietileno ha de elegirse adecuadamente, a fin de permitir un acceso de Oxígeno del aire en cantidad suficiente y en forma progresiva, es decir, que los ácidos grasos no saturados de la grasa contenida en la harina, se oxiden lentamente, de tal manera que el calor producido se disipe en el medio ambiente.

Para que un envase eficiente cumpla su cometido es necesario que la harina fresca reúna las siguientes características: Un tenor graso menor del 10% y un contenido de humedad que oscile entre 6-7%. De esta forma se evitará el riesgo de la combustión espontánea y la proliferación de hongos.

1. INTRODUCCION

En la Industria Peruana de harina de anchoveta existen serios problemas relacionados con la combustión espontánea de la harina, siendo muy diversas las opiniones sobre su origen. Se ha establecido ahora y sin lugar a dudas, que se debe a la oxidación violenta de los ácidos grasos insaturados de la grasa contenida en la harina.

Es bastante conocido que por acción del calentamiento, aún el más moderado, se producen cambios, no solo en el color, sino también en la calidad de la harina y por lo tanto en su valor nutritivo.

Estas circunstancias afectan el prestigio del producto y reducen su valor en los mercados.

Por experiencia sabemos que un envase eficiente ofrece solución al problema de la combustión espontánea y mantiene prácticamente constante la calidad de la harina.

Continuando con nuestros trabajos de investigación, hemos realizado nuevos ensayos relacionados con el almacenamiento de la harina en diversos tipos de embalaje y la forma como éstos actúan, para solucionar el problema del calentamiento espontáneo y conservación de la calidad de la harina.

Con respecto al almacenamiento, se ha efectuado un apilado directo de las bolsas con harina que no había tenido el enfriamiento previo que se realiza actualmente en todas las plantas de reducción de anchoveta, con el fin de demostrar el curado progresivo de la harina en los materiales experimentados.

Otro de nuestros objetivos fue, determinar los factores físicos y químicos que intervienen durante el proceso del curado (ya sea progresivo ó violento) y relacionar los datos obtenidos para evaluar el grado de oxidación y de la posible polimerización de los ácidos grasos no saturados de la grasa extraída de la harina.

2. ALMACENAMIENTO DE LA HARINA EN DIVERSOS MATERIALES DE EMBALAJE EMPLEANDO EL SISTEMA PARADO Y AISLADO*

2.1 Características de los materiales de embalaje utilizados.

- Bolsas de papel-polietileno importado, es decir, bolsas de papel Kraft con 5 pliegos de 75 grs/m² con una laminación de polietileno de 16 grs/m² adherida al tercer pliego.
- Bolsas de papel-polietileno nacional, con 5 pliegos de papel Clupak de 100 grs/m² (nacional) y un pliego de papel importado (Finlandés) de 75 grs/m² donde va adherida la película de polietileno de 24 grs/m².
- Sacos de yute que se utilizan actualmente en la industria (23 × 40 pulgadas).
- Sacos de yute, con una bolsa interior de polietileno de 1.25 milésimos de pulgada de espesor (26" × 46").
- Sacos de yute de 14 onzas/yarda cuadrada, con una laminación interior de polietileno de 2 milésimos de pulgada de espesor.
- Bolsas de polietileno de 8 milésimos de pulgada de espesor, es decir, 192 grs/m². Para efectos de su identificación le denominaremos: *Tipo A* (40" × 24").
- Bolsas de polietileno de 8 milésimos de pulgada de espesor, o sean 192 grs/m²: *Tipo B* (30" × 23").

2.2 Estudios Preliminares.

2.2.1 Resistencia física de los materiales utilizados (*Prueba de Caída*): Gráfico N^o 1.

Se realizó esta prueba con el objeto de conocer el grado de resistencia física de las bolsas y sacos conteniendo la cantidad usual de

* Estas pruebas se realizaron desde el mes de Noviembre de 1963.

Nº PROMEDIO
DE CAIDAS

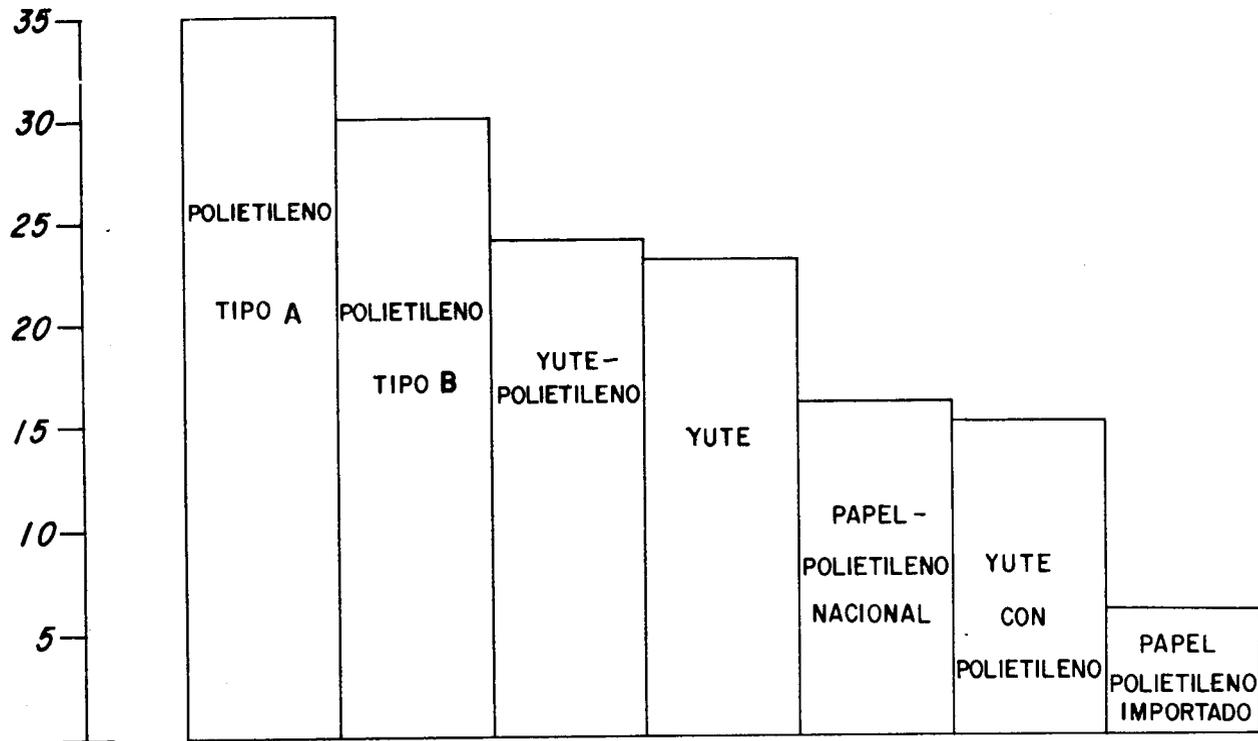


GRAFICO 1.- Resistencia física de los materiales de embalaje. (Prueba de caída).

harina. Para ello se les sometió a caídas sucesivas en el aparato denominado "Drop Tester" fabricado para este fin.

Descripción del aparato utilizado:

El "Drop Tester" consta fundamentalmente de las siguientes partes: una base fija de concreto; 2 rieles verticales y paralelos teniendo en uno de ellos, ganchos (24 en total, equivalentes a 144" de altura), donde se desplaza una plataforma móvil, en la cual se coloca el material de envase a probar.

Modo de Operar.—

Las bolsas se colocan horizontalmente sobre la plataforma móvil. La primera caída se efectúa a partir del cuarto gancho, es decir, que la bolsa o saco cae desde una altura efectiva de 24 pulgadas sobre la base fija. La segunda caída se efectúa del gancho superior inmediato y así sucesivamente hasta llegar al gancho N° 18, que representa la 15ava caída; luego todas las demás caídas son de la misma altura máxima efectiva, es decir, desde 108 pulgadas, hasta que el saco o bolsa se rompa.

Resultados de las pruebas.—

De acuerdo a los datos promedios obtenidos para cada material y con relación a su resistencia se describirán en el orden siguiente:

- Bolsas de polietileno Tipo A y Tipo B: resistieron 35 y 30 caídas respectivamente. Estas se abrieron por el cierre superior de la bolsa.
- Yute-polietileno (laminado de 2 milésimos de pulgada): 24 caídas, se abrieron por la parte de la costura superior.
- Yute: 23 caídas. La mayoría de las roturas se produjeron en la costura lateral.
- Papel-polietileno nacional: 16 caídas. Se rompieron tanto en la costura superior como en la base.
- Yute con polietileno (bolsa interior de 1.25 milésimos de pulg.): 15 caídas. Se abrieron en diversas partes del saco.
- Papel polietileno importado: 6 caídas. Se abrieron por las costuras.

2. 2. 2 *Permeabilidad a la humedad atmosférica (Gráfico N° 2)*

Se confeccionaron "bolsitas réplica" de los diferentes materiales de embalaje utilizados y dentro de ellas, se colocó 50 grs. de cloruro de calcio granulado anhidro, con el objeto de conocer la cantidad de humedad que es capaz de absorber la sal a través del material respectivo. Para cada tipo de envase se examinó en paralelo una bolsita del mismo material sin la sustancia absorbente, para determinar la absorción de la humedad por el material en sí.

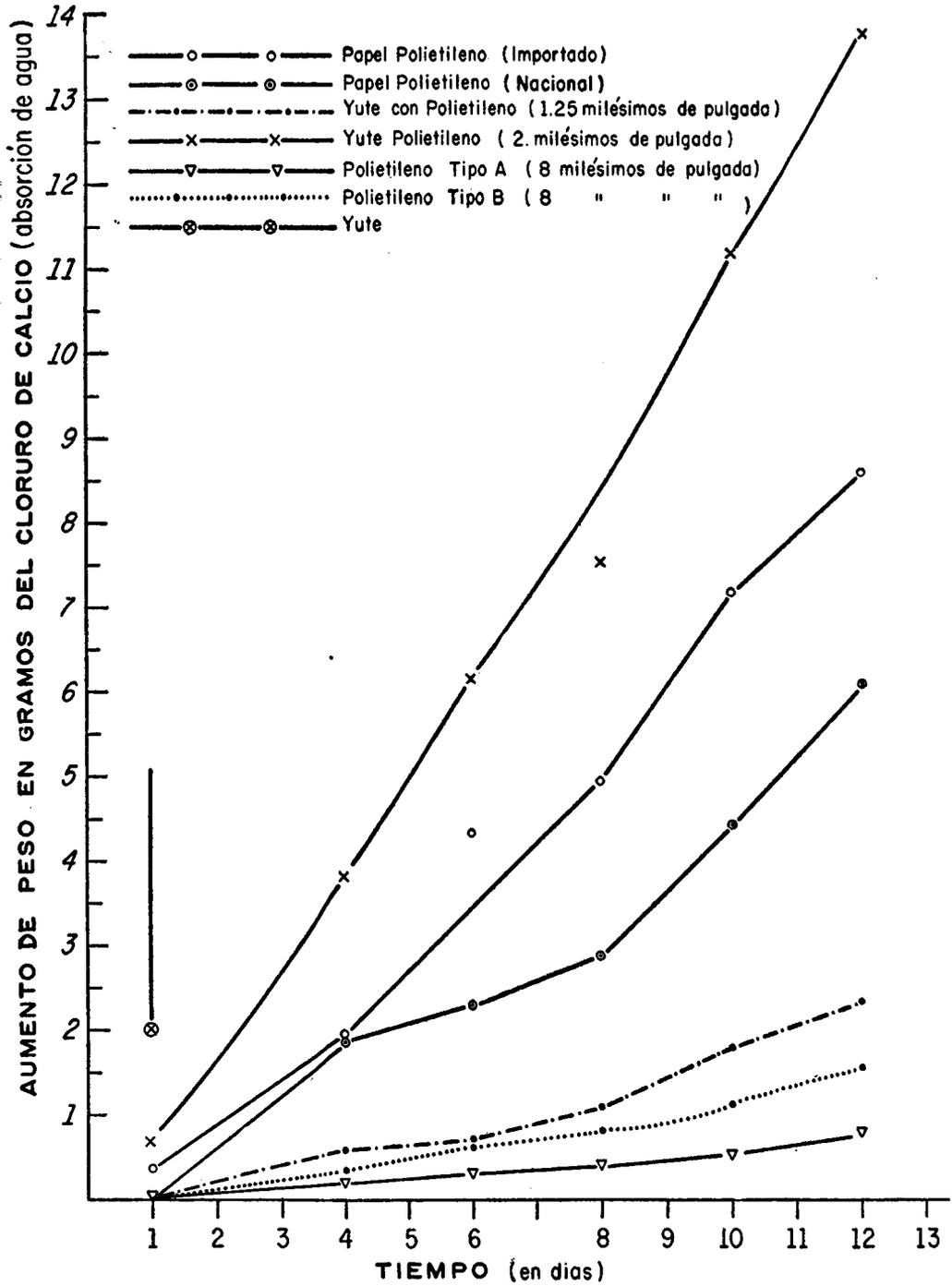


GRAFICO 2 ... Permeabilidad a la humedad atmosférica de diversos tipos de envase.

Tanto las bolsitas con cloruro de calcio como las muestras en blanco, se colocaron en un ambiente húmedo acondicionado artificialmente y a temperatura del ambiente. Los resultados fueron los siguientes:

- Las bolsitas de polietileno Tipo A y Tipo B, fueron las menos permeables, pues el cloruro de calcio absorbió la menor cantidad de agua, tan es así, que a los 12 días, el aumento de peso fue menor a 1,5 grs.
- Los saquitos de yute con una bolsita de polietileno 1.25 milésimos de pulg. de espesor, fueron más permeables permitiendo que el cloruro de calcio aumentara casi 2 grs. a los 12 días.
- La bolsita de papel-polietileno nacional e importado, a los 12 días el cloruro de calcio aumentó en 6 y 8.5 grs. respectivamente.
- Los saquitos de yute con una laminación de polietileno de 2 milésimos de pulg. de espesor, fueron aún más permeables que los anteriores envases, por cuanto a los 12 días había aumentado el peso de la sal en casi 14 grs.
- En los saquitos de yute, la humedad penetró en tal cantidad que solamente después de 2 días, la sal se había disuelto. Por este motivo se interrumpió el control en este tipo de envase.

2.3 Controles físicos de la harina durante el almacenamiento.

2.3.1 *Variación de la temperatura de la harina en bolsas y sacos parados y aislados:— (Gráfico N° 3)*

Se llenaron 7 bolsas o sacos de cada tipo de envase con harina de anchoveta del mismo lote. Se les dispuso en la misma forma que las fábricas emplean para el enfriamiento previo, es decir, con una separación de 30 cms. aproximadamente entre cada unidad. El control de temperatura se efectuó mediante teletermómetros cada hora y durante 3 días consecutivos.

En el gráfico correspondiente, se observa claramente la diferencia en el comportamiento de la harina en los distintos materiales de embalaje.

Podemos decir que, en los sacos de yute, por ser un embalaje del tipo abierto, se produce en la harina la mayor elevación, llegándose a registrar en este caso, una temperatura máxima de 92°C a las 10 horas de haber sido almacenada. En los sacos de yute con una laminación de polietileno de 0.002 de pulg. de espesor, la temperatura se elevó 1°C con respecto a su temperatura inicial promedio que fue de 55.5°C y se mantuvo casi constante hasta las 24 horas, luego siguió descendiendo muy lentamente.

En cuanto a la harina en los demás materiales, se comportó en forma muy similar, es decir que su temperatura descendió progresivamente y a las 24 horas tenían entre 35° y 39°C.

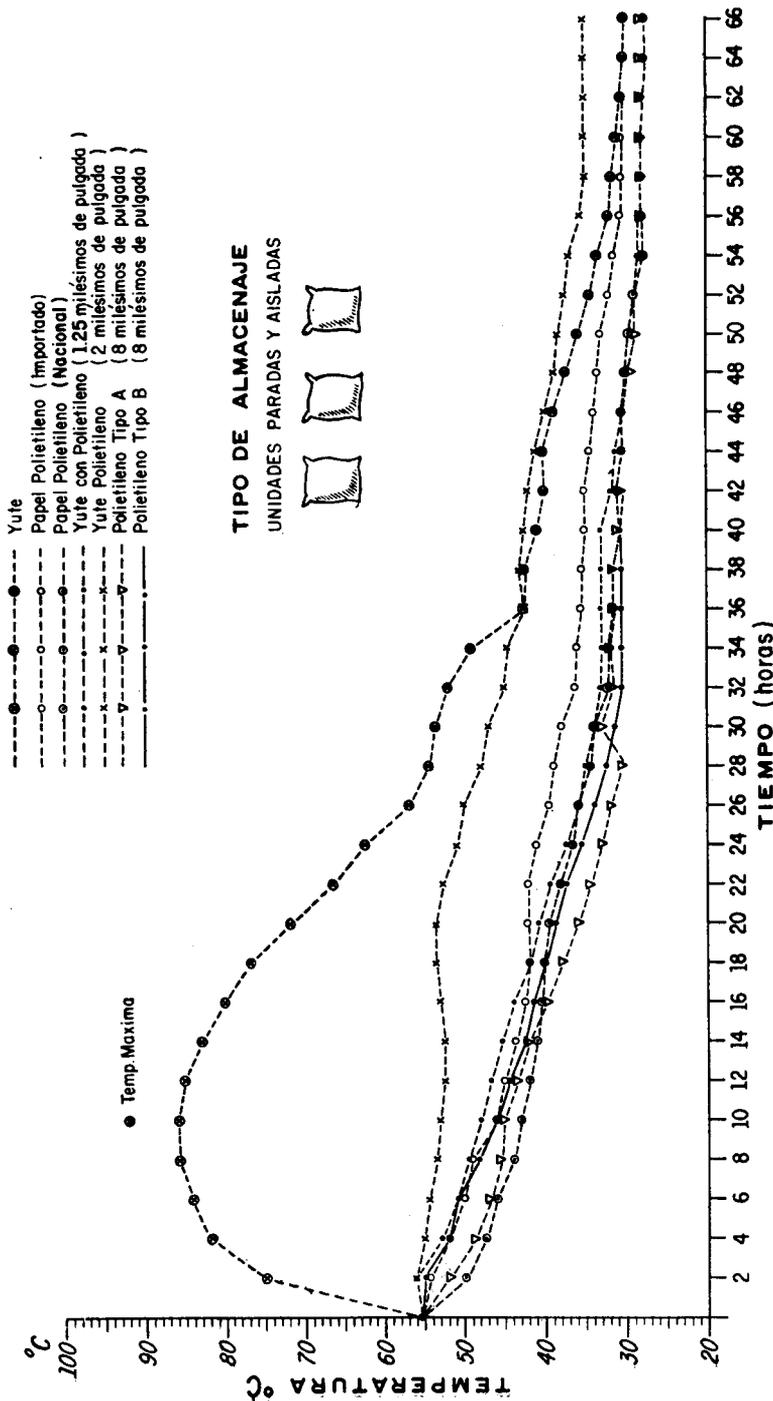


GRAFICO 3 -- Variación de la Temperatura de la harina de anchoveta en diversos materiales de embalaje.

2. 3. 2 *Temperatura máxima de la harina de anchoveta después de una aeración rápida, debido al transvase de la harina de cada tipo de embalaje a sacos de yute (Gráfico N° 4).*

Se realizaron estos transvases con la finalidad de estudiar la variación de temperatura, ya que es uno de los factores que nos permite apreciar el grado de curado de la harina. Con las bolsas y sacos de cada tipo de envase, de acuerdo a la referencia 2. 3. 1, se efectuó el transvase a sacos de yute, a las 12 horas, 2, 5, 10, 20 y 30 días después del almacenamiento. Se controló la temperatura de la harina antes del transvase y la temperatura máxima después de realizada esta operación. Los resultados fueron los siguientes:

Bolsas de polietileno de 8 milésimos: tipo A

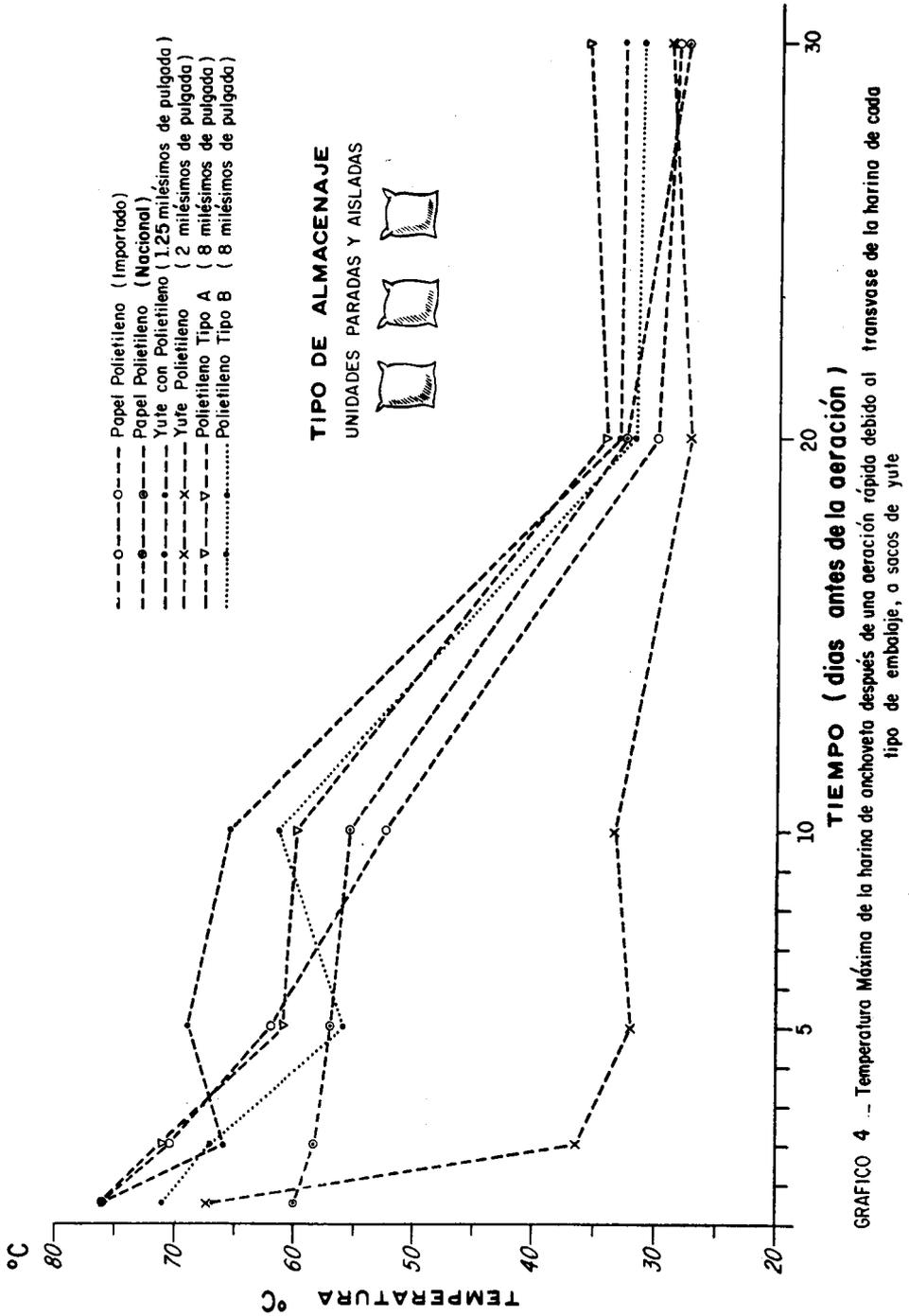
| | 12 horas | 2 días | 5 días | 10 días | 20 días | 30 días |
|---|----------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Temperatura de la harina en °C (Antes del transvase). | 42.0 | 30.5 | 27.0 | 24.0 | 26.5 | 26.5 |
| Temperatura máxima en °C (Después del transvase). | 76.0 | 71.0 | 61.0 | 60.0 | 34.5 | 36.0 |

Bolsas de polietileno de 8 milésimos: tipo B

| | 12 horas | 2 días | 5 días | 10 días | 20 días | 30 días |
|---|----------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Temperatura de la harina en °C (Antes del transvase). | 42.5 | 30.5 | 26.5 | 24.0 | 27.0 | 26.5 |
| Temperatura máxima en °C (Después del transvase). | 71.0 | 67.0 | 56.0 | 61.5 | 32.0 | 31.5 |

Sacos de yute con una bolsa interior de polietileno de 1.25 milésimos de pulgada de espesor:

| | 12 horas | 2 días | 5 días | 10 días | 20 días | 30 días |
|---|----------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Temperatura de la harina en °C (Antes del transvase). | 45.5 | 31.5 | 26.0 | 28.5 | 28.0 | 27.0 |



| | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|
| Temperatura máxima en °C (Después del transvase). | 76.0 | 66.0 | 69.0 | 65.5 | 33.0 | 33.0 |
|---|------|------|------|------|------|------|

Bolsas de Papel-polietileno nacional:

| | 12 horas | 2 días | 5 días | 10 días | 20 días | 30 días |
|---|----------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Temperatura de la harina en °C (Antes del transvase). | 41.0 | 30.5 | 25.5 | 27.0 | 28.5 | 25.5 |
| Temperatura máxima en °C (Después del transvase). | 60.0 | 58.5 | 57.0 | 55.5 | 32.5 | 28.0 |

Bolsas de Papel-polietileno importado:

| | 12 horas | 2 días | 5 días | 10 días | 20 días | 30 días |
|---|----------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Temperatura de la harina en °C (Antes del transvase). | 43.5 | 34.5 | 30.0 | 28.0 | 28.5 | 27.0 |
| Temperatura máxima en °C (Después del transvase). | 76.0 | 70.5 | 62.0 | 52.5 | 30.0 | 28.5 |

Sacos de Yute-polietileno de 2 milésimos de pulgada

| | 12 horas | 2 días | 5 días | 10 días | 20 días | 30 días |
|---|----------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Temperatura de la harina en °C (Antes del transvase). | 52.5 | 31.0 | 31.0 | 30.0 | 28.5 | 27.0 |
| Temperatura máxima en °C (Después del transvase). | 67.0 | 36.0 | 32.0 | 33.0 | 27.5 | 29.5 |

2. 3. 3 *Porcentaje de Oxígeno atmosférico que se encuentra alrededor de las partículas de harinas en los distintos materiales de embalaje (Gráfico N° 5).*

El propósito de este control es, conocer el porcentaje de Oxígeno atmosférico disponible alrededor de las partículas de harina, dentro de los envases permeables y semi-permeables, para estimar el grado de

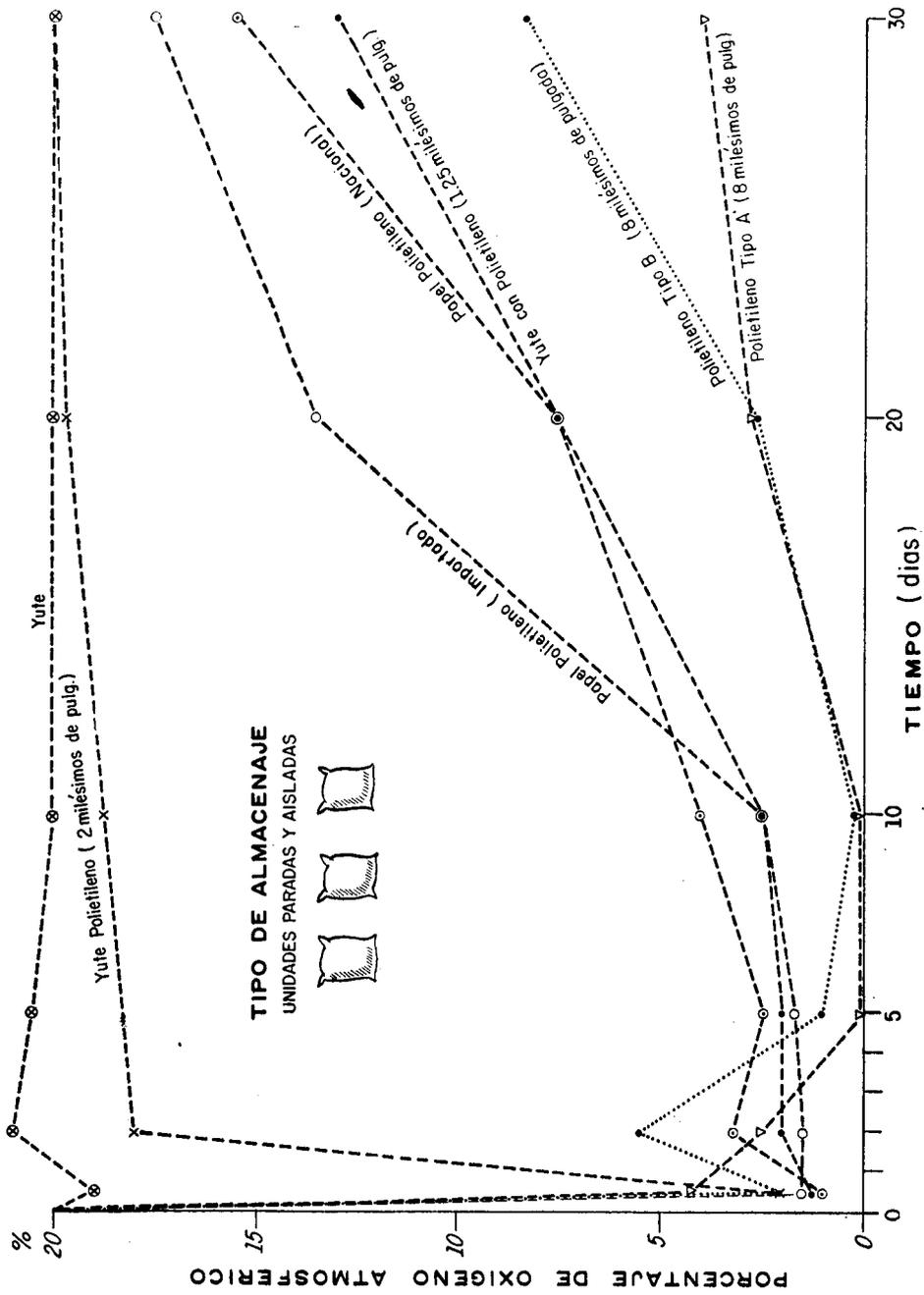


GRAFICO 5 ... Porcentaje de Oxígeno atmosférico, que se encuentra alrededor de las partículas de harina de onchoveta en los distintos materiales de empaque.

curado de la harina. Cuando el material de embalaje permite el pasaje de Oxígeno muy lentamente, durante los primeros días la grasa de la harina absorberá casi todo el Oxígeno disponible y entonces dentro del envase se encontrará un porcentaje muy bajo.

Por el contrario, cuando el embalaje es del tipo abierto la absorción de Oxígeno será tan violenta que al poco tiempo se habrá restablecido el equilibrio entre la cantidad de Oxígeno del medio ambiente y el contenido alrededor de las partículas de harina dentro del envase.

En las bolsas de polietileno de 8 milésimos de pulgada de espesor, tanto Tipo A como Tipo B, se efectuó el cerrado introduciendo una lámina de papel para proteger el polietileno y lograr un mejor cerrado de la bolsa.

El contenido de Oxígeno atmosférico dentro de las bolsas fue aumentado muy lentamente, tan es así, que a los 30 días de almacenamiento se registró 4.0% y 8.3% respectivamente.

La harina en sacos de yute con una bolsa interior de polietileno de 1.25 milésimos de pulg. de espesor y la contenida en las bolsas de papel-polietileno nacional, tuvieron un comportamiento muy similar, es decir, que la cantidad de Oxígeno dentro del material fue ascendiendo progresivamente de tal manera que a los 10 días tenían 2.5% y 4.0% y a los 30 días tenían 13% y 15.5% respectivamente.

En cambio dentro de las bolsas de papel-polietileno importado a los 10 días de almacenamiento tenían 2.5%, porcentaje que también aumentó progresivamente hasta llegar a los 30 días a 17.5%.

Los sacos de yute con una laminación interior de polietileno de 2 milésimos de pulgada de espesor, permitieron el pasaje de Oxígeno más rápidamente que los materiales antes citados, de tal manera que a los 2 días ya tenía 18% de Oxígeno.

En los sacos de yute el acceso de Oxígeno se efectúa sin ninguna dificultad, por lo que se le considera embalaje del tipo abierto. En comparación con los materiales anteriores, se nota gran diferencia, por cuanto dentro del saco de yute, solamente a las 12 horas se tiene 19% de Oxígeno.

2.4 Análisis químico de la harina durante el almacenamiento.

2.4.1 Análisis promedio de la harina al iniciar la prueba:

| | |
|----------------------|--------|
| Humedad | 4.60% |
| Grasa | 10.90% |
| Proteínas | 67.32% |
| Sales Minerales | 15.80% |

2.4.2 Porcentaje de grasa extraída con éter etílico:

La extracción se realizó con el equipo Soxhlet y utilizando como solvente, el éter etílico.

Las pruebas se realizaron al comienzo y a los 30 días de almacenamiento. Los resultados fueron los siguientes:

| | % de Grasa | |
|--|------------|---------|
| | Inicial | 30 días |
| —Bolsas de polietileno de 8 milésimos de pulg. Tipo A | 10.9 | 10.5 |
| —Bolsas de polietileno de 8 milésimos de pulgada "Tipo B" | 10.7 | 9.2 |
| —Sacos de yute con bolsa de polietileno de 1.25 milésimos de pulg. | 10.8 | 9.0 |
| —Bolsas de papel-polietileno nacional | 10.6 | 8.0 |
| —Bolsas de papel-polietileno importado | 10.7 | 7.9 |
| —Sacos de yute con laminación de 2 milésimos de pulg. | 11.0 | 7.7 |
| —Sacos de yute comunes | 10.9 | 7.4 |

Al mes de almacenamiento, el tenor de grasa de la harina en sacos de yute se había oxidado más rápidamente y por lo tanto disminuyó más, que la correspondiente harina envasada en bolsas de papel polietileno. En las bolsas de polietileno de 8 milésimos de pulg., la oxidación se producía muy lentamente, encontrándose una merma muy pequeña en su contenido graso a los 30 días de almacenamiento.

2. 4. 3 Cambios en la materia grasa.

Índice de Iodo en la grasa extraída de la harina de anchoveta antes de la aeración por cambio de material de embalaje a sacos de yute (Gráfico N° 6).

Antes de efectuar el transvase de cada tipo de embalaje a sacos de yute, se tomó una muestra para determinar el índice de Iodo de la grasa extraída de la harina, con el propósito de apreciar el grado de insaturación de los ácidos grasos. El índice de Iodo va decreciendo, y cuanto mayor sea la diferencia con relación a su valor inicial, mayor será el grado de curado de la harina. Para estas determinaciones se utilizó el *Método de Wijs*.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

El índice de Iodo inicial promedio de la grasa extraída de la harina fresca fue de 156.

La grasa extraída de la harina contenida en las bolsas de polietileno de 8 milésimos de pulg., de espesor del Tipo A y Tipo B, a las 12 horas de almacenamiento tenían índices de Iodo de 142 y 140 respectivamente: la oxidación se producía en forma muy lenta, de manera que a los 30 días tenían 105 y 95 respectivamente.

En los sacos de yute con una bolsa interior de polietileno de 1.25 milésimos de pulg., de espesor y en las bolsas de papel-polietileno nacional, la grasa de la harina contenida en estos envases fue oxidándose lentamente, de tal forma que a las 12 horas tenían los siguientes índices de Iodo: 139 y 145. Posteriormente a los 30 días tuvieron valores de 93 y 90 respectivamente.

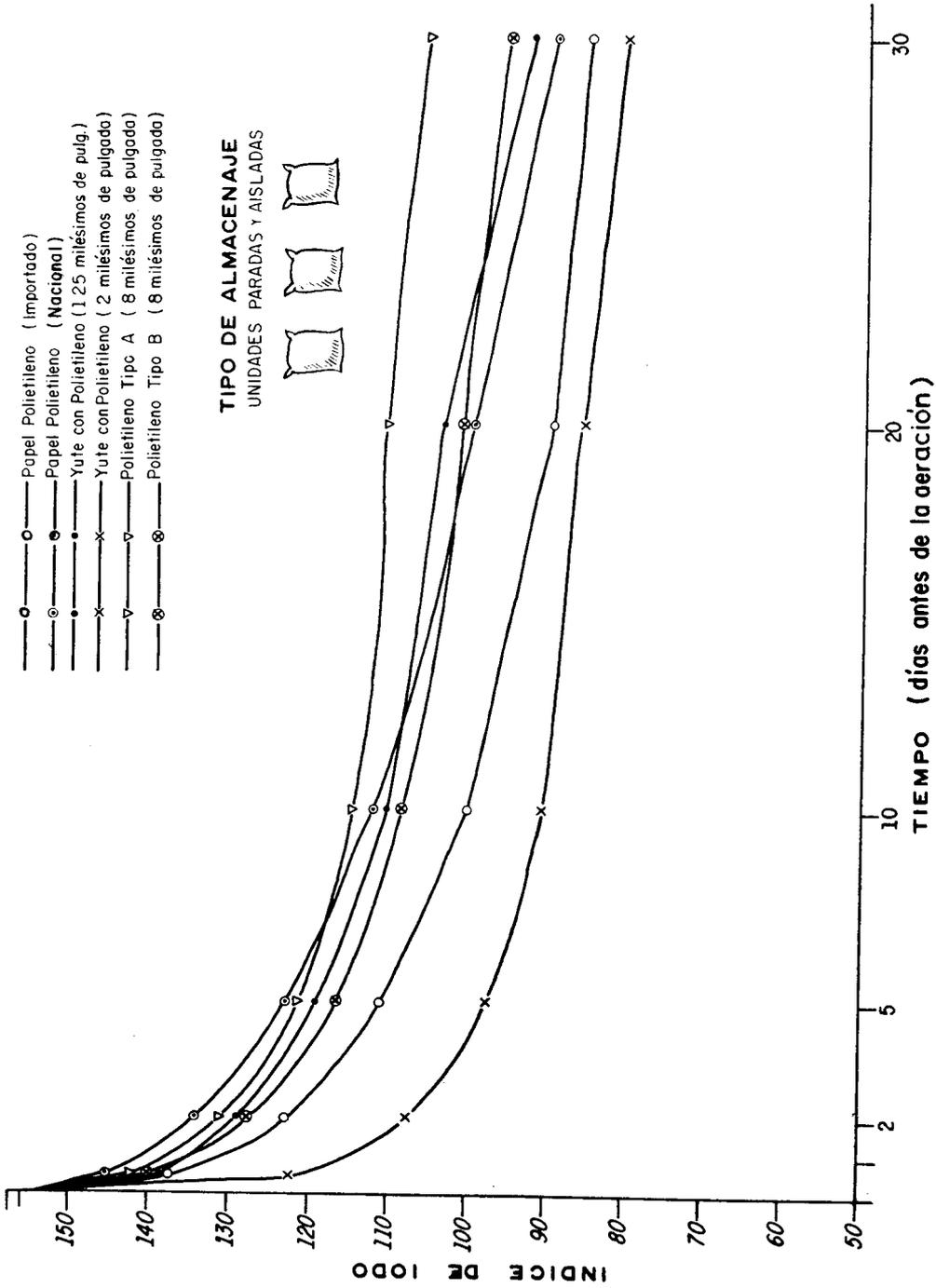


GRAFICO 6 -- Índice de Iodo en el aceite extraído de la harina de anchoveta antes de la aeración por cambio de material de empaque a yute

En las bolsas de papel-polietileno importado a las 12 horas de almacenamiento, el índice de Iodo de la grasa era de 138, luego fue descendiendo progresivamente de acuerdo a la saturación de sus ácidos grasos insaturados y a los 30 días tuvo 85.

En los sacos de yute con una laminación de polietileno de 2 milésimos de pulg. de espesor, a las 12 horas la grasa presentó un índice de Iodo de 122, la disminución fue tan pronunciada que, solamente a los 5 días tenía 97; desde este momento, fue descendiendo lentamente hasta alcanzar un valor de 80 a los 30 días.

3. APILADO DIRECTO DE LA HARINA RECIEN ENVASADA, EN RUMAS DE 180 UNIDADES

Con harina que procedía directamente del "Ensaque", se hizo el apilado directo.

Es decir, que esta harina no tuvo el enfriamiento previo que generalmente realizan las fábricas después de envasarla.

Se utilizaron los siguientes tipos de material de embalaje:

- Bolsas de papel-polietileno importado.
- Bolsas de papel-polietileno nacional.
- Sacos de yute con una bolsa de polietileno de 1.25 milésimos.
- Sacos de yute comunes.

Las características de estos materiales ya han sido descritas en el párrafo 2. 1. Este sistema de almacenamiento se realizó en escala industrial, es decir, cada ruma con 180 unidades de cada material (10 de base \times 18 de alto).

3.1 Variación de la Temperatura promedio de la harina en el apilado directo (Gráfico N° 7).

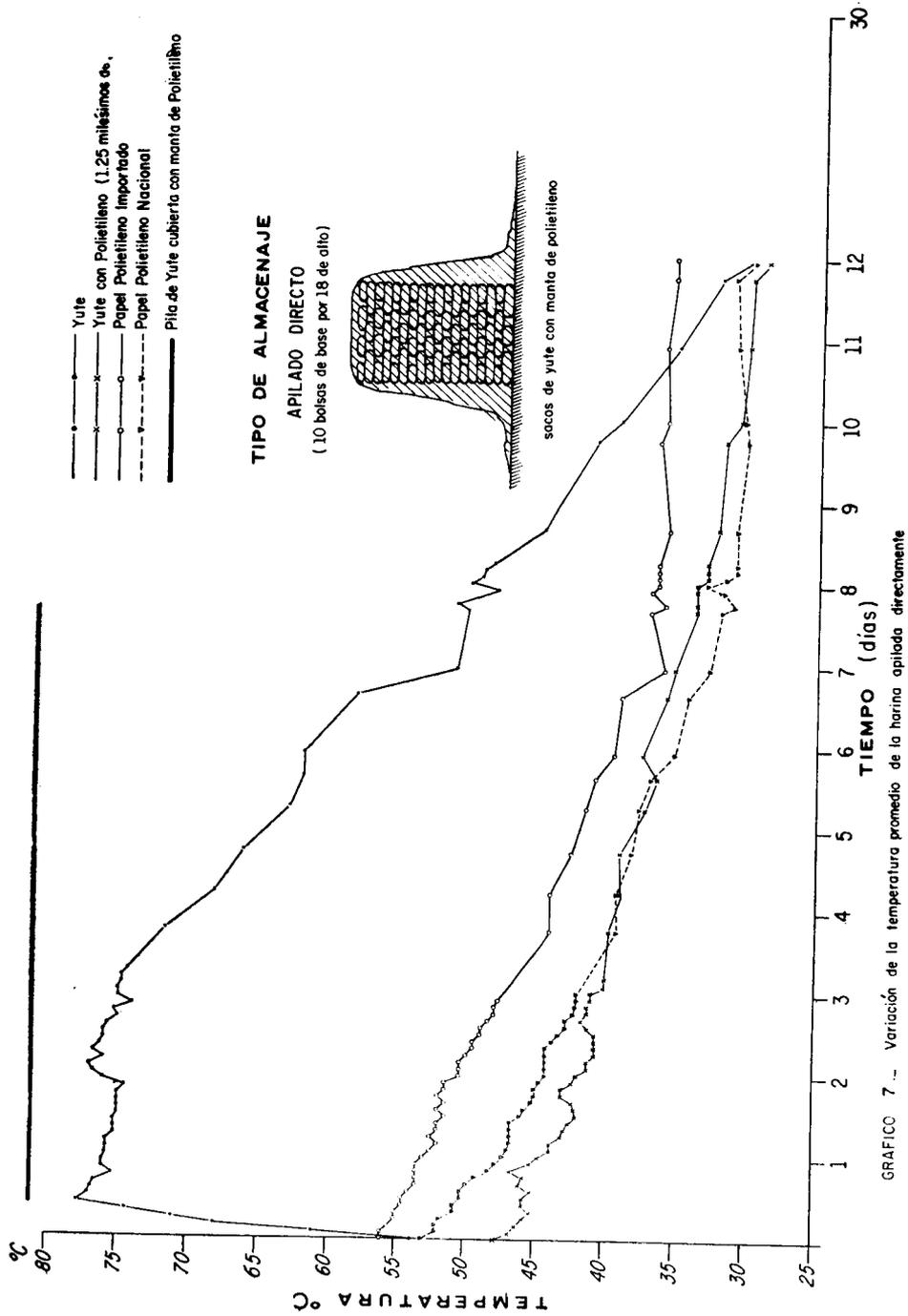
Para el control de temperatura se colocó termómetros de larga distancia en alturas correspondientes a la 5ª, 9ª y 13ª bolsa o saco interno en cada ruma.

Se controló las condiciones ambientales mediante un termohigrógrafo y los datos promedios obtenidos fueron los siguientes:

| | Temperatura °C | | % Humedad relativa | |
|-------|----------------|--------|--------------------|--------|
| | Máxima | Mínima | Máxima | Mínima |
| Día | 30 | 23 | 90 | 70 |
| Noche | 23 | 21 | 100 | 90 |

Las variaciones de temperatura promedio fueron las siguientes:

—En la pila de bolsas de papel-polietileno importado, la harina tuvo como temperatura inicial 56°C, permaneciendo con ésta constante aproximadamente 2 horas y luego comenzó a descender paulatinamente, hasta registrar 36°C a los 10 días de almacenamiento.



—La ruma de harina en bolsas de papel-polietileno nacional, presentó una temperatura promedio inicial de 53°C, y empezó a descender inmediatamente y en forma progresiva, de tal manera que a los 10 días de almacenamiento tenía 30°C.

—En la ruma de harina en sacos de yute con una bolsa interior de polietileno de 1.25 milésimos de pulgada de espesor, la temperatura inicial promedio fue de 48°C, la cual descendió en forma irregular hasta obtener a los 10 días de almacenamiento la temperatura de 30°C.

Pero si bien las 3 rumas anteriores tienen un comportamiento en líneas generales, bastante parecido, en cambio en la pila de sacos de yute, con una temperatura inicial promedio de 54°C, a las 9 horas de apilada había subido a 76°C (una bolsa interior presentaba 80°C). Creimos oportuno en ese momento, cubrir totalmente esta última pila con una manta de polietileno, con el fin de frenar el libre acceso del Oxígeno del aire a la harina y de esta manera impedir que continuara aumentando la temperatura. Una vez colocada la manta, la temperatura ascendió solamente 1°C y permaneció así durante 3 horas, para después descender muy lentamente.

Después de haber transcurrido 7 días, la temperatura había descendido hasta 50°C. Entonces se procedió a retirar la manta de polietileno para aerear la ruma y consecuentemente la harina, con el propósito de observar si aún existía tendencia al calentamiento. La temperatura ascendió solamente 1°C para nuevamente iniciar su descenso y a los 12 días de almacenamiento registraba una temperatura promedio de 30°C.

3.2 Análisis químico promedio de la harina al comienzo de la prueba.

| Papel-polietileno importado | | Papel-polietileno nacional | |
|--|---------|-----------------------------------|---------|
| Humedad | 3.80 % | Humedad | 6.70 % |
| Grasa | 11.20 % | Grasa | 10.50 % |
| Proteínas | 66.43 % | Proteínas | 65.87 % |
| Sales Minerales | 16.18 % | Sales Minerales | 15.40 % |
| Yute con bolsa de polietileno de 1.25 milésimos de pulgada de espesor | | Yute común | |
| Humedad | 5.40 % | Humedad | 4.30 % |
| Grasa | 11.20 % | Grasa | 10.90 % |
| Proteínas | 66.18 % | Proteínas | 66.35 % |
| Sales Minerales | 15.60 % | Sales Minerales | 16.40 % |

3.3 Transvase de la harina de una ruma que había sido apilada directamente, a sacos de yute.

Se realizó esta operación con la finalidad de controlar la variación de temperatura y mediante ella observar el grado de curado de la harina almacenada directamente.

Para esta prueba se utilizó las bolsas de papel-polietileno nacional, que después de haber estado almacenadas durante 40 días, se transvasó total-

mente la ruma a sacos de yute, aereando la harina y de inmediato se apilaron nuevamente; se colocaron los termómetros de larga distancia en la misma forma que se indica en el párrafo 3.1. Al realizar el transvase se observó que el aspecto de la harina era de color uniforme y no presentaba grumos.

La temperatura inicial promedio antes del transvase fue de 25°C y después de efectuado éste, se realizaron controles cada 2 horas; a las 14 horas tenía 28°C, es decir, solamente 3°C más que la inicial. Se continuó el control hasta las 81 horas y se observó que la temperatura permanecía prácticamente constante.

4. COMPLEMENTO AL ESTUDIO DEL CURADO PROGRESIVO DE LA HARINA

Este estudio se realizó para determinar el grado de oxidación de la grasa contenida en la harina con relación al tipo de envase y al tiempo de curado.

4.1 Ejecución del trabajo

Tipos y condiciones específicas de los envases empleados:

—Bolsas de papel de 6 pliegos.

—Bolsas de polietileno de 6 milésimos de pulg. de espesor.

—Frascos de vidrio (Cerrado hermético). Que se denominarán Tipo E.

—Frascos de vidrio con atmósfera inerte (cerrado hermético). Tipo F. Los frascos de vidrio tienen una capacidad de 3 litros.

En esta oportunidad se ha utilizado para el almacenamiento, envases del tipo abierto y del tipo hermético, además se ha incluido las bolsas de polietileno, que representan un tipo intermedio.

Se llenaron con harina 10 unidades de cada tipo de envase mencionados anteriormente y se efectuaron los siguientes ensayos:

—Extractibilidad de la grasa con éter etílico.

—Medición de la avidéz de absorción de Oxígeno por la harina.

—Determinación del índice de Iodo en la grasa extraída de la harina.

Se efectuaron estos ensayos al iniciar la prueba, a los 4, 11, 19, 30 y 60 días de almacenamiento.

Características promedio de la harina utilizada en los envases al iniciar la prueba

| Envase | % Humedad | % Grasa |
|---|-----------|---------|
| Bolsas de papel de 6 pliegos | 4.2 | 9.1 |
| Bolsas de polietileno de 6 milésimos de pulgada | 3.2 | 9.2 |
| Frascos de vidrio Tipo E. | 3.1 | 8.7 |
| Frascos de vidrio Tipo F. | 3.2 | 8.7 |

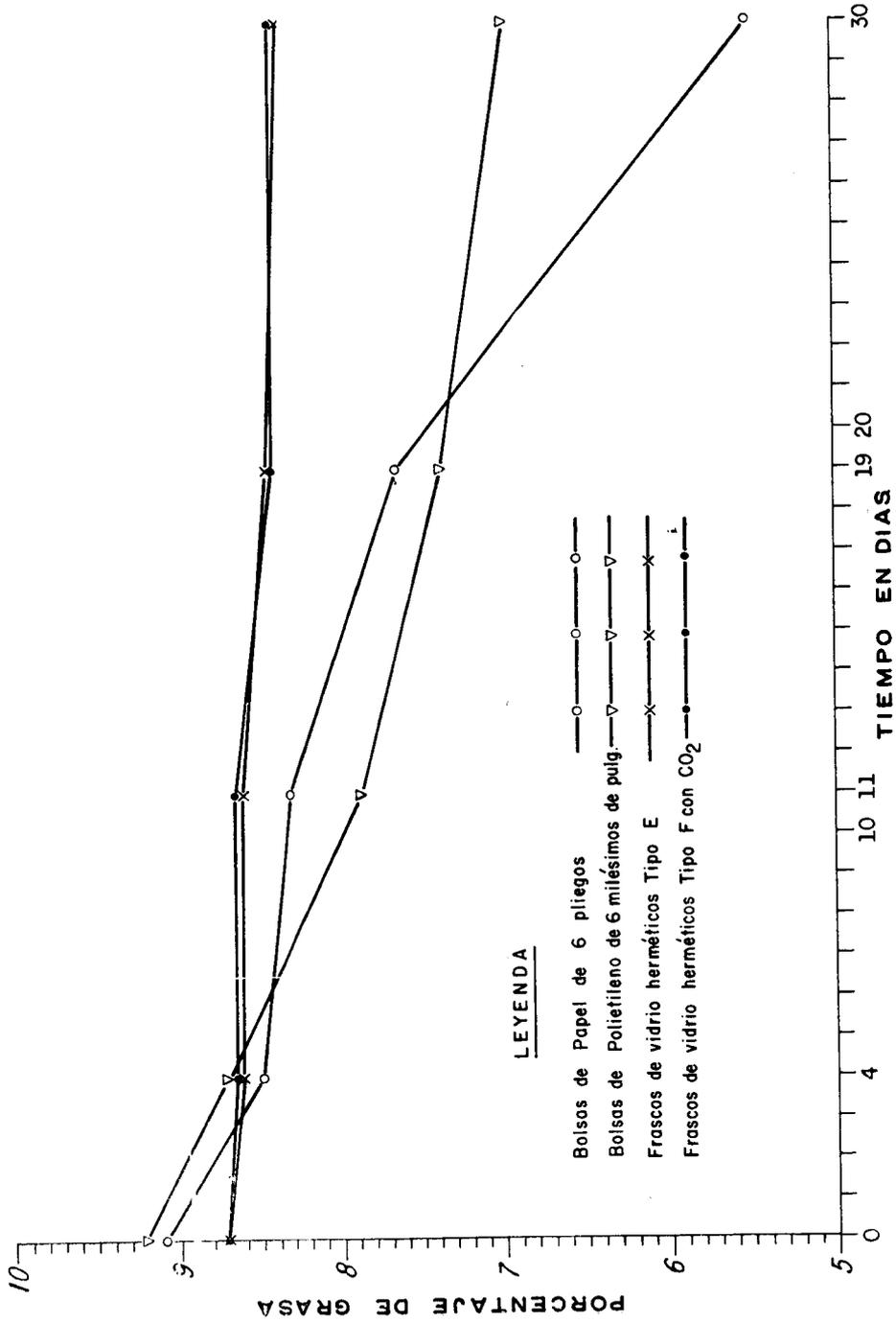


GRAFICO 8... Extractibilidad de la grasa con éter éiflico

4.2 Extractibilidad de la grasa con éter etílico (Gráfico N° 8). Los resultados fueron los siguientes:

| Envases | % de grasa | | | | | |
|-----------------------------|------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| | Inicial | 4 días | 11 días | 19 días | 30 días | 60 días |
| Papel de 6 pliegos | 9.1 | 8.5 | 8.3 | 7.6 | 5.5 | 5.2 |
| Polietileno de 6 milésimos. | 9.2 | 8.7 | 7.9 | 7.4 | 7.1 | 7.0 |
| Fascos de vidrio Tipo E. | 8.7 | 8.7 | 8.6 | 8.4 | 8.3 | 7.8 |
| Fascos de vidrio Tipo F. | 8.7 | 8.7 | 8.7 | 8.4 | 8.3 | 7.9 |

En los fascos de vidrio tanto del Tipo E como del Tipo F, el tenor graso de la harina se mantuvo practicamente constante hasta los 30 días, llegando a tener a los 60 días una disminuci3n de 0.9% y 0.8% de grasa respectivamente de su porcentaje inicial.

En las bolsas de polietileno de 6 milésimos de pulgada de espesor, en el lapso de 30 días el porcentaje inicial de grasa sufrió una merma de 2.1%. En cambio, en las bolsas de tipo abierto (papel), en el mismo tiempo hubo una disminuci3n de 3.6% de su porcentaje inicial, es decir que su contenido graso tuvo una considerable oxidaci3n.

4.3 Medici3n de la avides de absorci3n de Oxígeno por la harina.

(Gráficos Nos. 9 y 9a.)

Esta prueba se realiz3 en fascos de vidrio, donde se introdujo una cantidad determinada de harina y se conectaron a columnas de Mercurio. Se control3 el tiempo necesario en horas, para obtener una absorci3n que indicara una diferencia de milímetros en la columna de Mercurio.

La velocidad de absorci3n del Oxígeno, nos indica el grado de actividad de la harina, propiedad que tiene relaci3n directa con el incremento de temperatura, como podemos observar en el gráfico N° 9. Al comenzar la prueba, la avides de la harina contenida en los diferentes envases fue progresando rapidamente con relaci3n al tiempo, tan es así que a la primera hora, la harina procedente de los diferentes envases registraban valores entre 73 y 96 milímetros de Mercurio. Estos valores fueron aumentando y a las 5 horas estaban entre 130 y 166 mm.

En el gráfico N° 9a, referente a la harina *almacenada durante 4 días*, observamos en líneas generales una disminuci3n de la avides. La harina procedente de los diferentes tipos de envase, a la primera hora tuvo valores comprendidos entre 6 y 18 mm. A las 5 horas les del Tipo E y Tipo F alcanzaron 105 y 97 mm. La harina de las bolsas de polietileno registraba 18 mm. y la contenida en las bolsas de papel tan solo 6 mm.

A los 60 días de almacenamiento se constató que la avides de la harina con relaci3n al tiempo había disminuído considerablemente.

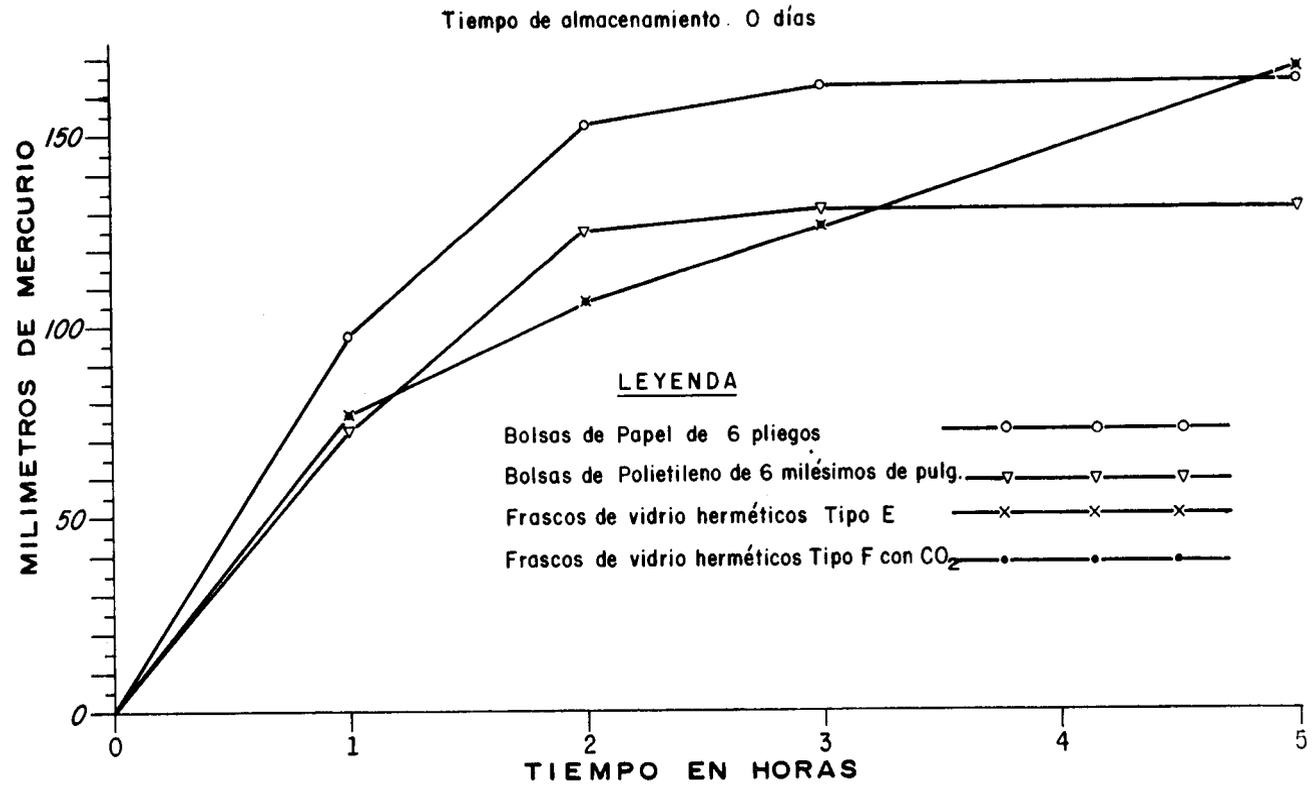


GRAFICO 9.- Avidéz de absorción de Oxígeno por la harina.

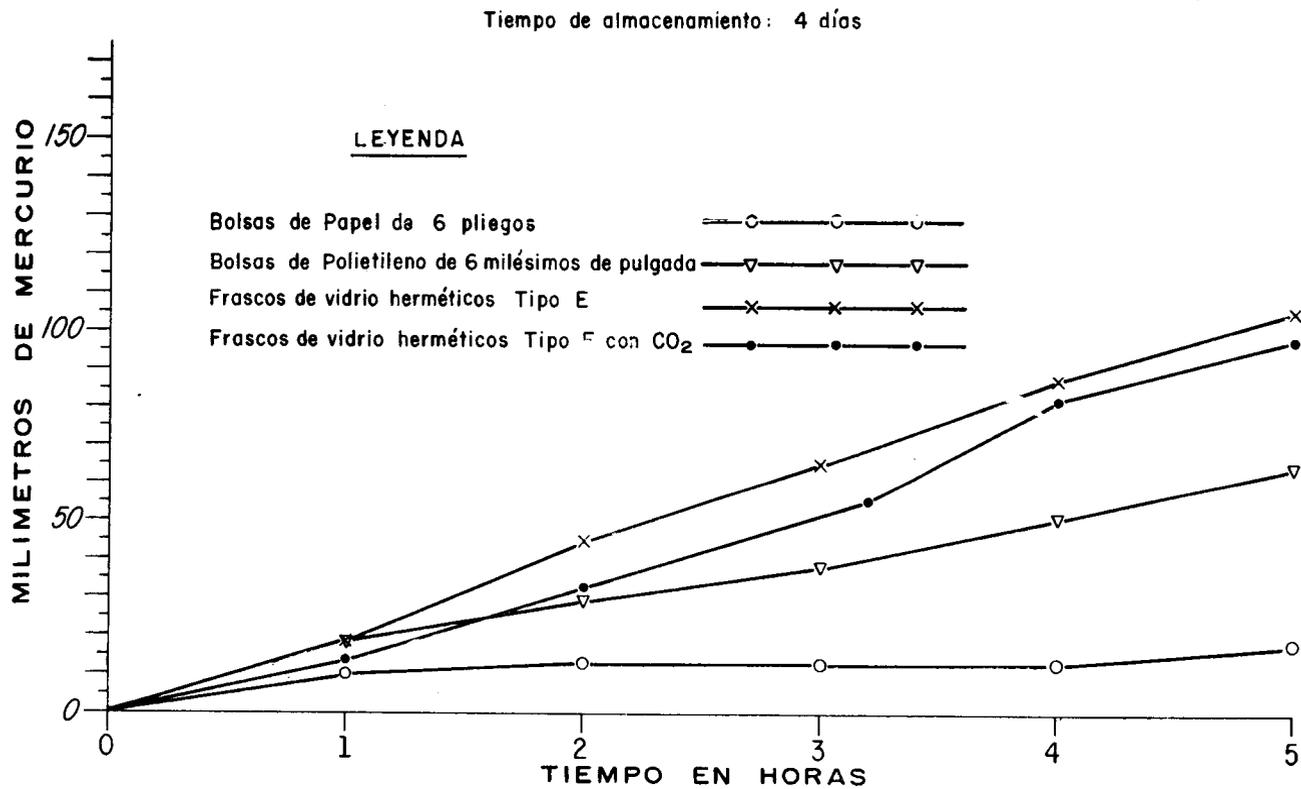


GRAFICO 9a.- Aidez de absorción de Oxígeno por la harina.

La harina procedente de los envases Tipo E y Tipo F durante las 5 primeras horas no registraban aidez alguna, pero a las 23 horas ya tenían 27 y 26 mm. y a los 3 días, 105 y 117 mm. respectivamente. Mientras que la del envase de polietileno a las 23 horas tenía 6 mm. y a los 3 días solamente 18 mm.

La harina de las bolsas de papel no registró aidez alguna durante los 3 primeros días de control.

4.4 Determinación del índice de Iodo en la grasa extraída de la harina. (Gráfico N^o 10).

Los resultados fueron los siguientes:

El índice de Iodo inicial promedio de la grasa extraída de la harina fresca fue de 169.

La grasa extraída de la harina contenida en los frascos de vidrio Tipo E y Tipo F a los 4 días de almacenamiento tuvieron un índice de Iodo de 169 y 167 respectivamente. Estos valores se mantuvieron casi constante y a los 19 días registraban un índice de Iodo de 165 y 160 y a los 30 días 150 y 157, esta pequeña diferencia podría atribuirse a una posible polimerización. En próximos ensayos trataremos de verificar esta posibilidad. En las bolsas de polietileno de 6 milésimos de pulgada de espesor, a los 4 días de almacenamiento el índice de Iodo era de 167, a los 19 días 148, es decir que el curado se producía en forma muy lenta, de manera que a los 30 días tenía 144.

En las bolsas de papel (envase del tipo abierto) a los 4 días de almacenamiento la grasa registró un índice de Iodo de 131, la disminución fue tan pronunciada que a los 30 días tuvo un valor de 97.

CONCLUSIONES

- 1.— Los resultados obtenidos, en los ensayos relacionados con el almacenamiento de la harina de anchoveta, demuestran el efecto benéfico de una película protectora de polietileno en el material de envase, evitando el calentamiento espontáneo y mantenimiento prácticamente constante la calidad de la harina.
- 2.— El grado de permeabilidad de la película protectora de polietileno ha de elegirse adecuadamente, a fin de permitir un acceso del Oxígeno en cantidad suficiente y en forma progresiva, es decir, que los ácidos grasos no saturados de la grasa contenida en la harina, se oxiden lentamente, de tal manera que el calor producido se disipe en el medio ambiente.
- 3.— La harina contenida en un envase eficiente no debe presentar un incremento notable de temperatura durante el almacenamiento en el apilado directo.
- 4.— Una "Harina Curada" es aquella que su contenido graso ha sufrido un proceso de oxidación tal, que su índice de Iodo tenga valores in-

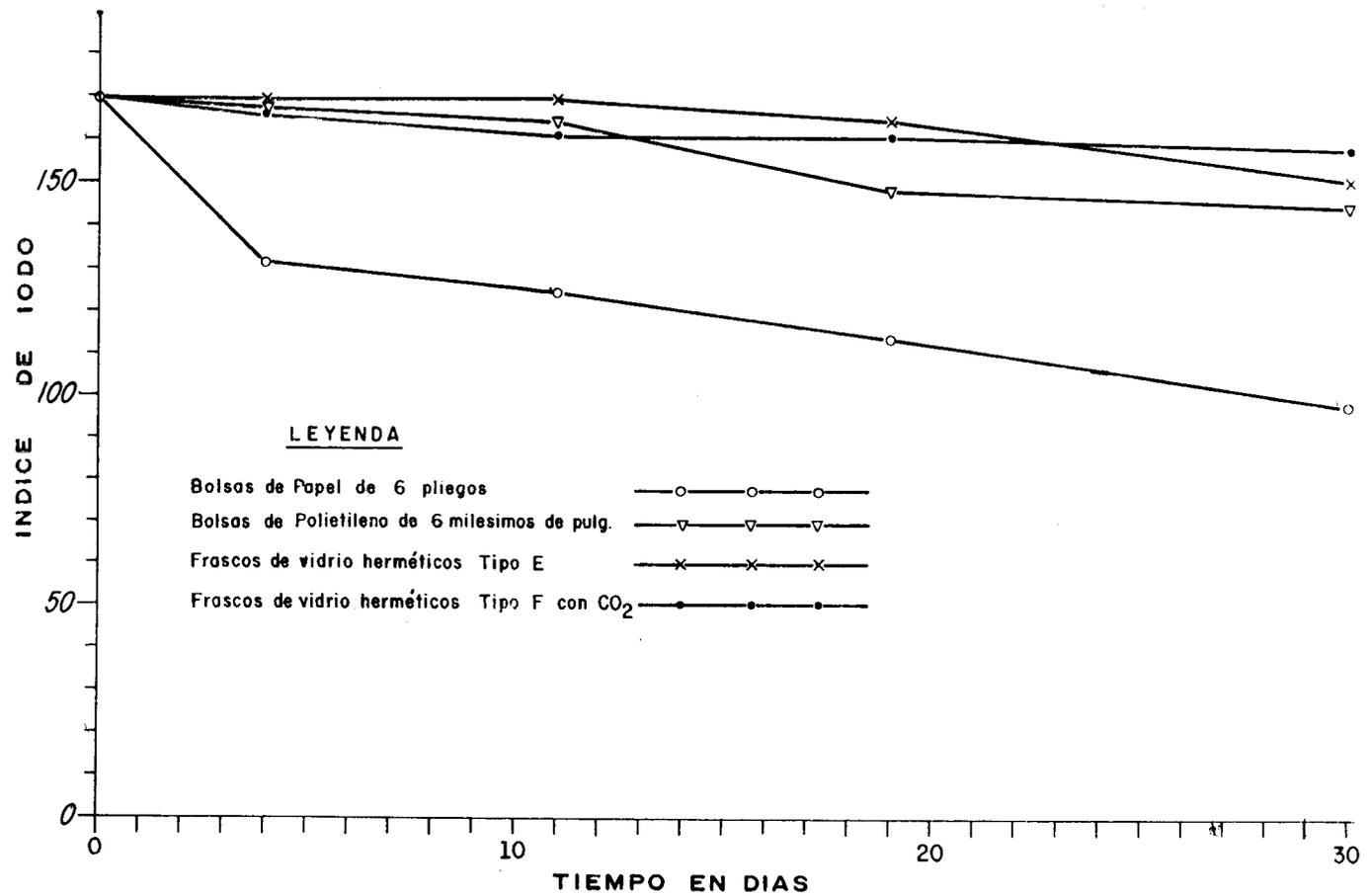


GRAFICO 10.- Variación del Índice de Iodo de la grasa extraída de la harina en diferentes tipos de envase

feriores a 90 y que por consiguiente no presente tendencia al calentamiento.

- 5.— Para que un envase eficiente cumpla su cometido es necesario que la harina fresca reúna las siguientes características: un tenor de grasa menor del 10% y un contenido de humedad que oscile entre 6-7%. De esta forma se evitará el riesgo de la combustión espontánea y la proliferación de hongos.