

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Química

EFECTO DEL CONTENIDO DE GRASA EN
CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS, PORCENTAJE DE
ESPONJAMIENTO Y CONTENIDO CALORICO EN HELADO
DE CREMA CON SABOR A FRESA

MARTA MERCEDES URTUZUASTEGUI FIGUEROA



Guatemala

1993



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
TRUJILLO, PERU

**EFFECTO DEL CONTENIDO DE GRASA EN
CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS, PORCENTAJE DE
ESPONJAMIENTO Y CONTENIDO CALORICO EN HELADO
DE CREMA CON SABOR A FRESA**

EFFECTO DEL CONTENIDO DE GRASA EN
CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS, PORCENTAJE DE
ESPONJAMIENTO Y CONTENIDO CALORICO EN HELADO
DE CREMA CON SABOR A FRESA

TRUJILLO, PERU



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Química

EFECTO DEL CONTENIDO DE GRASA EN
CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS, PORCENTAJE DE
ESPONJAMIENTO Y CONTENIDO CALORICO EN HELADO
DE CREMA CON SABOR A FRESA

MARTA MERCEDES URTUZUASTEGUI FIGUEROA

Trabajo de investigación presentado para optar
al grado académico de
Licenciado en Ingeniería y Ciencias de los Alimentos

Guatemala

1993

Vol. 50 . . .

(1) Ana Silvia C de Ruiz
Lic. Ana Silvia Colmenares de Ruiz
Asesor

Tribunal:

(1) Ana Silvia C de Ruiz
Lic. Ana Silvia Colmenares de Ruiz

(1) Patricia de Palomo
Lic. Patricia Palacios de Palomo

(1) Roberto de León Fajardo
Lic. Roberto de León Fajardo

Fecha de aprobación: 25 de octubre de 1993.

A mi mamá y
mi hermano.
A mi novio.
A mis amigos
y en especial a mi Muti.

CONTENIDO

	Páginas
RESUMEN	XI
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION BIBLIOGRAFICA	5
A. Composición del helado	6
1. Especificaciones y características	8
B. Funciones de los ingredientes	13
1. Grasa de leche	14
a. Ingredientes de sustitutos de grasa	14
a.1. Sustituyentes sintéticos	15
a.2. Emulsificantes	16
a.3. Hidrocoloides	16
a.4. Sustitutos a base de almidón	18
a.5. Hemicelulosas	18
a.6. Beta-Glucanos	19
a.7. Agentes abultantes	19
a.8. Microencapsulados	19
a.9. Materiales compuestos	20
a.10. Mezclas funcionales	20
2. Sólidos de leche no grasos	21
3. Edulcorantes	22

	Páginas
4. Estabilizadores	26
5. Emulsificantes	27
6. Saborizantes	27
C. Valor nutritivo de los helados	28
D. Proceso y fabricación	30
1. Mezclado	30
2. Pasteurización	30
3. Homogeneización	31
4. Añejamiento de la mezcla	31
5. Congelación	32
6. Endurecimiento del helado	33
E. Efecto de los cambios en formulación de helados en características de procesamiento y sensoriales	33
1. Reducción de grasa	33
2. Sustitución de Azúcar	34
III. JUSTIFICACION DEL PROYECTO	37
IV. OBJETIVOS	39
V. HIPOTESIS	41
VI. MATERIALES Y METODOS	43
A. Materiales	45
B. Análisis de muestras	47
VII. DISEÑO EXPERIMENTAL	51
VIII. RESULTADOS	55
A. Porcentaje de esponjamiento	55
B. Sólidos totales	55

	Páginas
C. Acidez	56
D. SNGL	56
E. Grasa	57
F. Agua	57
G. Contenido calórico	58
H. Análisis sensorial	58
1. Dulzura	59
2. Sabor a fresa	59
3. Textura	59
4. Olor	60
5. Color	60
6. Apariencia	60
IX. DISCUSION DE RESULTADOS	63
X. CONCLUSIONES	73
XI. RECOMENDACIONES	77
XII. BIBLIOGRAFIA	79
ANEXOS	
A. Descripción de métodos	83
B. Características fisicoquímicas	86
C. Cálculo desviación estándar	101
D. Análisis de varianza para un diseño completamente aleatorio	103
E. Análisis sensorial	111
F. Análisis de varianza para un diseño completamente aleatorio de bloques	113

G.	Gráficas	123
H.	Formulario de evaluación sensorial	147

RESUMEN

En el presente trabajo de tesis se elaboró un helado dietético. Se desarrollaron tres formulaciones con diferentes contenidos de grasa para evaluar el efecto del contenido de ésta en las propiedades organolépticas, características fisicoquímicas (sólidos totales, agua, sólidos de leche no grasos, grasa, acidez), porcentaje de esponjamiento y contenido calórico del producto.

El helado se endulzó con aspartame, reduciendo su contenido calórico y también para que las personas diabéticas no corran riesgo al consumirlo.

El análisis sensorial se llevó a cabo por medio de un panel sensorial que constó de 10 panelistas. Se utilizó una encuesta con escala de 1 a 7, que variaba desde incomible hasta excelente.

Los tres helados formulados fueron los siguientes: 1) helado de crema, 2) helado bajo en grasa, y 3) helado sin grasa. Todos los helados fueron con sabor a fresa.

Los helados formulados obtuvieron contenidos calóricos menores a $1/3$ del contenido calórico de un helado normal. Inclusive, el helado de crema, a pesar de ser el que contenía mayor porcentaje de grasa, tuvo un contenido calórico reducido a comparación de un helado de crema normal.

El helado de crema obtuvo el mayor porcentaje de sólidos totales, el mayor porcentaje de acidez y el mayor porcentaje de grasa.

El helado sin grasa fue el que obtuvo el mayor porcentaje de esponjamiento, el mayor porcentaje de sólidos no grasos de leche y el mayor porcentaje de agua.

El helado de crema fue el que más agradó al consumidor, mientras que el helado sin grasa no tuvo mucha aceptación.

Se realizó un análisis de varianza para analizar estadísticamente los datos. Se obtuvo que existió diferencia significativa entre las medias, con una confiabilidad del 95%, en porcentaje de esponjamiento, acidez, dulzura, sabor a fresa, color y apariencia del helado.

Se logró formular un helado de buena calidad, con un contenido calórico reducido, sin afectar en gran parte sus características organolépticas.

I. INTRODUCCION

Antes que se inventara la refrigeración, el helado era un privilegio que únicamente la realeza o las personas muy acaudaladas podían darse. Pero lo que era antiguamente reservado para la opulencia, hoy se ha convertido en uno de los postres más populares en el mundo entero, disponible en decenas de sabores y texturas. El helado ha evolucionado gradualmente durante los últimos 2000 años hasta producir cientos de parientes afines que ofrecen una alternativa para cada gusto y necesidad.

Uno de los principales factores que han influido sobre la industria de los helados en los años más recientes es la preferencia creciente del consumidor hacia productos bajos en grasas, colesterol y calorías, lo que ha forzado a los procesadores a reformular sus recetas. La industria ha respondido al lanzar postres congelados en los que se emplean nuevos ingredientes que básicamente caen en dos grupos: sustitutos de grasas y sustitutos del azúcar o endulzantes artificiales, los cuales ayudan a los consumidores a controlar su peso y alcanzar otras metas dietéticas. (Abello,1991)

La popularidad o éxito de los alimentos bajos en grasa depende, principalmente, de los siguientes factores: calidad del alimento, versatilidad del alimento, preocupación del

consumidor sobre su salud, disposición del consumidor a pagar, aprobación federal o gubernamental y las estrategias de mercado utilizadas (Barr, 1990).

En Guatemala, actualmente no se cuenta con muchos productos dietéticos que sean endulzados con algún edulcorante no nutritivo, o que utilicen algún sustituto de grasas. Este trabajo consistirá, principalmente, en la formulación de un helado bajo en grasa y que será endulzado con Nutrasweet. Por medio de esta investigación se estaría poniendo a disponibilidad del consumidor un producto, el cual, además de ser bajo en calorías, también será apto para personas que padezcan diabetes, ya que está endulzado con Nutrasweet, que no afecta el nivel de glucosa en la sangre. Esta alternativa da la oportunidad a las personas diabéticas de ingerir este postre congelado que tanto gusta sin arriesgar su salud.

Las razones por las cuales los consumidores prefieren un alimento bajo en grasa son muy diversas y pueden incluir desde el deseo de mantenerse en forma hasta querer disminuir el colesterol o mejorar la salud en general.

Según el reporte de "SALUD Y DIETA" del National Research Council, la obesidad es un factor de riesgo para enfermedades coronarias del corazón, hipertensión, diabetes adulta, enfermedades urinarias y algunos tipos de cáncer, principalmente endometrial y cáncer del busto (Kantor, 1990).

En la última década se ha generado una verdadera necesidad, así como una gran oportunidad para que la

industria láctea desarrolle productos "ligeros". Los principales motivos son los siguientes: ayudar al consumidor a perder peso y mejorar su apariencia, evadir los riesgos relacionados con la obesidad, bajar los niveles de colesterol en la sangre, disminuir el riesgo de enfermedad cardiovascular coronaria y reducir la presión arterial (Kantor, 1990).

El helado a formular será de fresa y se evaluarán parámetros como los siguientes: sabor, color, textura, olor, apariencia, porcentaje de esponjamiento, contenido de grasa, sólidos totales, sólidos no grasos de leche, agua y contenido calórico. Para evaluar las características organolépticas se realizará una evaluación sensorial y para determinar los otros parámetros se utilizarán métodos gravimétricos y analíticos (Método Roesse-Gottlieb, determinación en bomba calórica).

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

El helado es un alimento congelado que es obtenido de una mezcla de ingredientes lácteos, edulcorantes, estabilizadores, emulsificantes y saborizantes. Tal como se conoce ahora, el helado es el resultado de una evolución de cinco siglos que se inició en Europa. Pudo haberse originado de la costumbre de los corredores que llevaban nieve desde las cimas de las montañas para enfriar las bebidas de la realeza. Más tarde se descubrió que se podían congelar bebidas y jugos de frutas al menearlos dentro de una vasija cuyo exterior se enfriaba mediante una mezcla de sal y hielo. Estos productos, congelados a la consistencia de una nieve semiderretida, se parecían a los que conocemos actualmente como nieves de agua (Desrosier, 1989).

Paulatinamente se empezó a añadirles pequeñas cantidades de crema y leche, originando productos parecidos a nuestros helados de agua y crema, que son en realidad nieves de agua que contienen pequeñas cantidades de ingredientes lácteos. A medida que se le introducían mayores cantidades de leche y crema, estos productos se iban pareciendo cada vez más a nuestro helado de crema actual (Desrosier, 1989).

A principios del siglo XX, las fábricas de helado utilizaban todavía congeladores a base de hielo y sal. Hoy en día los congeladores continuos de cilindros múltiples producen más de 4000 litros de helado congelado uniformemente

por hora. Los adelantos en la tecnología y comercialización de lácteos resultaron en la producción de más de 2900 millones de litros de helados con 1450 millones de litros adicionales de productos relacionados (Potter, 1973).

A.- Composición del helado

Los postres lácteos congelados se diferencian de otros productos lácteos en tres formas:

- 1.- Se pretende que se consuman en estado congelado.
- 2.- Se obtiene un aumento de volumen sustancial añadiendo aire, el cual no contribuye absolutamente al contenido calórico del producto.
- 3.- Los niveles de grasa y sólidos totales pueden variar en un amplio rango (Tharp, 1990).

En la fabricación del helado y productos análogos se emplean ingredientes lácteos de muchas formas. Estos pueden incluir leche entera, leche descremada, crema, crema congelada, mantequilla, aceite de mantequilla, productos de leche condensada y productos de leche en polvo. La composición del helado es a base de grasa de leche (grasa butírica) y sólidos de leche no grasos derivados de los ingredientes mencionados anteriormente, además de azúcar (miel, sacarosa, glucosa, azúcar invertido, sorbitol y aspartame), estabilizador, emulsionante, materiales saborizantes, agua y aire (Desrosier, 1989).

También se pueden utilizar huevos y productos derivados

(huevos en polvo, huevo líquido, yemas congeladas, etc.), grasas diversas (de origen lácteo y de origen vegetal), frutas y zumos de frutas (piña, naranja, limón, fresas, pasas, etc.), cacao, café y harinas de cereales. Todos estos componentes contribuyen a determinar la composición del helado en vitaminas, proteínas, etcétera (Madrid, 1992).

En Guatemala existen algunas especificaciones para helados y mezclas de helados, las cuales se encuentran en las Normas de COGUANOR. Estas normas tienen como objetivo principal establecer las características y especificaciones que deben cumplir los helados y mezclas para helados producidos en el país o de origen extranjero (COGUANOR, 1987).

Según COGUANOR, los helados se pueden clasificar en: helado de crema, helado especial de leche, helado cremoso, nieve y helado de agua. Un producto se designará como "helado" seguido de una expresión que permita identificar el tipo y sabor del mismo (COGUANOR, 1987).

1. Especificaciones y características

Los helados y las mezclas para helados deberán ser elaboradas y envasados bajo estrictas condiciones higiénico sanitarias y, por lo mismo, deberán ser sanos, libres de contaminación, así como de cualquier defecto que pueda afectar a la comestibilidad, a la posibilidad de adecuada conservación o al buen aspecto del producto final.

Los requisitos físicos y químicos que deben cumplir los helados se muestran en el cuadro a continuación:

Cuadro # 1

REQUISITOS FISICOS Y QUIMICOS DE LOS HELADOS

Características	HdeC	HEL	HC	Nieve	HA
Sólidos Totales en % masa, mínimo	35	30	28	20	15
Grasa de leche en % masa	10	4-10	--	1-2.5	--
Grasa no Láctea % masa, mínimo	--	--	8	--	--
Proteínas en % masa, mínimo	2.5	2.5	2.5	2.5	--
Masa por volumen, en g/L, mínimo	450	450	450	--	--
HdeC= Helado de crema HC= Helado cremoso		HEL= Helado especial de leche HA= Helado de agua			

(COGUANOR, 1987)

Las características microbiológicas especifican que los helados no deberán contener microorganismos en un número mayor a lo especificado en el siguiente cuadro.

Cuadro # 2

CARACTERÍSTICA MICROBIOLÓGICAS DE LOS HELADOS

Microorganismos	n(1)	c(2)	m(3)	M(4)
Recuento total, por gramo	5	2	5×10^4	10^5
Coliformes, por gr	5	2	10	10^3
<u>Salmonella</u> , en 25gr	5	0	0	0
<u>Staphylococcus aureus</u> por gramo	5	2	0	10^2
<u>E. coli</u> , por gramo	5	2	0	10

n(1)= número de muestras que debe analizarse

c(2)= número de muestras que se permite que tengan un recuento mayor que m pero no mayor que M.

m(3)= recuento máximo recomendado

M(4)= recuento máximo permitido.

(COGUANOR, 1987)

En Estados Unidos existen leyes federales y estatales que reglamentan el mínimo y algunas veces también el máximo de los distintos ingredientes. En el siguiente cuadro se muestran las normas mínimas para postres de leche congelados en Estados Unidos.

Cuadro # 3

NORMAS MINIMAS PARA POSTRES DE LECHE CONGELADOS

	Helado Simple	Helado Sabores Concentrados	Leche helada	Sorbete de fruta	Helado de agua
Grasa de Leche min(%)	10.0	8.0	2.0	1.0	-----
max(%)	-----	-----	7.0	2.0	-----
Sólidos de Leche min(%)	20.0	16.0	11.0	5.0	-----
max(%)	-----	-----	-----	5.0	-----
Sólido alimenticio min (lb/gal)	1.60	1.60	1.30	---	-----
Peso Min (lb/gal)	4.50	4.50	4.50	6.0	-----
Estabilizador max(%)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Emulsificador max(%)	0.30	0.30	0.30	0.30	-----
Sales max(%)	0.24	0.24	0.24	-----	-----
Acidez min(%)	-----	-----	-----	0.35	0.35

(Desrosier, 1989)

El fabricante puede seleccionar de una alta variedad de ingredientes, tal como lo especifican las definiciones y Normas COGUANOR para los postres congelados. Estos ingredientes opcionales se agrupan de la siguiente manera:

- a.- Ingredientes lácteos
- b.- Ingredientes edulcorantes
- c.- Ingredientes saborizantes
- d.- Otros ingredientes opcionales
- e.- Estabilizadores y emulsificantes
- f.- Sales minerales
- g.- Colorantes (Desrosier, 1989)

La calidad del helado depende, primero de las selecciones de buenos ingredientes y en segundo lugar de una mezcla bien balanceada.

Un helado de crema normal de buena calidad contiene aproximadamente 12% de grasa de leche, 11% de sólidos de leche no grasos, 15% de azúcar, 0.2% de estabilizador, 0.2% de emulsionante y un porcentaje de vainilla. Esto da un total de sólidos de 38.4% y el resto es agua. A esto se pueden agregar otros ingredientes tales como nueces, fruta, chocolate, huevos, sabores adicionales, etc. Estas fórmulas se alteran cuando se desean producir helados de lujo o tipo francés que pueden contener un 18% de grasa, productos como el helado suave o mantecado que puede contener sólo un 4% y nieves de agua que generalmente no contienen grasa alguna (Desrosier, 1989).

A continuación se muestra un cuadro con las fórmulas representativas de los postres congelados dependiendo de su calidad.

Cuadro # 4

FORMULAS REPRESENTATIVAS DE POSTRES CONGELADOS

	Helado		Leche helada (%)	Sorbete (%)	Nieve (%)	Batido blando (%)
	De primera (%)	Normal (%)				
Grasa de leche	16.0	10.5	3.0	1.5	---	6.0
SNGL	9.0	11.0	12.0	3.5	---	12.0
Sacarina	16.0	12.5	12.0	19.0	23.0	9.0
S. miel de maíz	---	5.5	7.0	9.0	7.0	6.0
Estabilizador	0.1	0.3	0.3	0.5	0.3	0.3
Emulsificante	---	0.1	0.15	---	---	0.2
Sólidos Totales	41.1	39.9	34.45	33.5	30.3	33.5
Lb/gal mezcla (gr/cc)	1.10	1.12	1.135	1.137	1.128	1.11
Esponjamiento	65 - 70	95-100	90-95	50	10	40

(Desrosier, 1989)

De los ingredientes principales del helado, la grasa de

leche es el más costoso, de manera que, por lo general, cuanto mayor sea el contenido de grasa, más caro será el producto.

En los postres congelados el aire y el agua son ingredientes necesarios. Ambos ingredientes son importantes para el sistema físico-químico que representa al helado y dan al producto la palatibilidad, textura y cuerpo necesario para una buena calidad y características agradables al comerlos. Al helado se introduce una gran cantidad de aire, de forma que este constituye un producto batido. Este es introducido mediante el batido, en forma de pequeñas células de aire. Esto es necesario a fin de prevenir que el helado sea demasiado denso, duro y frío en la boca (Desrosier, 1989).

El incremento en volumen del producto que se obtiene por la incorporación de aire se conoce como esponjamiento y se define como el volumen de helado obtenido en exceso al volumen de la mezcla y se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Esponjamiento} = \frac{\text{Volumen helado} - \text{Volumen mezcla}}{\text{Volumen de mezcla}} \times 100$$

Volumen de mezcla

(Desrosier, 1989)

B.- Funciones de los ingredientes

Los principales ingredientes del helado, como se mencionó anteriormente, son: Grasa de leche, sólidos no grasos, azúcar, estabilizadores, emulsificantes y

saborizantes. Algunas de las funciones más importantes de estos ingredientes se muestran a continuación:

1. Grasa de leche. La grasa de leche enriquece el sabor y lo hace cremoso. Además, produce una característica suave y un cuerpo compacto en el helado, por lo que es el ingrediente más importante. También es una fuente concentrada de calorías y contribuye al valor energético del helado. La grasa de leche permite que el helado forme cristales más pequeños de hielo y mejore su textura. Las principales fuentes de grasa de leche son la crema fresca, la leche entera, crema congelada, crema plástica y mantequilla (Desrosier, 1989).

Si se quiere fabricar un helado "ligero", bajo en calorías, este producto debe proporcionar un mínimo de 1/3 menos de calorías que el producto de referencia (Tharp, 1990). Para que un helado sea bajo en calorías se pueden utilizar sustitutos de grasas, agentes voluminizantes o un edulcorante no nutritivo bajo en calorías. Algunas veces es necesario utilizar una mezcla de estos.

Actualmente se cuenta con una gran cantidad de materiales, en su mayoría hidrocoloides de varios tipos, que pueden usarse paralelamente con otros componentes para producir productos alimenticios de alta calidad, bajos en grasa o sin grasa (Glicksman, 1991).

a. **Ingredientes de los sustitutos de grasas:**

Los parámetros que producen la sensación de algo grasoso o aceitoso son los siguientes: viscosidad (cuerpo), lubricidad (cremosidad, suavidad), absorción o adsorción, cohesividad, adhesividad, etc. Por lo tanto, los ingredientes que puedan proporcionar estos estímulos organolépticos pueden ser utilizados como sustitutos de grasas (Glicksman, 1991).

Los materiales que tienen estas propiedades caen dentro de la categoría de polímeros de polisacáridos, que se conocen con el nombre de hidrocoloides.

Existen varias categorías, entre las cuales están las siguientes:

a.1. Sustituyentes sintéticos o grasas artificiales: Se ha progresado mucho en la reducción de la grasa con el proceso de definir las cualidades moleculares de las grasas e imitarlas usando otros ingredientes con menos calorías. La grasa consiste en un éster de glicerol y ácidos grasos.

Los tres ácidos grasos esterificados en el glicerol son los que proporcionan las propiedades físicas y sensoriales de la grasa y proveen la densidad calórica (Alimentos Procesados, 1993).

Dos enfoques fundamentales se han utilizado para diseñar sustitutos moleculares de la grasa que tienen las mismas propiedades que los triglicéridos durante el horneado, cocido o freído, pero con un contenido menor o nulo de calorías.

Uno incluye el diseño de una espina dorsal a la cual los ácidos grasos se pueden adherir de una manera que conserven sus propiedades funcionales pero que al mismo tiempo bloquear la digestión.

El otro usa la espina dorsal del glicerol, agregando porciones que no pueden ser digeridas o que contribuyen con menos de nueve calorías por gramo (Alimentos Proc., 1993).

Procter and Gamble utilizó la primera opción para crear Olestra, un poliéster de sucrosa, que es un sustituyente sintético de grasa. Este material se forma por medio de la esterificación de sucrosa con ácidos grasos de cadena larga. Al esterificar de seis a ocho de los grupos hidroxilo de la sucrosa, se obtienen materiales que poseen las propiedades físicas y apariencia de las grasas comunes, pero que son resistentes a la hidrólisis enzimática por enzimas pancreáticas y microbianas. Por lo tanto no son digeridas ni absorbidas y no proporcionan calorías.

Lamentablemente, ningún material sintético ha sido aprobado para uso alimenticio (Alimentos Procesados, 1993).

a.2. Emulsificantes: Estos actúan como verdaderas grasas, pero debido a que tienen el mismo valor calórico de las grasas, no existe ventaja al utilizarlas como sustitutos de grasa. Además, existen restricciones en su uso y muchos de ellos causan sabores particulares al utilizarse a niveles altos (Glicksman, 1991).

a.3. Hidrocoloides: Por definición, los hidrocoloides son materiales poliméricos de cadena larga que endurecen o gelifican en sistemas acuosos. Proporcionan viscosidad y espesamiento en todos los casos y gelifican en la mayoría. Además poseen propiedades emulsificantes, estabilizadoras, encapsuladoras y de batido. En el cuadro a continuación se muestran algunas de estas propiedades:

CUADRO # 5

PROPIEDADES FUNCIONALES DE LOS HIDROCOLOIDES

FUNCION	EJEMPLO
Adhesiva	Betunes, glaciados, turrone
Agente de unión	Alimento para animales
Agente de cuerpo	Bebidas dietéticas
Inhibidor de Cristalización	Helado, comidas congeladas
Agente clarificador	cerveza, vino
Emulsificante	Aderezo para ensalada
Agente encapsulador	Sabores en polvo
Sustituto de grasa	Helado, panadería
Fibra dietética	Cereales y bebidas
Agente floculante	Vino
Estabilizador de espuma	Cerveza
Agente gelificante	Pudines
Estabilizador	Aderezos para ensalada, helados

(Glicksman, 1991)

En años recientes, los atributos funcionales de los hidrocoloides incluyen dos beneficios a la salud muy importantes:

1.- Fisiológicamente, los hidrocoloides funcionan como fibra soluble al ser ingeridos, por lo que son efectivos en la disminución de colesterol en la sangre y moderan el efecto de la glucosa en la diabetes. A niveles altos, se ha comprobado que los hidrocoloides son buenas fuentes de fibra soluble (Glicksman, 1991).

2.- Los hidrocoloides poseen la habilidad de imitar y reemplazar la grasa en alimentos procesados.

a.4. Sustitutos a base de almidón: Se continúan los trabajos buscando sustitutos de grasa, ingredientes que puedan desempeñar una o las múltiples funciones de la grasa, pero que estén compuestos por ingredientes reconocidos como "seguros" por el FDA. Se sabe que el almidón degradado a compuestos de bajo peso molecular con equivalentes de dextrosa bajos, poseen propiedades reductoras de grasa.

a.5. Hemicelulosas: Generalmente se definen como polisacáridos de plantas que son extraíbles con soluciones acuosas de álcali, con la exclusión de las típicas gomas solubles en agua y almidones (Glicksman, 1991).

Los componentes útiles de las hemicelulosas se han identificado también en otros materiales de la planta, por ejemplo: fibra de azúcar de remolacha FIBREX[®], fibra de

soya FIBRIM[®] y fibra de almendra AF FIBER[®].

a.6. Beta-Glucanos: Estos son esencialmente un subgrupo de las hemicelulosas y se pueden encontrar en todos los cereales, incluyendo trigo y sorgo, pero su concentración es mayor en la avena (Glicksman, 1991).

a.7. Agentes abultantes solubles: Se pueden aumentar las propiedades de viscosidad y de espesamiento de los hidrocoloides agregando agentes abultantes solubles como: sorbitol, glicerol o hidrolizados de almidón hidrogenados. Esto es muy importante cuando los componentes del sirope de maíz o del azúcar son reducidos o eliminados. Si el problema es disminuir el contenido calórico, el agente abultante a utilizar es la polidextrosa (Glicksman, 1991).

a.8. Microencapsulados: En la lista de los ingredientes considerados como seguros y aprobados por el FDA se encuentran las proteínas en micro-partículas, que en una suspensión funcionan en la boca como pequeñas bolitas simulando la cremosidad de la grasa pero con sólo una fracción de calorías. La clave de esta tecnología es el pequeñísimo tamaño y la uniformidad de los esferoides proteínicos. Se pueden utilizar en combinación con los hidrocoloides para proporcionar una sensación de flujo aceitoso a la formulación y también a la percepción bucal.

Algunos ejemplos de microencapsulados son los

siguientes:

- a.- Celulosa microcristalina (Avicel[®] , FMC Corp. Philadelphia, Pa.)
- b.- Celulosa Microfibrilada (ITT-Rayonier, Stamford, Conn.)
- c.- Proteínas microencapsuladas de huevo, leche y suero (SIMPLESSE[®] , Nutrasweet Co.)
- d.- Fibra microesférica de Levadura (Fibercel[®] , Alpha Beta Corp.) (Glicksman, 1991)

a.9. Materiales compuestos: Se sabe que las propiedades físicas y algunas químicas de muchos materiales o ingredientes pueden ser modificadas o cambiadas por medio de procesamientos. Simplemente por co-secar ingredientes, extruir o aglomerar mezclas selectas, las propiedades reológicas o de hidratación de muchas mezclas que contienen hidrocoloides han sido modificadas para proporcionar propiedades más funcionales y mejores propiedades imitativas de la grasa.

a.10. Mezclas funcionales: Actualmente existen mezclas funcionales que poseen características propias de las grasas. Estas mezclas tienen en común la inclusión de gomas y almidones, las cuales son un componente funcional de suma importancia en las mezclas (Glicksman, 1991).

El factor clave en el éxito de los sistemas bajos en grasa de los alimentos es el sabor. La grasa es un depósito

para almacenar sabores de los alimentos y su presencia en la boca afecta grandemente como son percibidos dichos sabores en el paladar.

En el cuadro a continuación se muestran algunos sustitutos de las grasas.

Cuadro # 6

Sustitutos de las Grasas

Categoría Alimenticia	Basado en carbohidratos	Basado en proteínas	Basado en grasa
Leche/prod. lácteos bebidas queso crema agria	celulosa goma maltodextrina polidextrosa almidón	proteína microparticulada	emulsificantes
Postres congelados/ refrigerados helado, pudines.	celulosa goma maltodextrina almidón polidextrosa	Proteína microparticulada Mezclas protéicas	emulsificantes análogos de lípidos
Otras grasas y aceites margarina aderezos p/ ensalada mayonesa	celulosa gelatina gomas maltodextrina almidones polidextrosa	proteína microparticulada mezclas protéicas	emulsificantes análogos de lípidos

(Dexheimer, 1992)

2. Sólidos de leche no grasos. Estos son altos en valor alimenticio y relativamente baratos. Su parte

protéica mejora la textura, da cuerpo al producto congelado, y es esencial para la incorporación de células de aire estables. El nivel de uso de sólidos no grasos se encuentra entre 9% y 13% dependiendo de la composición del producto. Los niveles más altos de sólidos de leche no grasos permiten un mayor aumento de volumen sin que la textura del helado se quebrante. Las fuentes más comunes son la leche descremada fresca, leche descremada condensada, polvo de leche desgrasada, y suero condensado o polvo de suero (Potter, 1973).

3. **Edulcorantes.** Tanto la naturaleza como el hombre producen diversos alimentos que son aceptados por su sabor dulce. A los agentes que producen este sabor se les designa con el nombre de edulcorantes y en términos muy genéricos se pueden dividir en naturales y sintéticos (Badui-Dergal, 1990).

Entre los primeros están: a) mono y oligosacáridos (glucosa, fructosa, sacarosa, lactosa, miel de abeja, azúcar invertido y jarabes de maíz); b) glucósidos (filodulcina, esteviósido, osladina, glicirricina); c) alcoholes polihídricos (sorbitol y xilitol) y d) proteínas (miralina o miraculina, monelina y taumantina) (Badui-Dergal, 1990).

Por su parte, los sintéticos están constituidos por Acesulfame K, aspartamo, ciclamatos, dulcina y sacarina.

En general, los edulcorantes sintéticos no son metabolizados, por consiguiente, no producen las calorías que

generan los tradicionales hidratos de carbono. Además, debido a que son mucho más dulces, se usan en menor cantidad (Badui-Dergal, 1990).

El Acesulfame K es el derivado potásico (K) de los ácidos acetoacético y sulfámico (ver fig. 1.1). Tiene una estructura química que en algunos aspectos semeja a la de la sacarina y un poder edulcorante de 130 a 200 veces al de la sacarosa; es estable a las temperaturas elevadas y mantiene sus propiedades sensoriales en un intervalo amplio de pH. Tiene un efecto sinérgico con la fructosa (Badui Dergal, 1990).

El aspartamo es el éster metílico del dipéptido L-aspartil-L-fenilalanina (Ver fig. 1.2) y se metaboliza como cualquier otro dipéptido generando dos aminoácidos. Es más estable en un pH de 2.5 - 5.0 y a bajas temperaturas. Su degradación se lleva a cabo por la hidrólisis del enlace éster metílico, por la ruptura de la unión peptídica o por un reacomodo intramolecular que da origen a la dicetopiperidina. Además, por su carácter proteico, cuando se calienta en presencia de azúcares reductores, está sujeto a reacciones de Maillard.

Es de 100 a 200 veces más dulce que la sacarosa y aparentemente no tiene un resabio amargo como otros edulcorantes (Badui-Dergal, 1990).

El problema que presenta su consumo es que algunas personas, a las que se les llama fenilcetonúricos, son intolerantes a concentraciones elevadas de fenilalanina

porque tienen una deficiencia de la enzima hidroxilasa de la fenilalanina del hígado que convierte éste aminoácido en tirosina; la acumulación de la fenilalanina o de sus derivados en la sangre provoca una mielización deficiente del cerebro, y en consecuencia un retraso mental. Sin embargo la ocurrencia de ésta enfermedad en la población es muy baja (Badui-Dergal, 1990).

Los ciclamatos se producen por la sulfonación de la ciclohexilamina (ver fig. 1.3), y son de los primeros edulcorantes sintéticos que se emplearon en la industria alimentaria. Se ha prohibido su uso pues se ha descubierto que su hidrólisis genera la ciclohexilamina, que se elimina en la orina, a la cual se le han atribuido las alteraciones cromosómicas y carcinomas de las vejigas de animales en laboratorio (Badui Dergal, 1990).

Tienen un poder edulcorante hasta de 80 veces el de la sacarosa, con la ventaja de que no deja el resabio amargo que produce la sacarina (Badui-Dergal, 1990).

La dulcina corresponde químicamente a la p-etoxifenilurea o p-fenetolcarbamida (ver fig. 1.4). Muchos países han prohibido su uso como edulcorante porque su hidrólisis genera p-aminofenol, agente que se ha comprobado tóxico para el hombre. Tiene un poder edulcorante de 250 el de la sacarosa, es soluble en agua caliente e insoluble en lípidos (Badui-Dergal, 1990).

La sacarina, que es uno de los edulcorantes más empleados se obtiene a partir de la o-toluensulfonamida (ver

fig. 1.5); tiene un dulzor de 300-400 veces al de la sacarosa, con el inconveniente que provoca un resabio amargo al consumirla. Comercialmente se encuentra tanto en la forma sódica como cálcica. Ambas son muy solubles en agua (1gr/1.5 ml). En relación con su toxicidad se ha encontrado que produce cáncer en animales de laboratorio alimentados con megadosis, que generalmente nunca se encuentran en la dieta humana. Por esta razón, algunos países tienen regulaciones estrictas para su consumo (Badui-Dergal, 1990).

Figura # 1: Estructuras químicas de algunos edulcorantes sintéticos

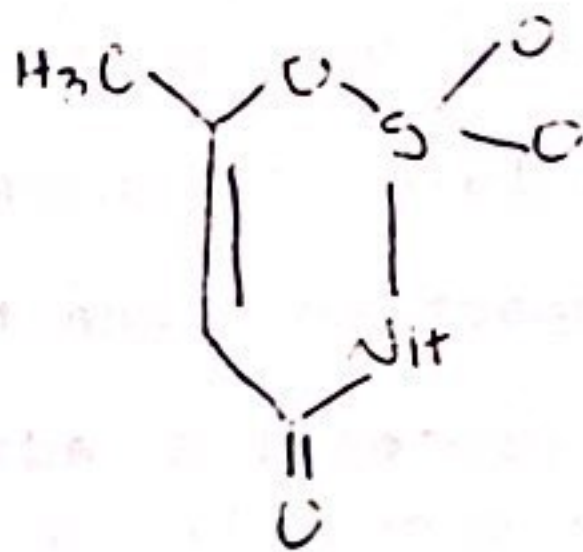


Fig. 1.1
Acesulfame K

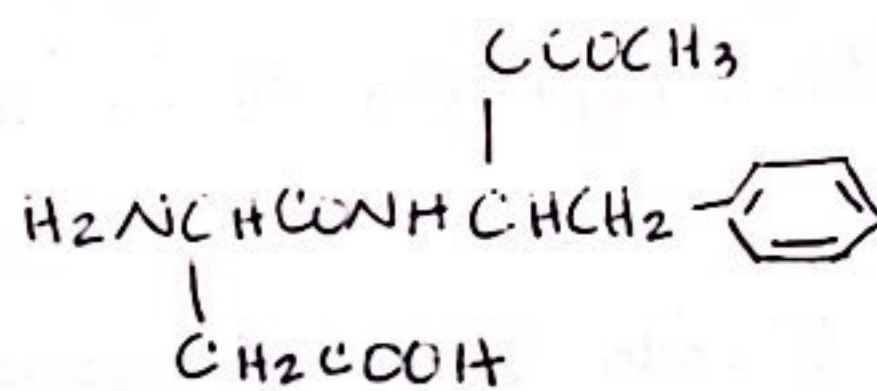


Fig. 1.2
Aspartamo

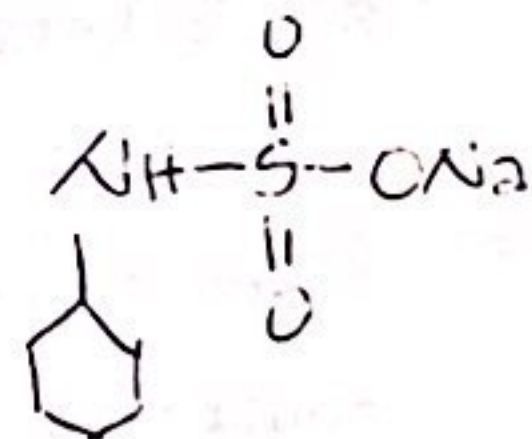


Fig. 1.3
Ciclamato de Sodio

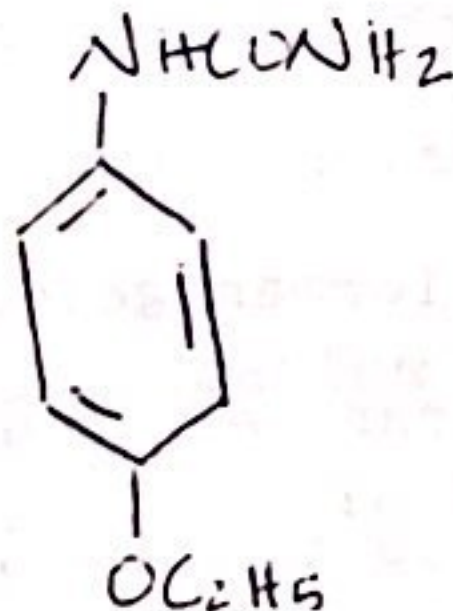


Fig. 1.4
Dulcina

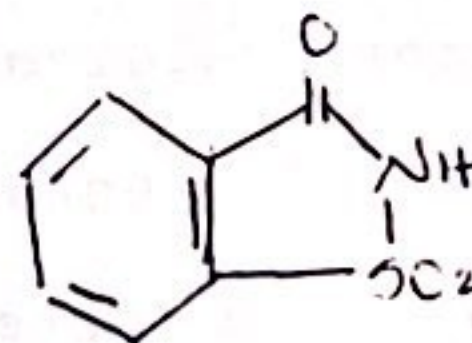
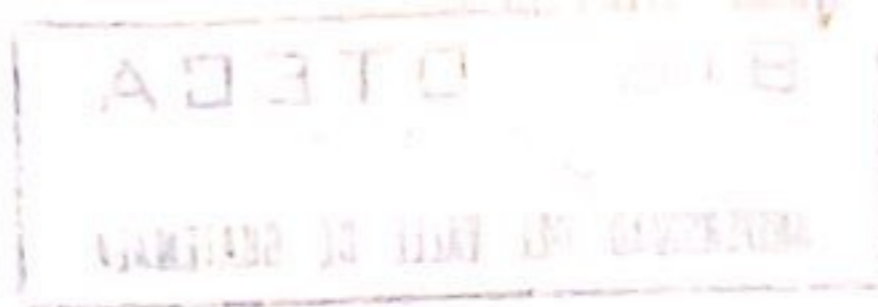


Fig. 1.5
Sacarina



La sustitución de la sacarosa por los edulcorantes sintéticos no siempre es sencilla, ya que éste azúcar no solo desempeña un papel como saborizante, sino que en muchos casos también actúa como conservador y para conferir al producto una textura y consistencia adecuadas (Badui-Dergal, 1990).

Los edulcorantes proporcionan la dulzura necesaria, acentúan el sabor y producen un cuerpo y una textura deseable. Disminuyen el punto de congelación que, hasta cierto punto es conveniente. La sacarosa es la fuente más aceptada del azúcar, los edulcorantes de maíz pueden utilizarse para dar hasta el 40% o 50% de la dulzura total. Los edulcorantes de maíz (dextrosa, sólidos de jarabe de maíz y jarabe de maíz) son mucho menos dulces que la sacarosa. Sin embargo, las ventajas de su uso incluyen el incrementar los sólidos sin una dulzura excesiva, impartiendo una textura especial al helado y proporcionando protección adicional contra el desarrollo de una textura gruesa durante el almacenamiento (Desrosier, 1989).

4. **Estabilizadores.** Generalmente los estabilizadores son gomas, como gelatina, agar, karaya, goma de algas marinas, pectinas o gomas fabricadas como los tipos de carboximetilcelulosa, los cuales son derivados de la celulosa. Los estabilizadores forman geles con el agua de la fórmula y de este modo mejoran el cuerpo y la textura. También proporcionan un producto más seco que no se derrite tan rápidamente, ni pierde agua.

Los estabilizadores, al ligar el agua, ayudan también a

prevenir la formación de grandes cristales de hielo durante la congelación, lo cual daría al producto una textura áspera (Desrosier, 1989).

5. **Emulsificantes.** Los emulsificantes en el helado funcionan por su capacidad de reducir la tensión interfacial entre las fases grasa y acuosa de la emulsión. Esto produce una dispersión más fina de la grasa en el helado y una estructura fina de células de aire, lo que da como resultado un cuerpo rígido y seco, así como una aparente mejoría en la consistencia y la velocidad de aglomeración y coalescencia de los glóbulos de grasa. También afecta otros factores importantes en la calidad del helado.

Los emulsificantes pueden dividirse en los siguientes grupos:

1.- Compuestos de glicerilo, sorbitán de ácidos grasos, grandes estearatos.

2.- Derivados de polioxietileno de los ácidos grasos o sus compuestos de glicerilo o sorbitán.

Los ingredientes lácteos que contienen constituyentes emulsificantes naturales incluyen: proteína de la leche, lecitina, fosfatos y citratos (Desrosier, 1989).

6. **Saborizantes.** Los sabores dan variedad. El de vainilla sigue siendo el más popular, seguido por los de chocolate, fresa y varios sabores de frutas, nueces y otros.

C. Valor Nutritivo de los Helados

El valor nutritivo de los helados es la suma de los valores nutritivos de todos sus componentes. Es interesante recalcar que generalmente se produce un efecto de multiplicación y resulta que el valor nutritivo de un helado es superior a la suma de sus componentes.

Los helados, como se ve en el cuadro # 7, contienen en mayor o menor proporción proteínas, hidratos de carbono, grasas, sales minerales y vitaminas.

Cuadro # 7

COMPOSICION MEDIA DE UN HELADO

Elemento	Porcentaje
Proteínas	0.1 - 7%
Carbohidratos	12 - 24%
Grasas	0.1 - 14%
Agua	50 - 88%
Sales Minerales	0.1 - 2%
Vitaminas (A,B,C,D,E)	0.0005%

(Madrid, 1992)

Se sabe que los hidratos de carbono proporcionan la energía necesaria para el movimiento de los seres superiores. A los helados les da, además, el típico sabor dulce que sirve

de atrayente sabor para los consumidores. Contribuyen también a una eficaz digestión de las grasas y son antiacidóticos, evitando la producción de ácidos grasos en el organismo.

Sorbetes, helados de leche y granizadas tienen en común su riqueza en azúcares (Madrid, 1992).

Las grasas realizan una importante función en los helados de leche, ayudan a dar un mejor cuerpo y sabor. Además, aportan vitaminas A, D, K y E. Los sorbetes y granizadas apenas contienen grasa (Madrid, 1992).

Cuando se utilizan sustitutos de grasas, que generalmente son derivados de proteínas o carbohidratos, se presenta un problema. A medida que se remueve la grasa, también se pueden remover vitaminas liposolubles, tales como la vitamina A y E. Este problema se soluciona teniendo una dieta balanceada o revitaminando el helado con estas vitaminas (Kantor, 1990).

Las proteínas son sustancias compuestas por carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno con la presencia de algún elemento como fósforo, hierro o azufre, que después del agua, representan la parte más importante del cuerpo humano. En los helados, los ingredientes que más proteínas aportan son la leche en polvo, frutos secos, huevos, etc. (Madrid, 1992).

Las proteínas en los helados tienen varias funciones, entre las que se destaca el mantenimiento de la estructura del helado por hidratación de las moléculas de proteínas. Los sorbetes y granizadas son pobres en proteínas, pero ricos en vitaminas y sales.

Por lo tanto, el helado se debe considerar como un alimento esencial, de alto valor nutritivo y que supone un aporte a considerar en la dieta habitual de los niños, adultos y ancianos (Madrid, 1992).

D. Proceso y Fabricación

El procesamiento de la mezcla de el helado consiste en seleccionar la composición de la mezcla, calcular y mezclar los distintos ingredientes, pasteurizar, homogeneizar y enfriar la mezcla.

1. Mezclado. El primer paso en la elaboración del helado consiste en juntar los ingredientes líquidos en un tanque mezclador en que se les calienta hasta alcanzar una temperatura de unos 43°C. Luego el azúcar y los ingredientes secos se añaden a la mezcla caliente que ayuda a disolverlos. Los ingredientes en forma de partículas grandes, como nueces o fruta, no se añaden todavía, ya que se desintegrarían durante el procesamiento subsecuente. Estos se agregarán durante la operación de congelación (Potter, 1973).

2. Pasteurización. Ahora la mezcla se pasteuriza mediante un proceso térmico por lotes, o continuo. Las temperaturas de pasteurización empleadas son más elevadas que las que se usan en la leche, porque el contenido elevado

de grasa y azúcar tiende a proteger las bacterias contra la destrucción térmica. La temperatura usual para la pasteurización continua por lotes es de 71°C por 30 minutos, y para la pasteurización continua de alta temperatura-corto tiempo es de 83°C por 25 segundos (Potter, 1973).

3. **Homogeneización.** Después, la mezcla pasteurizada, se homogeneiza a la temperatura que tiene al salir del equipo pasteurizador. Se puede emplear un homogenizador de dos etapas donde la mezcla se bombea a una presión de 2500 psi a través de la válvula de la primera etapa y de 600 psi a través de la segunda etapa.

La homogeneización desmenuza los glóbulos de grasa y racimos de glóbulos de grasa, y junto con el emulsificante añadido previene la conversión de la grasa en glóbulos de mantequilla en el curso de la operación de congelación.

La homogeneización también mejora el cuerpo y la textura generales del helado. Después de la homogeneización se enfria la mezcla hasta alcanzar una temperatura entre -1°C y 4.5°C (Potter, 1973).

4. **Añejamiento de la mezcla.** La mezcla se conserva por un periodo que fluctúa entre 3 y 24 horas a una temperatura de 4.5°C o más abajo. El añejamiento logra lo siguiente: la grasa derretida se vuelve sólida, la gelatina u otro estabilizador se hincha y se combina con el agua, las proteínas de la leche también se hinchan con el agua y se

aumenta la viscosidad de la mezcla. Estos cambios aceleran el batido, haciendo que se logre más fácilmente el aumento de volumen deseado en el congelador, producen cuerpo y textura más suaves y hacen que el helado se derrita más lentamente.

Algunos fabricantes de estabilizadores y emulsificantes sostienen que, mediante el uso de sus productos, el tiempo de añejamiento se puede reducir radicalmente o hasta eliminar, sin embargo, esta operación sigue incluyéndose en el proceso de muchas fábricas de helado (Potter, 1973).

5. Congelación. La mezcla se introduce fría entre -1°C y 4.5°C por bombeo a un congelador por lotes o de operación continua. La operación de congelación tiene dos fines principales: congelar la mezcla hasta alcanzar unos -5.5°C e introducir celdas de aire mediante el batido y subdividirlas.

La congelación tiene que realizarse rápidamente a fin de prevenir el desarrollo de grandes cristales de hielo, que darían al helado una textura áspera. Las celdas de aire tienen que ser pequeñas y distribuirse uniformemente para crear una espuma congelada estable.

La mezcla que pasa por el cilindro congelador se congela y se bate en unos 30 segundos o menos, alcanzando una temperatura de -5.5°C . A esta temperatura no toda el agua está congelada y el helado está en un estado semisólido que facilita su extrusión continua del cilindro mediante la presión ejercida por la mezcla sin congelar que va entrando y

la acción propulsora del elemento mezclador.

El helado semisólido que sale del congelador se envasa directamente en cartones o tambores y su consistencia se parece a la del helado suave o mantecado (Potter, 1973).

6. Endurecimiento del helado. Los cartones llenos de helado semisólido se llevan a un cuarto de endurecimiento en que se mantiene una temperatura aproximada de -34°C . El almacenamiento en este cuarto resulta en la congelación de la mayor parte del agua restante y el endurecimiento del helado. El producto ya duro está listo para la venta (Potter, 1973).

E. Efecto de los cambios en formulación de helados en características de procesamiento y sensoriales

1. Reducción de grasa. La reducción de grasa en el helado afecta el porcentaje de esponjamiento y el contenido calórico. Además puede afectar el sabor y la riqueza que el consumidor espera de un postre congelado similar al helado (Tharp, 1990).

En el siguiente cuadro se muestra la relación entre la composición del helado y el contenido calórico.

Cuadro # 6

RELACION COMPOSICION-CONTENIDO CALORICO
EN POSTRES LACTEOS CONGELADOS

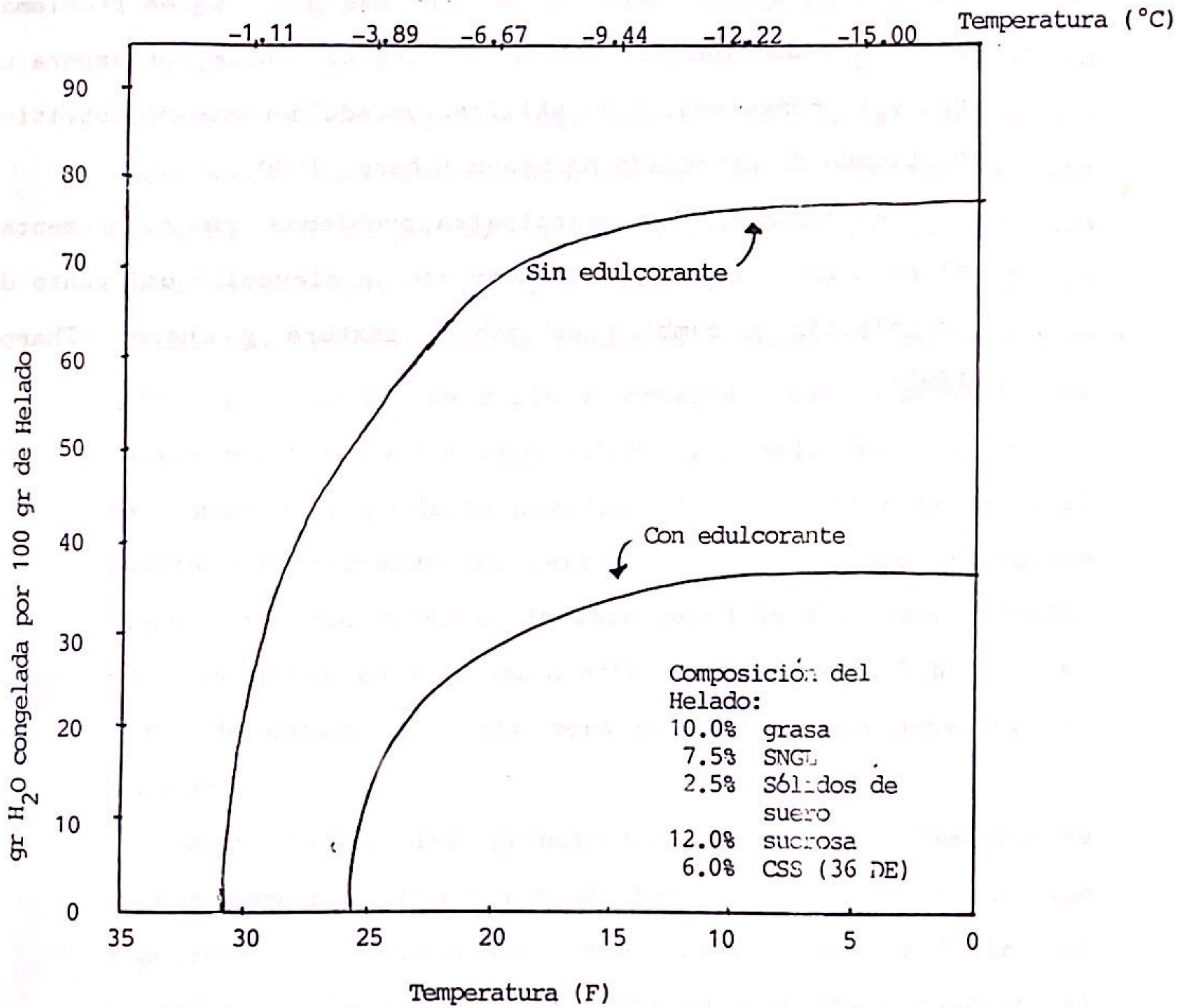
Composición Grasa/SGNL/Ed/ST	Esponjamiento (%)	Contenido calórico Kcal/ 4 oz	Contenido calórico - 1/3 cal Kcal/4 oz
16/09/17/42	50	210	140
12/10/18/40	70	165	110
10/10/18/38	90	136	91
5/12/18/35	100	106	70
2/13/20/35	100	94	63
0/13/18/35	100	89	---

** Ed= edulcorante ST= sólidos totales (Tharp, 1990)

2. **Sustitución del Azúcar.** Cuando los edulcorantes convencionales son removidos de la formulación del helado, el punto de congelación aumenta drásticamente, así como también la cantidad de agua congelada a cualquier temperatura dada bajo el punto de congelación (Tharp, 1990).

En la siguiente gráfica se muestra el efecto de la remoción de el azúcar en el helado.

GRAFICA # 1: Efecto de la Remoción del Edulcorante en el Perfil de Congelación del Helado



(Tharp, 1990)

Se muestra que el punto de congelación de un helado con un contenido de grasa del 10% es 27.3F (-2.61°C). Si se remueve el edulcorante, el punto de congelación se aumentó a 30.6F (-0.78°C). Este es uno de los principales problemas para la reducción del azúcar, ya que el consumidor espera un producto congelado, y al utilizar un edulcorante no nutritivo el tiempo de derretido es menor (Tharp, 1990).

En resumen, los principales problemas que se presentan al reducir la grasa y el azúcar son la elevación del punto de congelación y cambios en sabor, textura y cuerpo (Tharp, 1990).

III. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

En Guatemala, los gustos y exigencias del consumidor han cambiado durante los últimos años. Los consumidores comienzan a preocuparse del efecto de los alimentos que ingieren en su salud, apariencia, etc. Debido a esta preocupación, el mercado deberá poner a disposición de los consumidores alimentos bajos en grasa y dietéticos. En la actualidad, el mercado nacional no cuenta con productos de este tipo, por lo que sería importante crear un producto que cumpla con todos estos requisitos. Por medio de este estudio se lograría un producto novedoso, bajo en calorías, el cual podría ser consumido por personas que estén bajo un régimen dietético o que padezcan la enfermedad de diabetes. Además, como la grasa es el ingrediente más caro en el helado, el costo de nuestro producto será moderado y más accesible al consumidor.

Actualmente, las principales razones por las cuales muchas personas consumen productos bajos en grasa son las siguientes: mantenerse más saludables, reducir el colesterol, la grasa y las calorías ingeridas; mantener el peso, una apariencia atractiva, perder peso, etcétera (Dexheimer, 1992). La principal ventaja que ofrece este estudio es la disponibilidad de un producto de alta calidad, buena textura, sabor agradable y contenido calórico bajo que

satisfaga las necesidades de las personas que se preocupan por la cantidad de grasa que ingieren en su dieta diaria.

Los productos bajos en grasa disminuyen también el riesgo de ataques cardíacos, la acumulación de grasa en las arterias y bajan el colesterol.

Además, como será endulzado con Nutrasweet, es apto para personas diabéticas que deben controlar el nivel de azúcar en la sangre. Estas personas podrán gozar de este postre congelado tan preferido sin arriesgar su salud.

IV. OBJETIVOS

El objetivo principal a cumplir en este proyecto es el siguiente:

1.- Formular un nuevo postre congelado dietético, bajo en calorías, para el consumo de personas diabéticas o que se encuentren bajo un régimen bajo en calorías.

Además se pretende cumplir con los siguientes objetivos secundarios:

2.- Evaluar por medio de un panel sensorial, que formulación de helado es la más aceptada por el consumidor.

3.- Analizar el efecto del contenido de grasa en el esponjamiento del helado.

4.- Determinar el efecto del contenido de grasa y de sustitutos de grasa en las características organolépticas y el contenido calórico del helado.

V. HIPOTESIS

La hipótesis de este proyecto es la siguiente:

Se puede formular un helado bajo en grasa de excelente calidad y que es capaz de ofrecer muchas ventajas al consumidor, sin afectar sus características organolépticas.

VI. MATERIALES Y METODOS

El experimento consistió en la formulación de tres tipos de helado:

- a.- Helado de crema
- b.- Helado bajo en grasa
- c.- Helado sin grasa

Los tres helados fueron de sabor a fresa. Estos fueron endulzados con un edulcorante no nutritivo bajo en calorías (Nutrasweet), por lo que son dietéticos y aptos para diabéticos.

Se hizo un análisis sensorial para perfeccionar las fórmulas. Finalmente se hizo una comparación entre los tres tipos de helado para evaluar el efecto del contenido de grasa en las características físicas (color, sabor, olor), composición (grasa, sólidos de leche no grasos, sólidos totales, agua), porcentaje de esponjamiento y finalmente se hizo análisis del contenido calórico de los mismos.

Las formulaciones que se utilizaron fueron las siguientes:

Cuadro # 9

FORMULACIONES DE HELADOS

Ingredientes	Helado de Crema (%)	Helado bajo Grasa (%)	Helado sin Grasa (%)
Leche descremada	49.45	51.25	53.35
Puré de fresas	38.95	39.00	39.00
Almidón de maíz	1.00	1.25	1.50
Saborizante de fresa	0.30	0.30	0.30
Crema espesa	4.95	2.50	---
Agua	4.75	5.02	5.10
Estabilizador Goma Xanthan	0.40	0.45	0.50
Emulsificante carboximetil- celulosa	0.12	0.15	0.17
Edulcorante Nutrasweet	0.08	0.08	0.08
TOTAL	100.00	100.00	100.00

La concentración de almidón de maíz aumenta en las fórmulas bajo en grasa y sin grasa ya que es un sustituto de grasa basado en carbohidratos.

El procesamiento del helado es el siguiente:

- a.- Mezclar los sólidos de leche no grasos, la grasa de leche, el almidón de maíz, saborizante, estabilizador (goma guar o xanthan), nutrasweet y agua en un recipiente para solubilizarlos.
- b.- Calentar hasta 45° C-49° C (113-120 F) agitando constantemente y mezclar hasta que todos los ingredientes se dispersen y disuelvan por completo.
- c.- Pasteurizar la mezcla inmediatamente calentando 71° C por 30 minutos.
- d.- Homogeneizar la mezcla en un homogenizador de 2 etapas. Usar 2000-2500 psi en la primera etapa y 500 psi en la segunda etapa.
- e.- Se enfría la mezcla hasta 4° C y se añeja por 18-24 hrs.
- f.- A la mezcla añejada se le añade el puré de fresas para darle sabor y colorante para darle color.
- g.- Congelar el producto en máquina para hacer helado enfriando con mezcla de hielo con sal y batir para incorporar el aire.
- h.- Guardar en congelación.

A. **MATERIALES**

Los materiales necesarios son los siguientes:

Cristalería

- 2 cápsulas de porcelana
- varilla de metal c/extremo plano
- 2 buretas
- 4 beakers 150 ml
- 2 tarjetas blanco/negro
- probeta 10, 25 y 50 ml
- termómetro
- ampolla de extracción
- baño de metal
- paletas
- varilla de vidrio
- pipetas 1, 5, 10 ml
- 2 balones 250 ml
- recipiente c/tapa
- vidrio de reloj
- beaker 2000 ml
- tubo de extracción c/ tapón de hule
- cuchillo
- espátula de metal

Reactivos:

- arena
- fenolftaleína
- formalina
- alcohol
- éter de petróleo
- agua
- NaOH
- Hidróxido de Amonio
- éter

Ingredientes:

- Leche descremada
- Puré de fresas
- Almidón de maíz
- Carboximetilcelulosa
- Crema Espesa
- Goma Guar o Xanthan
- Saborizante
- Nutrasweet
- Color rojo
- Hielo

- Sal

Equipo:

- Centrífuga
- Horno de Vacío
- Horno de aire convencional
- Piseta
- Desecadora
- Balanza analítica
- Refrigeradora
- Máquina para hacer helado
- Estufa
- Agitador magnético
- Masking tape
- Licuadora
- Balanza
- Homogeneizador
- Congelador
- Bomba calórica

B.- ANÁLISIS DE MUESTRAS

1.- Preparación de la muestra: La muestra se preparó como se indica en el AOAC. Se preparó suficiente muestra para todos los análisis a realizar.

2.- Determinación de sólidos totales: Los sólidos totales se determinaron según el método de análisis descrito en el Análisis Químico de Alimentos de Pearson.

3.- Determinación de sólidos no grasos de leche: Los sólidos no grasos de leche se determinaron según el método de análisis descrito en el Análisis Químico de Alimentos de Pearson.

4.- Determinación de grasa: La grasa se determinó por medio del método de Roese-Gottlieb, como se indica en el AOAC.

5.- Determinación de porcentaje de esponjamiento:

El porcentaje de esponjamiento se determinó por medio de la fórmula indicada en el Análisis Químico de Alimentos de Pearson.

6.- Determinación de agua en el helado: El agua se determinó por medio del método de determinación de humedad, como se indica en el AOAC.

7.- Determinación de contenido calórico: En un principio el contenido calórico iba a determinarse en una bomba calórica. Debido a que la muestra era líquida no se quemó en la bomba de combustión. Se intentó secar la muestra en un horno de vacío, pero debido a que el helado es un alimento batido, se hizo mucha espuma y se perdió parte de la muestra. Como no funcionó este método se calculó el contenido calórico por medio de la Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina, que se encuentra en el INCAP.

8.- Análisis sensorial: Se pasó una evaluación sensorial donde se conocieron los siguientes parámetros: dulzura, sabor, textura, olor, apariencia y color. El panel consistió de 10 personas, 6 de sexo femenino y 4 masculino. Las edades estuvieron comprendidas entre los 16 y 65 años. En la sección de Anexos se puede encontrar una copia de la encuesta realizada.

***** TODOS LOS ANALISIS SE HICIERON POR TRIPLICADO.**

NOTA: Los métodos de análisis utilizados se encuentran descritos en la sección de ANEXOS.

VII. DISEÑO EXPERIMENTAL

El trabajo experimental de este estudio consistió de tres tratamientos diferentes que se efectuaron en el helado de fresa, variando la cantidad de grasa que se le añadió a cada helado. Estos tratamientos fueron los siguientes:

- 1.- Helado de fresa
- 2.- Helado de fresa bajo en grasa
- 3.- Helado de fresa sin grasa

Los análisis que se realizaron a los helados fueron los siguientes: Análisis de grasa, sólidos totales, sólidos no grasos de leche, porcentaje de esponjamiento, agua y contenido calórico.

También se hizo un análisis sensorial por medio de evaluaciones organolépticas, en las cuales se evaluaron el olor, color, apariencia, dulzura, sabor a fresa y textura. El panel consistió de 10 individuos.

El diseño experimental para el análisis sensorial consistió en lo siguiente:

** Se hizo un análisis de varianza (ANDEVA) para un diseño aleatorio en bloques con los datos obtenidos. Para cada característica organoléptica se obtuvieron 10 valores diferentes que se encontraron dentro del intervalo de 1 - 7, el cual comprende desde incomible a excelente.

Las fórmulas que se utilizaron fueron las siguientes:

$b = \#$ bloques
 $k = \#$ tratamientos
 $n = \#$ observaciones

$$SC_{Total} = SC_T + SC_B + SC_{EE}$$

$$SLEE = SC_{Total} - SC_T - SC_B$$

$$FC = \frac{(\sum X_{..})^2}{n}$$

$$CMT = \frac{SC_T}{k-1} \quad CMB = \frac{SC_B}{b-1}$$

$$SC_T = \left[\sum_{j=1}^k X_{.j} \cdot / b \right] - FC$$

$$CME = \frac{SLEE}{n-b-k+1}$$

$$SC_B = \left[\sum_{i=1}^n X_{i.} \cdot / k \right] - FC$$

$$F = CMT / CME$$

$$SC_{Total} = \left[\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n X_{ij} \right] - FC$$

$$F = CMB / CME$$

Cuadro # 10

TABLA DE ANDEVA PARA UN DISEÑO ALEATORIZADO DE BLOQUES

Fuente	g.l.	SC	CM
Bloques	$b - 1$	SCB	SCB / $b - 1$
Tratamiento	$k - 1$	SCT	SCT / $k - 1$
Error	$n - b - k + 1$	SCE	CME
TOTAL	$n - 1$	SCTotal	

(Mendenhall, 1986)

Para probar la hipótesis nula de que no hay diferencia significativa entre las medias de los tratamientos, se utilizó

$$F = CMT / CME$$

Se rechazó la hipótesis si $F > F_{\alpha}$ basado en

$$v_1 = (K - 1)$$

$$v_2 = (n - b - k + 1)$$

grados de libertad. (Mendenhall, 1986)

** Para los demás análisis se compararon las medias obtenidas en los tres tratamientos. Esto se hizo por medio de un análisis de varianza para el diseño completamente aleatorio para la comparación de más de dos medias. Así se vio si la diferencia obtenida entre tratamientos fue significativa.

Las fórmulas que se utilizaron fueron las siguientes:

$n = \#$ tratamientos

$N = \#$ observaciones

G.l. Tratamientos $n-1$
 Error Experimental $N-n$
 Total $N-1$

$$SCT = ni \left[\sum_{i=1}^n \bar{X}_{i.} - \bar{X}_{..} \right]^2$$

$$SC_{Tot} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n [X_{ij} - \bar{X}_{..}]^2$$

$$SC_{Tot} = SCT + SC_{EE}$$

$$SC_{EE} = SC_{Tot} - SCT$$

$$CMT = \frac{SCT}{n-1}$$

$$CME = \frac{SC_{EE}}{N-n}$$

Hipótesis nula.

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

Hipótesis Alternativa

$$H_a = \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

La hipótesis nula se rechazará si:

$F = CMT / CME > F_{\alpha}$ Donde F_{α} es el valor crítico de F .
 (Mendenhall, 1986)

VIII. RESULTADOS

Los datos obtenidos en las diferentes evaluaciones se encuentran en la sección de Anexos, así como los cuadros de resultados y las diferentes gráficas.

A. **Porcentaje de esponjamiento:** El cuadro # 11 y la gráfica # 2 muestran los porcentajes de esponjamiento de los diferentes helados.

Se observó que el porcentaje de esponjamiento fue inversamente proporcional al contenido de grasa del helado. El helado de crema obtuvo el menor porcentaje de esponjamiento, mientras que el helado sin grasa tuvo el mayor esponjamiento.

El cuadro # 29 muestra los resultados del análisis estadístico. Se obtuvo diferencia significativa entre las medias de porcentaje de esponjamiento para los tres tratamientos.

B. **Sólidos totales:** La gráfica # 3 presenta los resultados de porcentaje de sólidos totales de los helados. Se observó que el helado sin grasa obtuvo el menor porcentaje de sólidos totales y el helado de crema obtuvo el mayor, por lo que el porcentaje de sólidos totales es directamente proporcional al contenido de grasa del helado.

Los cuadros # 12 y # 13 muestran los datos experimentales de la determinación de sólidos totales.

El cuadro # 24 muestra los resultados del análisis estadístico. Se obtuvo que no existe diferencia significativa entre las medias obtenidas para sólidos totales para los tres tratamientos.

C. Acidez: La acidez se calculó como porcentaje de ácido láctico en el helado. La gráfica # 4 muestra los resultados de acidez. Se observó que el helado de crema fue el más ácido. El porcentaje de acidez es directamente proporcional al contenido de grasa en el helado.

El cuadro # 14 presenta los valores de acidez obtenidos para los tres tipos de helados.

El cuadro # 26 muestra los resultados del análisis de varianza. Se encontró que sí existe diferencia significativa entre las medias de acidez de los diferentes helados.

D. Sólidos no grasos de leche: La gráfica # 5 presenta los resultados de % de SNGL para los tres diferentes tipos de helados. Se observó que el porcentaje de SNGL disminuyó si el contenido de grasa aumentaba, por lo que el porcentaje de SNGL es inversamente proporcional al contenido de grasa en el helado.

En el cuadro # 15 pueden apreciarse los valores de SNGL obtenidos en el análisis.

El cuadro # 25 muestra los resultados del análisis

estadístico, donde se encontró que no existe diferencia significativa entre las medias de SNGL para los tres helados.

E. **Grasa:** La gráfica # 6 presenta los resultados de los porcentajes de grasa obtenidos para los tres tipos de helado. El porcentaje de grasa es directamente proporcional al contenido de crema en el helado. El porcentaje de grasa del helado de crema es seis veces más grande que el obtenido para el helado sin grasa.

En el cuadro # 16 se presentan los porcentajes de grasa obtenidos para los diferentes helados durante el análisis.

El cuadro # 27 presenta los resultados estadísticos, donde se observa que no existe diferencia significativa entre las medias de porcentaje de grasa para los tres diferentes helados.

F. **Agua:** La gráfica # 7 presenta los resultados del porcentaje de agua obtenido para los tres tipos de helado. El helado que más agua contenía fue el helado sin grasa y el que menor porcentaje de agua contenía fue el helado de crema. El porcentaje de agua es inversamente proporcional al contenido de grasa del helado.

En los cuadros # 17, 18 y 19 se muestran los resultados obtenidos durante el análisis.

El cuadro # 28 muestra los resultados del análisis estadístico, en los cuales se observó que no existe diferencia significativa entre las medias de porcentaje de

agua de los tres helados.

Las gráficas # 8 y # 9 muestran la comparación de los parámetros analizados para los 3 helados.

G. Contenido calórico: El cuadro # 22 muestra los resultados del contenido calórico de los tres helados. Se observó que el helado de crema fue el que mayor cantidad de calorías tiene, mientras que el helado sin grasa es el que menor contenido calórico posee. El contenido de grasa es directamente proporcional al contenido calórico del helado.

Un helado normal de crema proporciona 185 cal por 100 gr de helado. Los helados aquí formulados tienen menos de una tercera parte de las calorías proporcionadas por un helado normal.

Las gráficas # 10, # 11 y # 12 muestran la composición calórica de cada tipo de helado. El ingrediente que mayor contribución energética tuvo fue la leche descremada debido a la cantidad utilizada. El ingrediente con menor contribución energética fue el aspartame o Nutrasweet.

Para cada característica analizada se calculó la desviación estándar. El cuadro # 23 muestra los resultados medios de las características evaluadas para los diferentes helados y su correspondiente desviación estándar.

H. Análisis sensorial: En el análisis sensorial se evaluaron las siguientes seis características organolépticas: dulzura, sabor a fresa, olor, color, textura y apariencia.

El cuadro # 30 presenta los resultados de la encuesta realizada para el análisis sensorial.

a. **Dulzura:** El helado que obtuvo la mejor aceptación en dulzura fue el helado de crema. El helado sin grasa obtuvo la menor aceptación.

La gráfica # 14 muestra la evaluación de dulzura para los tres helados.

El cuadro # 31 muestra los resultados del análisis estadístico realizado. Sí existe diferencia significativa entre las medias de dulzura de los tres helados.

b. **Sabor a fresa:** El helado que tuvo mejor sabor a fresa fue el helado de crema. El que tuvo menor aceptación fue el helado sin grasa.

La gráfica # 15 presenta los resultados de la evaluación sensorial de sabor a fresa para los tres tipos de helado.

El cuadro # 32 muestra los resultados del análisis estadístico realizado. Sí existe diferencia significativa entre las medias de sabor a fresa de los tres helados.

c. **Textura:** El helado de crema presentó la mejor textura. Esta fue bastante similar a la textura del helado bajo en grasa. El helado sin grasa obtuvo la menor aceptación.

La gráfica # 16 presenta los resultados de la evaluación sensorial de textura para los tres helados.

El cuadro # 33 muestra los resultados del análisis estadístico. No existió diferencia significativa entre las medias de textura para los helados.

d. Olor: El helado con mejor olor fue el helado bajo en grasa. Los olores del helado de crema y el helado sin grasa fueron similares.

La gráfica # 17 muestra los resultados de olor para los tres helados.

El cuadro # 34 presenta los resultados estadísticos. No existió diferencia significativa entre el olor de los tres helados.

e. Color: El helado que mejor color tuvo fue el helado de crema. El que obtuvo menor aceptación fue el helado bajo en grasa.

La gráfica # 18 muestra los resultados de color para el análisis sensorial de los tres helados.

El cuadro # 35 muestra los resultados estadísticos. Si existe diferencia significativa entre las medias de color de los tres helados.

f. Apariencia: El helado que mejor apariencia tuvo fue el helado de crema. El de peor apariencia fue el helado sin grasa.

La gráfica # 19 muestra los resultados de apariencia para el análisis sensorial de los helados.

El cuadro # 36 muestra que sí existe diferencia significativa entre las medias de apariencia de los tres helados.

El helado que mayor aceptación tuvo fue el helado de crema. Este fue calificado como muy bueno. El helado bajo en grasa tuvo aceptación media y fue calificado como bueno. El que menor aceptación tuvo fue el helado sin grasa y fue calificado como regular.

Las gráficas # 20, # 21 y # 22 presentan la evaluación de las características organolépticas del helado de crema, el helado bajo en grasa y el helado sin grasa, respectivamente.

IX. DISCUSION DE RESULTADOS

Por medio de este estudio se logró formular un helado bajo en grasa, de muy buena calidad. Este ofrece varias ventajas al consumidor entre las que se pueden mencionar las siguientes: 1) Tienen un contenido calórico reducido, por lo que pueden ser consumidos por personas que deseen bajar de peso o mantener su figura, y 2) Puede ser consumido por personas diabéticas, pues se encuentra endulzado con Nutrasweet (aspartame), el cual es de 100 a 200 veces más dulce que la sacarosa, por lo que se utiliza en tan pequeñas cantidades que no afecta el nivel de glucosa en la sangre.

Los tres helados formulados en este proyecto poseen un contenido graso reducido, ya que un helado de crema normal posee un mínimo de 10.5% de grasa de leche y el porcentaje de crema espesa en la formulación varía entre un 30 a 40%. Los helados formulados presentaron un porcentaje de grasa de leche entre 0.31% y 1.92% y los porcentajes de crema variaron entre 0% y 4.95% en la formulación, por lo que el aún llamado helado de crema en el experimento es también helado reducido en grasa.

Se lograron cumplir los objetivos del proyecto. Se formuló un nuevo postre congelado dietético, bajo en calorías. Se evaluó por medio de un panel sensorial la formulación que más aceptó y gustó al consumidor y,

finalmente, se evaluó el efecto del contenido de grasa en el esponjamiento, textura, sabor, olor y contenido calórico del helado.

La primera parte del proyecto constituyó la formulación de los tres helados. Las formulaciones se debían perfeccionar y para esto hubo necesidad de hacer varias modificaciones en las mismas. En un principio, iban a utilizarse Maltodextrina y Polisorbato 80 como sustitutos de grasa. Debido a la escasez de estos ingredientes en el mercado en Guatemala, se decidió sustituirlos con almidón de maíz, el cual también sirve como sustituto de grasa y su base son los carbohidratos. Para mejorar la consistencia del helado se agregó carboximetil celulosa de sodio. Se realizaron varias pruebas, y por medio del método de prueba y error se llegó a determinar las formulaciones a utilizar. El porcentaje de almidón de maíz utilizado varió entre 1% y 1.5%. Si este porcentaje aumentaba del 2.5%, la textura se volvía arenosa y no satisfacía los requisitos establecidos por el consumidor. El porcentaje de crema varió entre 0 y 4.95%, por lo que las tres formulaciones son de helados bajos en grasa. Los demás ingredientes, como el estabilizador (Goma Xanthan), emulsificante, edulcorante (aspartame) y saborizante, se agregaron de acuerdo a las concentraciones permitidas por la ley, por lo que el producto final cumplió con todos los requerimientos legales que se establecen en las Normas COGUANOR y en los estatutos y leyes federales para la fabricación de helados y postres congelados en Estados

Unidos.

Durante la formulación del helado se pudo observar que mientras menor era el contenido de grasa de la muestra, menor fue el tiempo de batido necesario. También se observó que el porcentaje de esponjamiento fue mayor para el helado con menor contenido de grasa y menor para el que contenía más grasa. De esto se puede decir que el tiempo de batido es directamente proporcional al contenido de grasa del producto, y el porcentaje de esponjamiento es inversamente proporcional al contenido de grasa, lo cual se puede comprobar con estudios previos, que indican que si disminuye el contenido graso, aumenta el porcentaje de esponjamiento del helado.

La congelación debe realizarse lo más rápido posible ya que mientras más rápido se realice, se previene el desarrollo de grandes cristales de hielo, los cuales dan al helado una textura áspera. Si se hubiera hecho a nivel industrial, el tiempo de batido y congelado sería muy reducido, por lo que se evitó la formación de estos cristales, pero como se hizo con una máquina casera, el tiempo de batido se alargó y los cristales que se formaron son más grandes. Además, como al reducir el edulcorante del helado se disminuye el punto de congelación, la mezcla tarda más tiempo en congelarse. El tamaño de los cristales también se puede ver afectado por el contenido de grasa. La grasa tiende a recubrir los cristales, impidiendo que haya interacción entre los mismos, por lo que se obtienen cristales más pequeños.

Después de batido se guardó y congeló. Se observó que

la consistencia del helado fue muy dura ya congelado. El que se encontraba más duro fue el helado de crema. Esto pudo deberse a que fue el que esponjó menos de los tres helados, o sea que se introdujeron menor número de células de aire, lo cual puede afectar la consistencia.

Se observó que el porcentaje de sólidos totales fue más alto para el helado de crema y más bajo para el helado sin grasa; por lo tanto el contenido de grasa es directamente proporcional al porcentaje de sólidos totales contenidos en el helado. Un helado normal contiene, según la Normas COGUANOR, un mínimo de 35% de sólidos totales para un helado de crema y un mínimo de 28% para helado cremoso. En las muestras analizadas se obtuvo un porcentaje de sólidos totales entre 10.65% y 11.60%. Este porcentaje está muy por debajo del teórico, lo cual se debe, principalmente, a que no se utilizó sacarosa y el porcentaje de aspartame utilizado fue tan pequeño (0.08%) que no contribuyó gran parte al contenido sólido del producto. Además, el porcentaje de sólidos totales disminuye cuando se reduce la cantidad de crema, ya que como la crema se sustituye con leche descremada, y posee más sólidos que la leche descremada, al utilizar la leche se reduce la cantidad de sólidos en la formulación.

Se observó que la acidez fue disminuyendo a medida que disminuía el contenido de grasa, por lo que mantienen una relación directamente proporcional. Esto se pudo deber principalmente a la cantidad de crema que posee cada

formulación de helado, ya que la crema contiene más ácido láctico que la leche descremada.

Se observó que el porcentaje de sólidos no grasos de leche (SNGL), aumentó a medida que disminuyó el contenido de grasa en los helados. Por lo tanto, como el porcentaje de esponjamiento del helado también aumenta a medida que disminuye el contenido de grasa, se puede decir que el porcentaje de esponjamiento es directamente proporcional al porcentaje de SNGL, o sea que aumenta si los SNGL aumentan también. Esto se debe a que los SNGL son esenciales para la incorporación de células de aire estables al producto. Los niveles más altos de SNGL permiten un mayor aumento de volumen sin que la textura del helado se quebrante. El aumento de SNGL se debe, principalmente, a que mientras menor es el contenido de grasa del helado, la contribución de leche descremada aumenta en la formulación y siendo ésta una de las principales fuentes de SNGL es lógico que el porcentaje de SNGL aumente. La parte proteica de los SNGL mejora la textura y da cuerpo al producto ya congelado, pero como la diferencia de SNGL es tan pequeña (5.29% a 6.42%), no se advierte mucha diferencia en la textura de los helados. Se observó que los SNGL se encuentran por debajo del intervalo normal (9%-13%).

Las grasas realizan una importante función en los helados, ya que dan mejor cuerpo, sabor y aportan vitaminas A, D, K y E. En las formulaciones estudiadas probablemente al utilizar sustitutos para remover la grasa se removieron

vitaminas liposolubles como la K y E. Para evitar esto se puede revitaminar el helado con estas vitaminas.

Se observó que el porcentaje de grasa disminuyó, mientras menos crema se añadió a la formulación. El porcentaje de grasa para el helado sin grasa fue de 0.31%.

Este porcentaje se debe principalmente a la grasa contenida en la leche descremada, que aunque es muy pequeño, existe.

Se observó que el porcentaje de grasa del helado bajo en grasa fue de 1.16% y representa, más o menos, dos terceras partes del porcentaje obtenido en el helado de crema (1.92%).

Esto se debe, principalmente, a la cantidad de crema espesa añadida a la formulación. Aunque el porcentaje de grasa fue

mayor para el helado de crema, éste sigue siendo dietético, ya que el contenido normal de grasa de un helado de crema es

de 8% a 10%. El obtenido en el experimento fue de 1.92%, el cual se acerca más al valor teórico de una nieve. Se observó

que el que contenía más crema tenía una apariencia más cremosa.

Se observó que el porcentaje de agua aumentó a medida que se disminuyó la cantidad de grasa del helado. Esto se

debió, principalmente, a que las formulaciones donde se disminuía la grasa se aumentaba el porcentaje de leche

descremada y agua, siendo la primera una fuente importante de agua también.

En las formulaciones se utilizó goma xanthan como estabilizador. La goma xanthan mejoró el cuerpo y la textura

de los helados ya que formó geles con las moléculas de agua

del producto. También ayudó a que el producto fuera más seco y a que no se derrita, ni pierda agua tan rápidamente. La formación de grandes cristales de hielo se previno también por el uso del estabilizador.

Al determinar el contenido calórico se observó que al disminuir la crema, la cual posee un gran valor energético, disminuyó también el contenido calórico.

El contenido calórico se determinó de forma teórica, ya que fue imposible por el método experimental.

Se intentó determinar quemando muestras en una bomba calórica siguiendo las indicaciones para muestras líquidas, pero no resultó. Se decidió secar las muestras, debido a que el helado es un producto con aire incorporado y también líquido. Al momento de secar en un horno de vacío se produjo espuma y se salió de la cápsula, perdiéndose muestra. Debido a lo anterior se calculó por medio de tablas y se obtuvo que los tres helados tienen un contenido calórico muy bajo. Un helado normal de crema tiene 185 calorías por 100 gramos de helado, mientras que los helados aquí formulados poseen de 43.31 calorías a 56.04 calorías por 100 gramos de helado. Esto equivale a menos de $\frac{1}{3}$ del contenido calórico normal.

La reducción de las calorías se debe, principalmente, a la reducción de la grasa, al uso de sustitutos de grasa y de edulcorantes sintéticos, ya que estos por lo general no son metabolizados, por lo que no producen las calorías que generan los tradicionales hidratos de carbono, y como son mucho más dulces, se utilizan en menor cantidad.

En las formulaciones se utilizó aspartame como edulcorante. El único problema que se presenta al utilizar este edulcorante, es que el producto no puede ser consumido por individuos fenilcetonúricos, ya que debido a la deficiencia de la enzima hidroxilasa de la fenilalanina del hígado, tienden a acumular fenilalanina o sus derivados, en la sangre, provocando una mielinización deficiente del cerebro y en consecuencia pueden llegar a sufrir retraso mental.

Se determinó la desviación estándar para todos los resultados en forma de porcentaje. Se observó que la mayor desviación se encontró en el porcentajes de SNGL, mientras que la menor se encontró en el porcentaje de sólidos totales.

El análisis estadístico consistió en análisis de varianza (ANDEVA) para todos los datos. Se utilizó un alfa de 95%. Por medio de este análisis se determinó si existía diferencia significativa entre las medias obtenidas para cada análisis. En los resultados se observó que existía diferencia significativa entre las medias de valores de acidez y porcentaje de esponjamiento. Por lo tanto, se puede decir que el contenido de grasa afecta en mayor forma al esponjamiento y porcentaje de acidez que a los demás parámetros analizados. Se esperaba encontrar diferencia significativa en los valores obtenidos para porcentajes de grasa, pero debido a que los tres helados eran bajos en grasa no se pudo apreciar muy bien la diferencia.

En el análisis sensorial se obtuvo que el helado que más gustó fue el helado de crema. Este obtuvo los punteos más

altos de dulzura, sabor a fresa, color, textura y apariencia, lo cual se puede apreciar en la gráfica de araña del análisis sensorial. El helado bajo en grasa obtuvo el mejor valor de olor.

El helado que menor aceptación tuvo fue el helado sin grasa, el cual fue calificado como regular, mientras que el helado de crema fue calificado entre bueno y muy bueno. Para el análisis sensorial se hizo también un ANDEVA para determinar si existía diferencia significativa entre las medias. Se obtuvo que existía diferencia significativa en dulzura, sabor a fresa, color y apariencia. En textura y olor no se obtuvo diferencia. Se esperaba encontrar diferencia significativa en la textura, ya que la grasa de leche hace cremoso al helado y produce una característica suave y un cuerpo compacto. Además, permite que el helado forme cristales más pequeños de hielo y mejore su textura.

Se obtuvo un producto "ligero", ya que el producto final posee más de $1/3$ de menos calorías que el de referencia. Se obtuvo diferencia significativa en sabor a fresa, ya que la grasa es un depósito para almacenar sabores de los alimentos y su presencia en la boca afecta grandemente cómo son percibidos dichos sabores en el paladar.

Se observó que hubo una buena homogeneización de las mezclas de helado, pues no se presentaron glomérulos de grasa en el producto final. Además, ayudó a mejorar el cuerpo y la textura generales del helado.

Las mezclas se añejaron por 24 horas. Durante este

período la grasa derretida se volvió sólida, la goma xanthan (estabilizador) se hinchó y se combinó con el agua. Las proteínas de la leche también se hincharon y se aumentó la viscosidad de la mezcla. Estos cambios produjeron mejor cuerpo y textura e hicieron que el helado se derritiera más lentamente.

Finalmente se obtuvo un buen producto, de calidad y de gusto al consumidor. Se debe tratar de mejorar la textura y el olor. Esto se puede hacer utilizando otro sustituto de grasa.

Como posibles fuentes de error podemos mencionar las siguientes: 1) Es importante utilizar fresas maduras, ya que esto contribuye a la dulzura final del producto, así como al sabor a fresa del mismo, 2) Que los tres helados eran muy bajos en grasa; es más recomendable hacer un helado normal y otro con grasa reducida para apreciar mejor las diferencias, 3) Errores de lecturas y mediciones por incertidumbres de aparatos, 4) Que el contenido calórico no se determinó de forma experimental, 5) Que la temperatura de congelación de la máquina para hacer helados no se puede controlar y puede variar de lote a lote, 6) error humano, etc.

X. CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas en el proyecto fueron las siguientes:

A.- El contenido de grasa en el helado es directamente proporcional al porcentaje de sólidos totales en el mismo e inversamente proporcional al porcentaje de sólidos no grasos de leche.

B.- El helado con mayor porcentaje de esponjamiento fue el que contenía menor cantidad de grasa, por lo tanto el contenido de grasa es inversamente proporcional al porcentaje de esponjamiento del helado.

C.- El perfil del análisis del helado de crema fue el siguiente:

% Sólidos Totales:	11.60 +- 0.48%
% SNGL:	5.29 +- 8.71%
% Acidez:	0.6289 +- 0.95%
% Agua:	85.35 +- 0.70%
% Grasa:	1.92 +- 0.59%
% Esponjamiento:	73.58 +- 2.87%

D.- El perfil del análisis del helado bajo en grasa fue el

siguiente:

% Sólidos Totales:	11.24 +- 0.68%
% SNGL:	5.67 +- 7.05%
% Acidez:	0.6216 +- 1.67%
% Agua:	86.77 +- 0.24%
% Grasa:	1.16 +- 0.36%
% Esponjamiento:	85.19 +- 2.78%

E.- . El perfil del análisis del helado sin grasa fue el siguiente:

% Sólidos Totales:	10.65 +- 0.56%
% SNGL:	6.42 +- 3.65%
% Acidez:	0.5888 +- 1.78%
% Agua:	89.49 +- 0.66%
% Grasa:	0.31 +- 4.52%
% Esponjamiento:	89.00 +- 2.86%

F.- El helado que más aceptación tuvo por el consumidor fue el helado de crema, aunque se debe mejorar un poco su textura y olor.

G.- El helado que menor aceptación tuvo por el consumidor fue el helado sin grasa. Se debe mejorar la dulzura, el sabor a fresa, textura, olor, color y apariencia.

H.- La dulzura, el sabor a fresa, el color y la apariencia se ven más afectados por el contenido de grasa en el producto que el olor y la textura. Existió diferencia significativa con un 95% de confiabilidad entre las medias del helado de crema, el helado bajo en grasa y el helado sin grasa en dulzura, sabor a fresa, color y apariencia, mientras que para olor y textura no se obtuvo tal diferencia.

I.- El porcentaje de acidez y el porcentaje de esponjamiento del helado se vieron más afectados por el contenido de grasa en el mismo que los porcentajes de SNGL, sólidos totales, agua y grasa. En el ANDEVA se obtuvo diferencia significativa, con una confiabilidad al 95%, entre las medias de acidez y porcentaje de esponjamiento únicamente.

J.- El helado que tuvo el mayor contenido calórico fue el helado de crema, y el que tuvo el menor contenido calórico fue el helado sin grasa. El contenido calórico es directamente proporcional al contenido de grasa en el helado.

K.- El contenido calórico de los helados fue el siguiente:

helado de crema: 56.04 cal / 100 gr helado

helado bajo en grasa: 49.74 cal / 100 gr helado

helado sin grasa: 43.31 cal / 100 gr helado

XI. RECOMENDACIONES

Con los resultados obtenidos en este trabajo se pueden hacer las siguientes recomendaciones:

A.- Debido a la diferencia tan pequeña en la cantidad de crema añadida al helado, no se pudo apreciar muy bien el efecto que el contenido de grasa tiene en los parámetros analizados. Se recomienda hacer tres formulaciones de helado con diferencias marcadas en el contenido graso, para apreciar mejor el efecto en los porcentajes analizados, así como en las propiedades organolépticas del producto.

B.- En este experimento se utilizó almidón de maíz como sustituto de grasa debido a la escasez de otros sustitutos en el mercado. Es preferible utilizar sustitutos como el Polisorbato, la maltodextrina, Olestra o Simplese, los cuales están formulados con el fin básico de proporcionar las características de la grasa pero sin proporcionar las calorías que darían las grasas tradicionales.

C.- Si es posible, se debe fabricar el helado con maquinaria industrial y no casera. Así se evita la formación de grandes cristales de hielo los cuales pueden ocasionar una textura áspera, se evita el contacto con objetos extraños que

XII. BIBLIOGRAFIA

- Abello, P. Industria del Helado, un mundo sin Límites.
1991 INDUSTRIA ALIMENTICIA. 2(1):28-29.
- Badui-Dergal, S. Química de los Alimentos. 2da.
1990 edición. Editorial Alhambra Mexicana, S.A. de
C.V. México, D.F. 648 pp.
- Barr, A. Consumer Motivational Forces Affecting the Sale
1990 of Light Dairy Products. FOOD TECHNOLOGY.
44(10):97-98.
- Bruhn, C. M. et. al. Consumer Attitudes and Market
1992 Potential for Foods using Fat Substitutes. FOOD
TECHNOLOGY. 46(4):81-86.
- Charley, H. Tecnología de Alimentos. 1 edición.
1989 Editorial Limusa. México, D.F. 767 pp.
- Desrosier, N. W. Elementos de Tecnología de Alimentos.
1989 6 impresión. Compañía Editorial Continental,
S.A. México, D.F. 783 pp.
- Dexheimer, E. On the Fat Track. DAIRY FOODS.
1992 93(5):38-42.
- Egan, H. et. al. Análisis Químico de Alimentos de
1988 Pearson. 3 impresión. Compañía Editorial
Continental, S.A. México, D.F. 586pp.
- Glicksman, N. Hydrocolloids and the search for the "Oily
1991 Grail". FOOD TECHNOLOGY. 45(10):94-101.
- Kantor, M.A. Light Dairy Products: The Need and the
1990 Consequences. FOOD TECHNOLOGY. 44(10):81-84.
- Madrid, A. Los Helados, Un Alimento Nutritivo?
1992 INDUSTRIA ALIMENTICIA. 3(1):32-35.
- Mendenhall, W. et. al. Estadística Matemática con
1986 Aplicaciones. 1era. edición. Grupo Editorial
Iberoamérica. México, D. F. 751 pp.
- Normas COGUANOR. COGUANOR NGO 34 105:87 Helados y Mezclas
1987 para Helados: Especificaciones. Ministerio de
Economía, Guatemala, C.A.

- Official Methods of Analysis of the Official Analytical Chemists. 14 edición. Association of Official Analytical Chemists, Inc. USA. 1141pp.
1984
- Potter, N. La Ciencia de los Alimentos. 1 edición.
1973 Edutex, S.A. México, D.F. 749pp.
- Pszczola, D.E. Low Calorie Dessertes are designed to Meet Consumers' Changing Tastes. **FOOD TECHNOLOGY.** 44(1):101.
1990
- Rosenbaum, G. Ice Cream Insights. **DAIRY FOODS.** 93(6):38-40.
1992
- Shank, F.R. y K.L. Carson. Light Dairy Products: Regulatory Issues. **FOOD TECHNOLOGY.** 44(10):88-92.
1990
- Sustitutos de la Grasa. **ALIMENTOS PROCESADOS.** 12(2):54-57.
1993
- Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina. Editorial del INCAP. Guatemala, C.A. 131 pp.
1961
- Tharp, B. W. y T. V. Gottemoller. Light Frozen Dairy Desserts: Effect of Compositional Changes on Processing and Sensory Characteristics. **FOOD TECHNOLOGY.** 44(10):86-87.
1990
- Thompson, M. S. Light Dairy Products: Issues and Objectives. **FOOD TECHNOLOGY.** 44(10):78-80.
1990

ANEXOS

A. Descripción de Métodos

Los métodos utilizados para los análisis se encuentran descritos a continuación.

1.- Preparación de la muestra: Cortar bloques de helado congelado. Seleccionar 2 a 3 piezas al azar y colocarlas en el tazón de la licuadora. Dejar suavizar a temperatura ambiente y mezclar por 2 minutos. Cuidar que la temperatura no exceda de 12° C durante el suavizamiento y mezclado. Colocar en recipiente con tapadera y mezclar vigorosamente al tomar las muestras. (AOAC, 1984)

2.- Determinación de sólidos Totales: Colocar en un plato plano de más o menos 5 cm de diámetro 1-2 gr de muestra. Calentar en baño María 30 minutos y luego en un horno 3.5 horas a 100° C. Enfriar en desecadora y pesar inmediatamente para evitar la absorción de la humedad. (Egan, 1988)

3.- Determinación de sólidos no grasos de leche: Pesar 10 gramos de helado de crema en una cápsula de porcelana. Adicionar 1 ml de solución de fenolftaleína y titular la acidez con solución 0.1M de hidróxido de sodio. Calcular la

acidez como ácido láctico (% m/m). Adicionar -exactamente 3 ml de formalina a la mezcla neutralizada, agitar cuidadosamente y titular hasta neutralidad con hidróxido de sodio 0.1M (titulación = x ml). Titular separadamente 2 ml de la solución de formalina (titulación = y ml).

Entonces:

$$\text{SNGL (\%)} = 5.67 (x - y) \quad (\text{Egan, 1988})$$

4.- Determinación de Grasa (Método Roesse-Gottlieb):

Pesar 4-5gr de muestra directamente en un tubo de extracción utilizando una pipeta. Diluir con agua hasta 10 ml y mezclar. Adicionar 2 ml de hidróxido de amonio, mezclar y calentar en baño María por 20 minutos a 60° C agitando ocasionalmente. Enfriar. Agregar 10 ml de alcohol y mezclar bien. Añadir 25 ml de éter (libre de peróxido), tapar con tapón de hule y agitar por un minuto. Enfriar si es necesario. Añadir otros 25 ml de éter de petróleo, mezclar vigorosamente. Centrifugar el tubo a 600 rpm o dejar en reposo hasta que el líquido de arriba esté transparente. Decantar la solución etérea en un recipiente. Lavar la boca y el tapón del tubo de extracción con una mezcla de partes iguales de los 2 éteres y añadir la solución de lavado al recipiente con la solución etérea. Repetir la extracción 2 veces con 15 ml de cada uno de los solventes etéreos y agregar agua si es necesario.

Evaporar los solventes completamente en un baño de vapor a una temperatura que no cause que salpique el solvente.

Secar la grasa hasta un peso constante en un horno a 102 ± 2 C ó en un horno de vacío a $70-75^{\circ}\text{C}$ bajo presión <50 mmHg (6.7 KPa). Pesar el recipiente frío. Remover completamente la grasa con 15-25 ml de éter de petróleo, secar y volver a pesar. La pérdida en peso es igual al peso de la grasa. La diferencia en duplicado de muestras hechas por el mismo analista deben de ser de ≤ 0.03 gr grasa/ 100 gr producto. (AOAC, 1984)

5.- Determinación de porcentaje de esponjamiento:

Medir el volumen inicial de la mezcla. Finalizado el helado medir el volumen final del helado en un beaker de 2000 ml.

$$\text{Esponjamiento(\%)} = \frac{\text{Volumen helado} - \text{Volumen mezcla}}{\text{Volumen mezcla}} \times 100$$

(Egan, 1988)

6.- Determinación de agua en el helado: Pesar una muestra de 2 gr en una cápsula seca. Secar la muestra en un horno a 100°C por 3 horas o hasta que llegue a peso constante. Al sacar del horno, guardar en desecadora y pesar. (AOAC, 1984)

B. Características Fisicoquímicas

1. Preparación del Helado: Se hicieron varias modificaciones en la formulación del helado. En principio iban a utilizarse maltodextrina y Polisorbato 80 como sustitutos de grasa, pero debido a su escasez fue imposible conseguirlas y se utilizó en su lugar almidón de maíz, el cual también se comportó como un sustituto de grasa.

Establecida la formulación a utilizar se realizaron varias tandas de helado para obtener el valor de porcentaje de esponjamiento de cada tipo de helado. A continuación se muestra un ejemplo de como se calculó el porcentaje de esponjamiento de los helados:

Helado de Crema:

Tiempo de Batido: 62 minutos

Volumen mezcla: 1100 ml

Volumen Helado: 1940 ml

El % de esponjamiento se calculó con la siguiente fórmula

$$\% \text{ Esponjamiento} = \frac{\text{Vol. Helado} - \text{Vol. Mezcla}}{\text{Vol. Mezcla}} \times 100$$

$$\% \text{ Esponjamiento} = \frac{1940 \text{ ml} - 1100 \text{ ml}}{1100 \text{ ml}} \times 100$$

$$\% \text{ Esponjamiento} = 76.36\%$$

Los demás resultados se calcularon de igual forma.

CUADRO # 11

% de Esponjamiento de los Helados

MUESTRA	TIEMPO DE BATIDO (min)	VOLUMEN MEZCLA (ml)	VOLUMEN HELADO (ml)	% ESPONJAMIENTO
Helado de Crema				
I	62	1100	1940	76.36
II	60	1062	1810	70.43
III	56	1075	1870	73.95
Helado Bajo Grasa				
I	57	1200	2200	83.33
II	73	1190	2250	89.07
III	68	1190	2180	83.19
Helado Sin Grasa				
I	35	1000	1850	85.00
II	35	1250	2375	90.00
III	37	1250	2400	92.00

2. Análisis de Heladosa. Sólidos Totales

Para el Helado de Crema:

Peso cápsula: 105.9618 +- 0.0001 gr

Peso cápsula + muestra: 107.9935 +- 0.0001 gr

Peso muestra: 107.9935gr - 105.9618gr = 2.0317 gr

Peso después de secado: 106.1979 +- 0.0001 gr

Peso Agua: 106.1979gr - 105.9618gr = 1.7956 gr

Peso sólidos

Totales : Peso muestra - Peso Agua

: 2.0317gr - 1.7956gr = 0.2361gr

% SOLIDOS TOTALES: P. SOL. TOT./P. Muestra x 100

: 0.2361/2.0317 x 100= 11.62%

Los demás porcentajes se calcularon de igual forma.

CUADRO # 12

Peso de muestras de Helados

MUESTRA	PESO CAPSULA gr +- .0001	PESO CAPSULA + MUESTRA gr +- 0.0001	PESO MUESTRA (gr)
Helado de Crema			
I	105.9618	107.9935	2.0317
II	24.6842	26.8586	2.1744
III	35.9656	37.8307	1.8651
Helado Bajo Grasa			
I	104.6835	106.5162	1.8321
II	36.7952	38.6126	1.8174
III	26.2378	28.3991	2.1613
Helado Sin Grasa			
I	91.3439	93.2460	1.9021
II	34.0396	36.4645	2.4249
III	36.9455	39.1199	2.1744

CUADRO # 13

Porcentaje de Sólidos Totales

MUESTRA	PESO SECO gr ± 0.0001	PESO SOL. TOT. (gr)	% SOLIDOS TOTALES
Helado de Crema			
I	106.1979	0.2361	11.62
II	24.9377	0.2535	11.66
III	36.1806	0.2150	11.53
Helado Bajo Grasa			
I	104.8887	0.2046	11.17
II	37.0013	0.2061	11.34
III	26.4804	0.2426	11.22
Helado Sin Grasa			
I	91.5457	0.2018	10.61
II	34.3002	0.2606	10.75
III	37.1761	0.2306	10.60

b. Acidez y Sólidos no grasos de Leche

A continuación se presenta un ejemplo de como se calculó

la acidez para los tres diferentes helados.

Muestra de Helado de Crema:

- Peso muestra: 10.0742 gr

- Vol. de NaOH hasta neutralizar: 6.5 ml

$$?? \frac{\text{gr. ac. lact.}}{\text{gr. Helado}} = 6.5 \text{ ml NaOH} \times \frac{0.1076 \text{ moles NaOH}}{1000 \text{ ml NaOH}}$$

$$\times \frac{1 \text{ mol ac. lact.}}{1 \text{ mol NaOH}} \times \frac{90 \text{ gr ac. lact.}}{1 \text{ mol ac. lact.}} \times \frac{100}{10.0742 \text{ gr Helado}}$$

$$= 0.6248 \% \text{ ac. lactico}$$

Los demás valores de acidez se calcularon de igual forma.

CUADRO # 14

Acidez de los diferentes tipos de Helado

MUESTRA	PESO MUESTRA (gr)	VOL. NEUTRALIZAR (ml)	% ACIDEZ
Helado de Crema			
I	10.0742	6.5	0.6248
II	10.1001	6.5	0.6232
III	10.0076	6.6	0.6386
Helado Bajo Grasa			
I	10.0567	6.4	0.6163
II	10.0148	6.6	0.6382
III	9.9956	6.3	0.6104
Helado Sin Grasa			
I	9.9876	5.9	0.5721
II	10.1071	6.2	0.5940
III	10.0006	6.2	0.6004

Muestra de Helado de Crema

$$x = 1 \text{ ml}$$

$$y = 0.2 \text{ ml}$$

$$\% \text{ SNGL} = 5.67 (1 - 0.2) = 4.54\%$$

Los demás se calcularon de igual forma.

CUADRO # 15

% de Sólidos No Grasos de Leche

MUESTRA	VOL. DE NaOH (ml)	% SNGL
Helado de Crema		
I	1.0	4.54
II	1.2	5.67
III	1.2	5.67
Helado Bajo Grasa		
I	1.1	5.10
II	1.3	6.23
III	1.2	5.67
Helado Sin Grasa		
I	1.4	6.80
II	1.3	6.23
III	1.3	6.23

c. Determinación de Grasa

El porcentaje de grasa se determinó de la siguiente forma:

Helado de Crema:

- Peso Muestra: 4.2978 gr

- Peso Beaker + grasa: 108.3524 gr

- Peso Beaker: 108.4257 gr

- Peso Grasa = 108.3524 gr - 108.4257 gr = 0.0821 gr

% de Grasa = $0.0821 / 4.2978 \times 100 = 1.91\%$

Los demás porcentajes se calcularon de igual forma.

CUADRO # 16

% de grasa de los diferentes Helados

MUESTRA	PESO MUESTRA (gr)	PESO GRASA (gr)	% GRASA
Helado de Crema			
I	4.2978	0.0821	1.91
II	6.5054	0.1260	1.94
III	5.2832	0.1014	1.92
Helado Bajo Grasa			
I	4.5150	0.0524	1.16
II	5.4349	0.0636	1.17
III	4.7218	0.0548	1.16
Helado Sin Grasa			
I	5.3091	0.0164	0.31
II	4.6247	0.0134	0.29
III	7.5609	0.0249	0.33

CUADRO # 17

Pesos de Muestras en Determinación de AGUA

MUESTRA	PESO CAPSULA (gr)	PESO MUESTRA (gr)	PESO INICIAL (gr)
Helado de Crema			
I	105.9342	1.9241	106.9732
II	24.6746	1.8762	25.7061
III	35.7842	2.0117	36.8504
Helado Bajo Grasa			
I	104.6871	2.4219	106.0194
II	35.9426	1.9972	37.0211
III	26.2783	1.7512	27.2239
Helado Sin Grasa			
I	91.4219	2.0921	92.5097
II	34.0517	1.7951	35.0210
III	36.9241	1.8947	37.9091

d. Determinación de Agua:

Los cálculos se realizaron de la siguiente forma:

Helado de Crema:

- Peso cápsula: 105.9342 gr
- Peso muestra: 1.9241 gr
- Peso inicial: 106.9732 gr
- Peso (1 hora): 106.3960 gr
- Peso (2 horas): 106.2792 gr
- Peso (3 horas): 106.2232 gr
- Peso (3 horas 15 minutos): 106.2232 gr (Peso constante)

$$\% \text{ de AGUA} = (106.2232 \text{ gr} - 105.9342 \text{ gr}) / 1.9241 \text{ gr} \times 100$$

$$\% \text{ de AGUA} = 84.98\%$$

Los demás resultados se calcularon de la misma forma.

CUADRO # 18

Pérdidas de peso hasta llegar a peso constante

MUESTRA	PESO (I) (gr)	PESO (II) (gr)	PESO (III) (gr)
Helado de Crema			
I	106.3960	106.2792	106.2232
II	25.1245	24.9694	24.9607
III	36.2671	36.0614	36.0594
Helado Bajo Grasa			
I	105.2686	105.0087	105.0024
II	36.3820	36.2170	36.2122
III	26.6985	26.5201	26.5141
Helado Sin Grasa			
I	91.8821	91.6291	91.6217
II	34.4286	34.2519	34.2492
III	37.3217	37.1359	37.1320

CUADRO # 19

Porcentaje de AGUA en diferentes Helados

REPLICA	HELADO DE CREMA (%)	HELADO BAJO EN GRASA (%)	HELADO SIN GRASA (%)
I	84.98	86.98	90.45
II	84.75	86.50	88.99
III	86.32	86.53	89.02

e. Determinación de Contenido Calórico

El contenido calórico se calculó por medio de la Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina, que se encuentra en el INCAP.

En el siguiente cuadro se muestra el contenido calórico de los componentes del helado por 100 gr de muestra.

CUADRO # 20

Contenido calórico de Alimentos por 100 gr de muestra

ALIMENTO	CONTENIDO CALORICO (Calorias)
Leche Descremada	38
Fresas	36
Almidón de Maíz	400
Crema Espesa	340
Goma Xanthan (CHO)	400
Carboximetilcelulosa (CHO)	400
Nutrasweet (Aspartame) (CHO)	400

El contenido calórico se calculó multiplicando el % de contribución de cada ingrediente a la formulación x el contenido calórico teórico de cada ingrediente.

Helado de Crema: La formulación del helado de crema es la siguiente:

Base: 100 gr de helado

- Leche descremada: 49.45 gr
- Puré de fresas: 38.95 gr
- Almidón de maíz: 1.00 gr

- Crema Espesa: 4.95 gr
- Agua: 4.75 gr
- Goma Xanthan: 0.40 gr
- Carboximetil Celulosa: 0.12 gr
- Nutrasweet (Aspartame): 0.08 gr

Para leche descremada:

$$?? \text{ cal} = 49.45 \text{ gr} \times \frac{38 \text{ cal}}{100 \text{ gr leche desc}} = 18.79 \text{ cal}$$

Los demás ingredientes se calcularon de la misma manera.

Los resultados finales se presentan en el cuadro a continuación.

CUADRO # 21

Formulaciones de los diferentes Helados
Base: 100 gr de helado

INGREDIENTE	HELADO DE CREMA (gr)	HELADO BAJO GRASA (gr)	HELADO SIN GRASA (gr)
Leche descre- mada	49.45	51.25	53.35
Puré de Fresa	38.95	39.00	39.00
Almidón de Maíz	1.00	1.25	1.50
Crema Espesa	4.95	2.50	0.00
Agua	4.75	5.02	5.10
Goma Xanthan	0.40	0.45	0.50
Carboximetil Celulosa	0.12	0.15	0.17
Nutrasweet	0.08	0.08	0.08

CUADRO # 22

Contribución calórica de cada componente de la mezcla

INGREDIENTE	HELADO DE CREMA (cal)	HELADO BAJO GRASA (cal)	HELADO SIN GRASA (cal)
Leche descre- mada	18.79	19.48	20.27
Puré de fresa	14.02	14.04	14.04
Almidón de maíz	4.00	5.00	6.00
Crema Espesa	16.83	8.50	0.00
Agua	0.00	0.00	0.00
Goma Xanthan	1.60	1.80	2.00
Carboximetil celulosa	0.48	0.60	0.68
Nutrasweet	0.32	0.32	0.32
TOTAL	56.04	49.74	43.31

C. Cálculo de Desviación Estándar para los resultados en triplicado

Se calculó la desviación estándar para los resultados de los análisis en triplicado. Esta desviación se dió en forma de porcentaje y se calculó para todos los datos de la siguiente forma:

- Para Helado de Crema en Determinación de Sólidos

Totales

% de SÓLIDOS TOTALES (Triplicado): 11.62, 11.66, 11.53

La desviación estándar se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{[X_i - \bar{X}]^2}{n-1}}$$

La media de los datos es la siguiente:

$$y = (11.62 + 11.66 + 11.53) / 3 = 11.603$$

Aplicando la fórmula de desviación estándar:

$$S = \left[\frac{(11.62 - 11.603)^2 + (11.66 - 11.603)^2 + (11.53 - 11.603)^2}{3 - 1} \right]^{1/2} = 0.055949$$

Como la desviación estándar se presentará en porcentaje se calcula de la siguiente manera:

$$\% S = S / y \times 100$$

$$\% S = 0.055949 / 11.603 \times 100 = 0.48\%$$

Por lo tanto el valor obtenido de Porcentaje de sólidos totales para el helado de crema es:

$$\% \text{ SOL. TOT.} = 11.603 \pm 0.48\%$$

Las demás desviaciones estándar se calcularon de igual forma y los resultados obtenidos se muestran en el cuadro a continuación:

CUADRO # 23

**Resultados Medios de las Características evaluadas en los
Diferentes Helados y su correspondiente Desviación
Estándar**

CARACTERISTICA	HELADO CREMA (X +- %S)	HELADO BAJO EN GRASA (X +- %S)	HELADO SIN GRASA (X +- %S)
% ESPONJAMIENTO	73.58 +-2.87	85.19+-2.78	89.00+-2.86
% SOLIDOS TOTALES	11.60+-0.48	11.24+-0.68	10.65+-0.56
% SNGL	5.29+-8.71	5.67+-7.05	6.42+-3.65
% ACIDEZ	0.6289 +- 0.95	0.6216 +- 1.67	0.5888 +- 1.78
% AGUA	85.35+-0.70	86.77+-0.24	89.49+-0.66
% GRASA	1.92+-0.59%	1.16+-0.36%	0.31+-4.52

**D. Análisis de Varianza para un Diseño completamente
Aleatorizado**

Con los resultados obtenidos de porcentajes de esponjamiento, acidez, sólidos totales, sólidos no grasos de leche, grasa y agua se realizó un análisis de varianza para determinar si existía diferencia significativa entre sus medias.

Por ejemplo, para calcular si existe diferencia significativa entre las medias encontradas para el porcentaje de sólidos totales de los helados se hizo de la siguiente forma:

Existen 3 tratamientos:

- Helado de Crema (T1)
- Helado Bajo en Grasa (T2)
- Helado Sin Grasa (T3)

Los valores de % de sólidos totales son los siguientes:

T1	T2	T3
11.62	11.17	10.61
11.66	11.34	10.75
11.53	11.22	10.60

$$X1. = 11.62 + 11.66 + 11.53 = 34.81 \quad \bar{X}1. = 34.81/3=11.6033$$

$$X2. = 11.17 + 11.34 + 11.22 = 33.73 \quad \bar{X}2. = 33.73/3=11.2433$$

$$X3. = 10.61 + 10.75 + 10.60 = 31.96 \quad \bar{X}3. = 31.96/3=10.6533$$

$$X.. = 34.81 + 33.73 + 31.96 = 100.5$$

$$\bar{X}.. = 100.5 / 9 = 11.166666$$

$$SCTot = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 (X_{ij} - \bar{X}..)^2$$

$$SCTot = [(11.62-11.166666)^2 + (11.66 - 11.166666)^2 + (11.53 - 11.166666)^2 + (11.17 - 11.166666)^2 + (11.34 - 11.166666)^2 + (11.22 - 11.166666)^2 + (10.61 - 11.166666)^2 + (10.75 - 11.166666)^2 + (10.60 - 11.166666)^2]$$

$$(10.60 - 11.166666)^2]$$

$$SCTot = 1.418400504$$

$$SCT = n_i \sum_{i=1}^n (\bar{X}_{i.} - \bar{X}_{..})^2$$

$$SCT = 3 [(11.6033 - 11.166666)^2 + (11.2433 - 11.166666)^2 + (10.6533 - 11.166666)^2]$$

$$SCT = 0.460072827$$

$$SCTot = SCT + SCEE$$

$$SCEE = SCTot - SCT$$

$$SCEE = 1.418400504 - 0.460072827 = 0.9583826677$$

$$CMT = SCT / n - 1 = 0.460072827 / (3 - 1)$$

$$CMT = 0.230036414$$

$$CMEE = SCEE / N - n = 0.9583826677 / 6$$

$$CMEE = 0.159730446$$

$$F = CMT / CMEE = 0.230036414 / 0.159730446$$

$$F = 1.44015383$$

Se busca F crítico con $V1 = n - 1$ y $V2 = N - n$ grados de libertad; $V1 = 2$ y $V2 = 6$ $F(\alpha = 0.05) = 4.76$

Como F es menor que F crítico, entonces no existe diferencia significativa entre las medias de los helados. Los demás análisis de varianza se hicieron de la misma forma. En los cuadros a continuación se muestran los resultados

obtenidos en el análisis estadístico.

1. Sólidos Totales

Las hipótesis que se plantearon fueron las siguientes:

Hipótesis nula: En las medias obtenidas en porcentaje de sólidos totales de los diferentes tipos de helado no existe diferencia significativa.

Hipótesis alterna: Existe diferencia significativa entre las medias obtenidas.

CUADRO # 24

ANDEVA Sólidos Totales

Fuente Variación	G.L.	SC	CM	F
Tratamientos	2	0.4600728	0.2300364	1.44015
Error Experimental	6	0.9583827	0.1597304	
TOTAL	8	1.4184005		

Como F es menor que F crítico, entonces, **NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE LAS MEDIAS.**

2. Sólidos No Grasos de Leche

Las hipótesis planteadas fueron las siguientes:

Hipótesis nula: En las medias obtenidas en porcentaje de

sólidos de leche no grasos de los diferentes tipos de helado no existe diferencia significativa.

Hipótesis alterna: Existe diferencia significativa entre las medias obtenidas.

CUADRO # 25

ANDEVA Sólidos de leche no grasos

Fuente Variación	G.L.	SC	CM	F
Tratamientos	2	0.66042789	0.3302139	0.65384
Error Experimental	6	3.03023966	0.5050399	
TOTAL	8	3.6906675		

Como F es menor que F crítico, entonces, **NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE LAS MEDIAS.**

3. Acidez

Las hipótesis planteadas fueron las siguientes:

Hipótesis nula: En las medias obtenidas en porcentaje de acidez de los diferentes tipos de helado no existe diferencia significativa.

Hipótesis alterna: Existe diferencia significativa entre las medias obtenidas.

CUADRO # 26**ANDEVA Acidez**

Fuente Variación	G.L.	SC	CM	F
Tratamientos	2	0.00273082	0.0013654	8.08765
Error Experimental	6	0.00101296	0.0001168	
TOTAL	8	0.00374379		

Como F es mayor que F crítico, entonces, **SI EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE LAS MEDIAS.**

4. Grasa

Las hipótesis planteadas fueron las siguientes:

Hipótesis nula: En las medias obtenidas en porcentaje de grasa de los diferentes tipos de helado no existe diferencia significativa.

Hipótesis alterna: Existe diferencia significativa entre las medias obtenidas.

CUADRO # 27

ANDEVA Grasa

Fuente Variación	G.L.	SC	CM	F
Tratamientos	2	1.30287386	0.6514369	1.49923
Error Experimental	6	2.60708208	0.4345137	
TOTAL	8	3.90995595		

Como F es menor que F critico, entonces, NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE LAS MEDIAS.

5. Agua

Las hipótesis planteadas fueron las siguientes:

Hipótesis nula: En las medias obtenidas en porcentaje de agua de los diferentes tipos de helado no existe diferencia significativa.

Hipótesis alterna: Existe diferencia significativa entre las medias obtenidas.

CUADRO # 28**ANDEVA Agua**

Fuente Variación	G.L.	SC	CM	F
Tratamientos	2	8.94480371	4.4724018	1.28899
Error Experimental	6	20.8180852	3.4696808	
TOTAL	8	29.7628889		

Como F es menor que F crítico, entonces, **NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE LAS MEDIAS.**

6. Porcentaje de Esponjamiento

Las hipótesis planteadas fueron las siguientes:

Hipótesis nula: En las medias obtenidas en porcentaje de esponjamiento de los diferentes tipos de helado no existe diferencia significativa.

Hipótesis alterna: Existe diferencia significativa entre las medias obtenidas.

CUADRO # 29

ANDEVA Esponjamiento

Fuente Variación	G.L.	SC	CM	F
Tratamientos	2	387.188688	193.59434	17.5194
Error Experimental	6	66.3014797	11.050246	
TOTAL	8	453.490167		

Como F es mayor que F crítico, entonces, **SI EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE LAS MEDIAS.**

E. Análisis Sensorial

El análisis sensorial realizado comprendió la evaluación de las siguientes seis características organolépticas: dulzura, sabor a fresa, textura, olor, color y apariencia.

En el siguiente cuadro se muestran las medias obtenidas de los resultados de las encuestas.

CUADRO # 30**Resultados Análisis Sensorial**

Característica/ Tipo Helado	Helado de crema	Helado Bajo grasa	Helado Sin grasa
Dulzura	5.80	4.60	4.10
Sabor a fresa	5.30	4.50	4.10
Textura	4.70	4.50	4.10
Olor	4.60	5.25	4.40
Color	5.70	5.00	5.10
Apariencia	5.60	5.00	4.30

** La escala es: Incomible (1), Muy malo (2), Malo (3), Regular (4), Bueno (5), Muy Bueno (6), Excelente (7).

Con estos resultados se realizó una gráfica de araña. En ésta gráfica se puede apreciar que tipo de helado presenta las mejores características y cuales son los puntos que se deben mejorar de cada formulación para que sea mejor aceptada por el consumidor. Ver gráfica # 13.

F. Análisis de Varianza para un diseño aleatorizado de bloques

Para hacer el análisis estadístico de las características organolépticas se hizo un análisis de varianza utilizando bloques. Se realizó un análisis para cada característica, teniendo 3 tratamientos (tipos de helado) y 10 bloques (individuos de panel sensorial).

A continuación se muestra como se calculó el ANDEVA para la dulzura:

Hipótesis nula: No existe diferencia significativa entre las medias de dulzura encontradas en el análisis sensorial.

Hipótesis alterna: Existe diferencia significativa entre las medias.

Resultados de Encuestas

	T1	T2	T3	B. =
B1	5	4	3	12
B2	5	6	4	15
B3	6	5	4	15
B4	7	4	6	17
B5	6	5	4	16
B6	7	4	4	15
B7	7	4	4	15
B8	4	4	4	12
B9	6	5	4	15
B10	5	5	4	14
X. =	58	46	41	

$n = \#$ de tratamientos: 3

$b = \#$ de bloques: 10

$N = \#$ de Observaciones: 30

$$X_{..} = (58 + 46 + 41) = 145$$

$$X_{..} = 145/N = 145/30 = 4.8333333$$

Grados de Libertad: Tratamientos = $n - 1 = 2$

Bloques: $b - 1 = 9$

Error Experimental: $N - n - b + 1 = 18$

$$FC = (X_{..})^2/N = (145)^2 / 30 = 700.833333$$

$$SCT = \left[\sum_{i=1}^b X_{i.}^2 / b \right] - FC$$

$$SCT = [(58)^2 + (46)^2 + (41)^2] / 10 - 700.833333$$

$$SCT = 15.266667$$

$$SCB = \left[\sum_{i=1}^n x_{ij}^2 / n \right] - FC$$

$$SCB = [((12)^2 + (15)^2 + (15)^2 + (17)^2 + (16)^2 + (15)^2 + (15)^2 + (12)^2 + (15)^2 + (14)^2) / 3] - 700.833333$$

$$SCB = 17.166667$$

$$SCTot = \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^b x_{ij}^2 \right] - FC$$

$$SCTot = [(7(5)^2) + (5(6)^2) + (3(7)^2) + (14(4)^2) + (3)^2] - 700.833333$$

$$SCTot = 34.166667$$

$$SCT_{\text{Tot}} = SCT + SCB + SCEE \quad SCEE = SCT_{\text{Tot}} - SCT - SCB$$

$$SCEE = 34.166667 - 17.166667 - 15.266667$$

$$SCEE = 1.733333$$

$$CMT = SCT / (n-1) = 15.266667 / 2 = 7.633335$$

$$CMB = SCB / (b-1) = 17.166667 / 9 = 1.9074077$$

$$CMEE = SCEE / (N - n - b + 1) = 1.733333 / 18 = 0.09629628$$

$$F1 = CMT / CMEE = 7.633335 / 0.09629628 = 79.26926332$$

$$F2 = CMB / CMEE = 1.90740778 / 0.09629628 = 19.80769992$$

Para $V1 = 2$ y $V2 = 18$ El F crítico ($\alpha = 0.05$) es de 3.55 y para $V1 = 9$ y $V2 = 18$, el F crítico ($\alpha = 0.05$) es de 2.46.

Como ambas F son mayores que el F crítico, **EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE LAS MEDIAS.**

Los ANDEVA para las demás características organolépticas se calcularon de igual forma.

A continuación se muestran los resultados para las demás características analizadas.

1. Dulzura

Las hipótesis que se plantearon fueron las siguientes:

Hipótesis nula: No existe diferencia significativa entre las medias de dulzura de los tres diferentes tipos de helados evaluadas por el panel sensorial.

Hipótesis alterna: Si existe diferencia significativa entre las medias de dulzura.

CUADRO # 31ANDEVA Dulzura

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F
Tratamientos	2	15.266667	7.63335	79.26926
Bloques	9	17.166667	1.90741	19.80769
Error Experimental	18	1.733333	0.09629	
TOTAL	29	34.166667		

Como el F1 y F2 son mayores que los F críticos entonces se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, **SI EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE LAS MEDIAS.**

2. Sabor a Fresa

Las hipótesis que se plantearon fueron las siguientes:

Hipótesis nula: No existe diferencia significativa entre las medias de sabor a fresa de los tres diferentes tipos de helados evaluadas por el panel sensorial.

Hipótesis alterna: Si existe diferencia significativa entre las medias de dulzura.

CUADRO # 32

ANDEVA Sabor a Fresa

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F
Tratamientos	2	7.4667	3.73335	4.23533
Bloques	9	5.6333667	0.62593	0.71035
Error Experimental	18	15.866603	0.88115	
TOTAL	29	28.966667		

Como el F_1 es mayor que F crítico entonces se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, **SI EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE LAS MEDIAS**, aunque el F_2 es menor que el F crítico.

3. Textura

Las hipótesis que se plantearon fueron las siguientes:

Hipótesis nula: No existe diferencia significativa entre las medias de textura de los tres diferentes tipos de helados evaluadas por el panel sensorial.

Hipótesis alterna: Si existe diferencia significativa entre las medias de dulzura.

CUADRO # 33

ANDEVA Textura

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F
Tratamientos	2	0.2667000	0.13335	0.26474
Bloques	9	3.6333666	0.40371	0.79751
Error Experimental	18	9.0666334	0.50370	
TOTAL	29	12.966700		

Como el F1 y F2 son menores que los F críticos entonces se acepta la hipótesis nula, por lo tanto, **NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE LAS MEDIAS.**

4. Olor

Las hipótesis que se plantearon fueron las siguientes:

Hipótesis nula: No existe diferencia significativa entre las medias de olor de los tres diferentes tipos de helados evaluadas por el panel sensorial.

Hipótesis alterna: Si existe diferencia significativa entre las medias de dulzura.

CUADRO # 34**ANDEVA Olor**

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F
Tratamientos	2	3.8	1.9	1.87912
Bloques	9	6.7	0.74444	0.73626
Error Experimental	18	18.2	1.01111	
TOTAL	29	28.7		

Como el F_1 y F_2 son menores que los F críticos entonces se acepta la hipótesis nula, por lo tanto, **NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE LAS MEDIAS.**

5. Color

Las hipótesis que se plantearon fueron las siguientes:

Hipótesis nula: No existe diferencia significativa entre las medias de color de los tres diferentes tipos de helados evaluadas por el panel sensorial.

Hipótesis alterna: Si existe diferencia significativa entre las medias de dulzura.

CUADRO # 35

ANDEVA Color

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F
Tratamientos	2	4.2	2.1	4.84615
Bloques	9	12.8	1.42222	3.28205
Error Experimental	18	7.8	0.43333	
TOTAL	29	24.8		

Como el F_1 y F_2 son mayores que los F críticos entonces se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, **SI EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE LAS MEDIAS.**

6. Apariencia

Las hipótesis que se plantearon fueron las siguientes:

Hipótesis nula: No existe diferencia significativa entre las medias de apariencia de los tres diferentes tipos de helados evaluadas por el panel sensorial.

Hipótesis alterna: Si existe diferencia significativa entre las medias de dulzura.

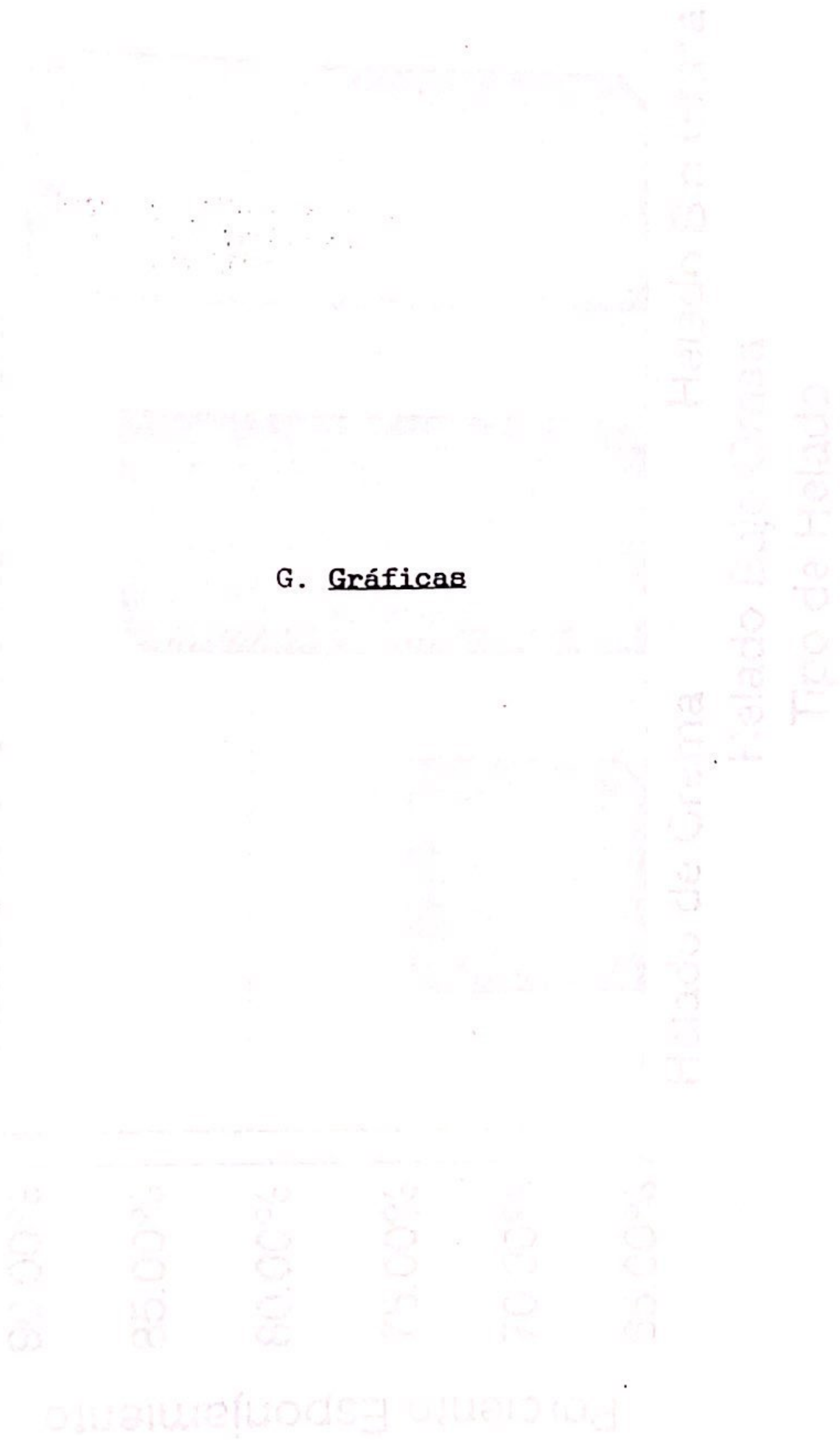
CUADRO # 35

ANDEVA Apariencia

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F
Tratamientos	2	8.4666667	4.23333	11.0971
Bloques	9	13.633336	1.51482	3.97088
Error Experimental	18	6.8666670	0.38148	
TOTAL	29	28.966673		

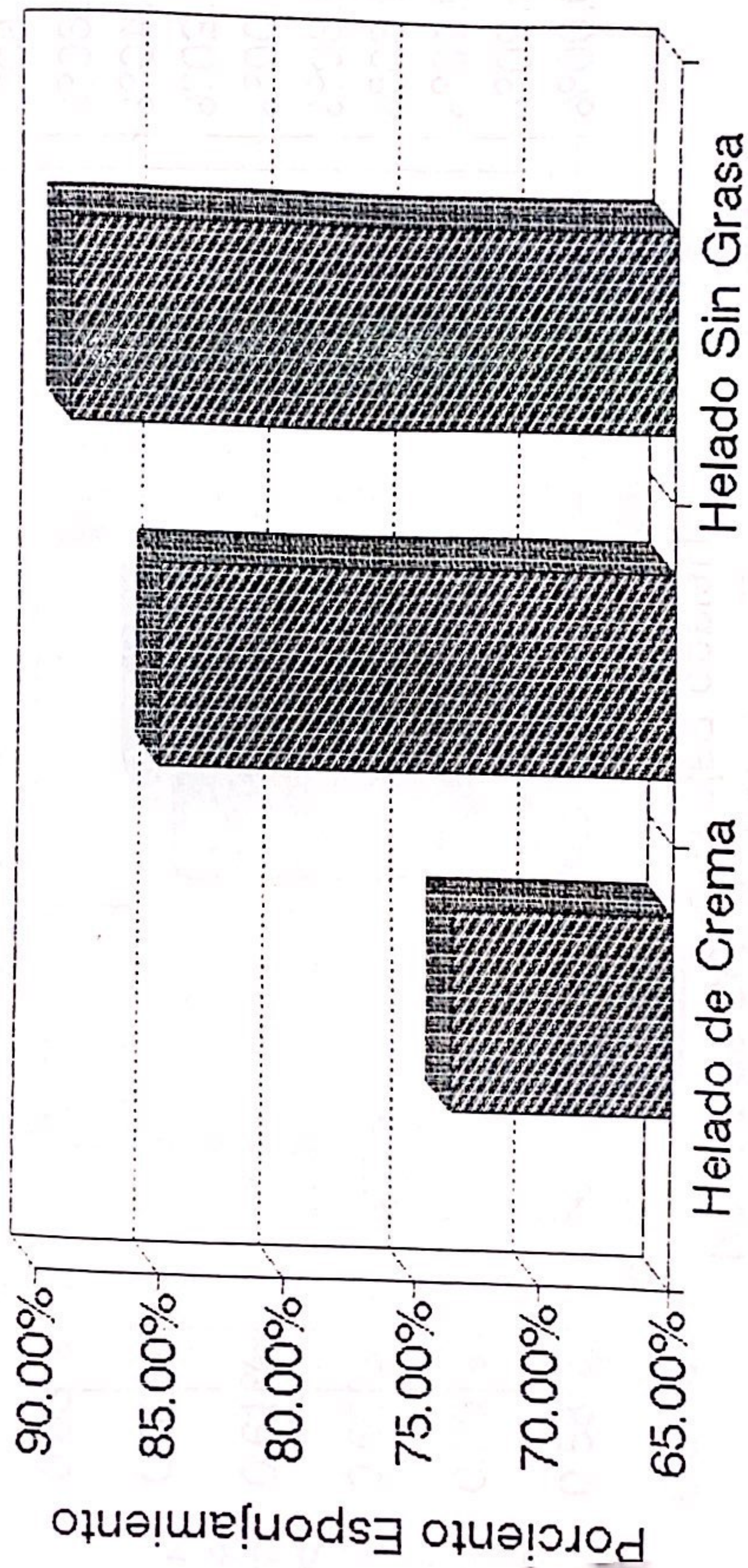
Como el F_1 y F_2 son mayores que los F críticos entonces se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, **SI EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE LAS MEDIAS.**

G. Gráficas



Gráfica # 2

Porcentaje de Esponjamiento



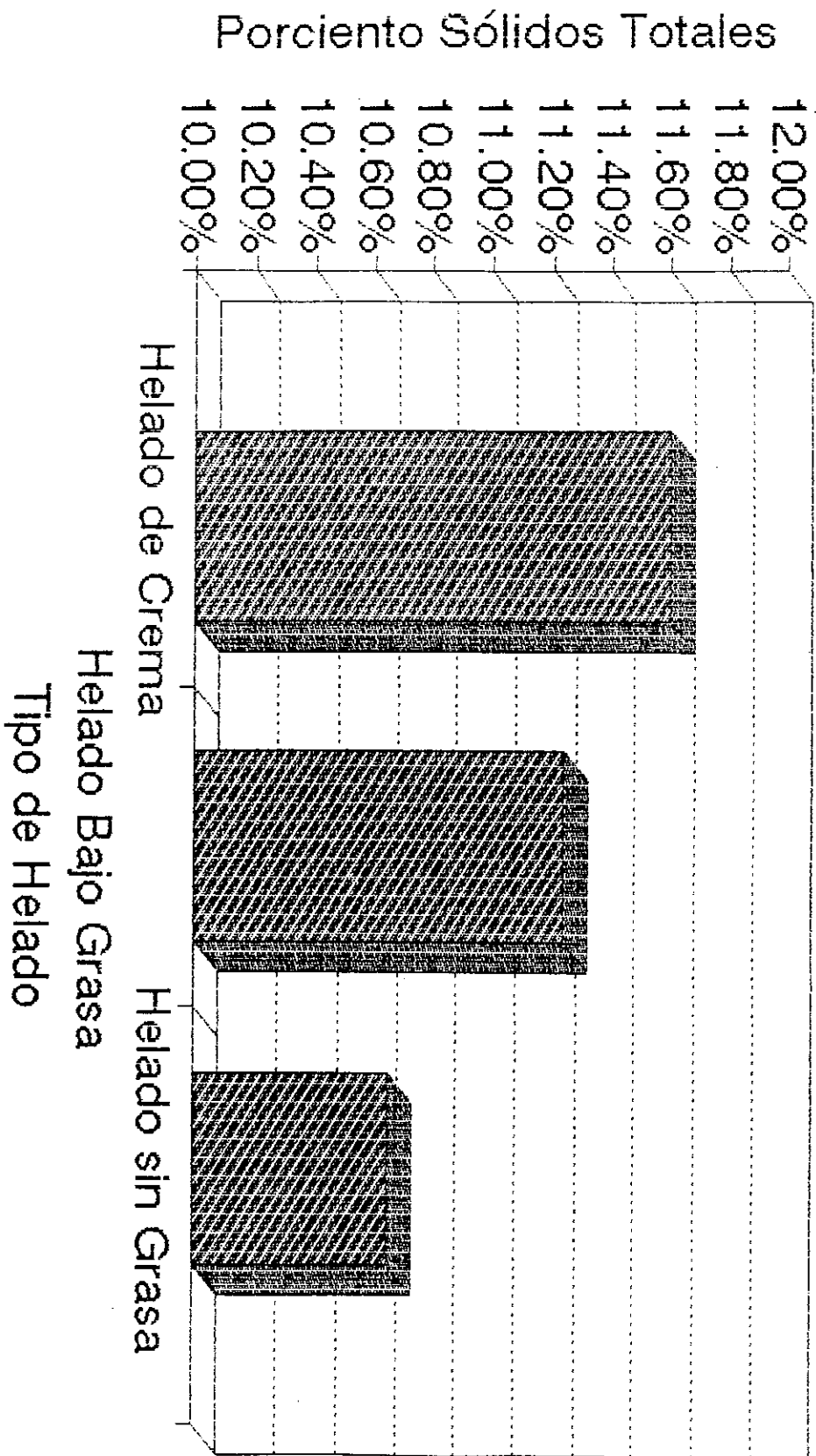
Helado de Crema

Helado Bajo Grasa

% Esponjamiento

Gráfica Número 3

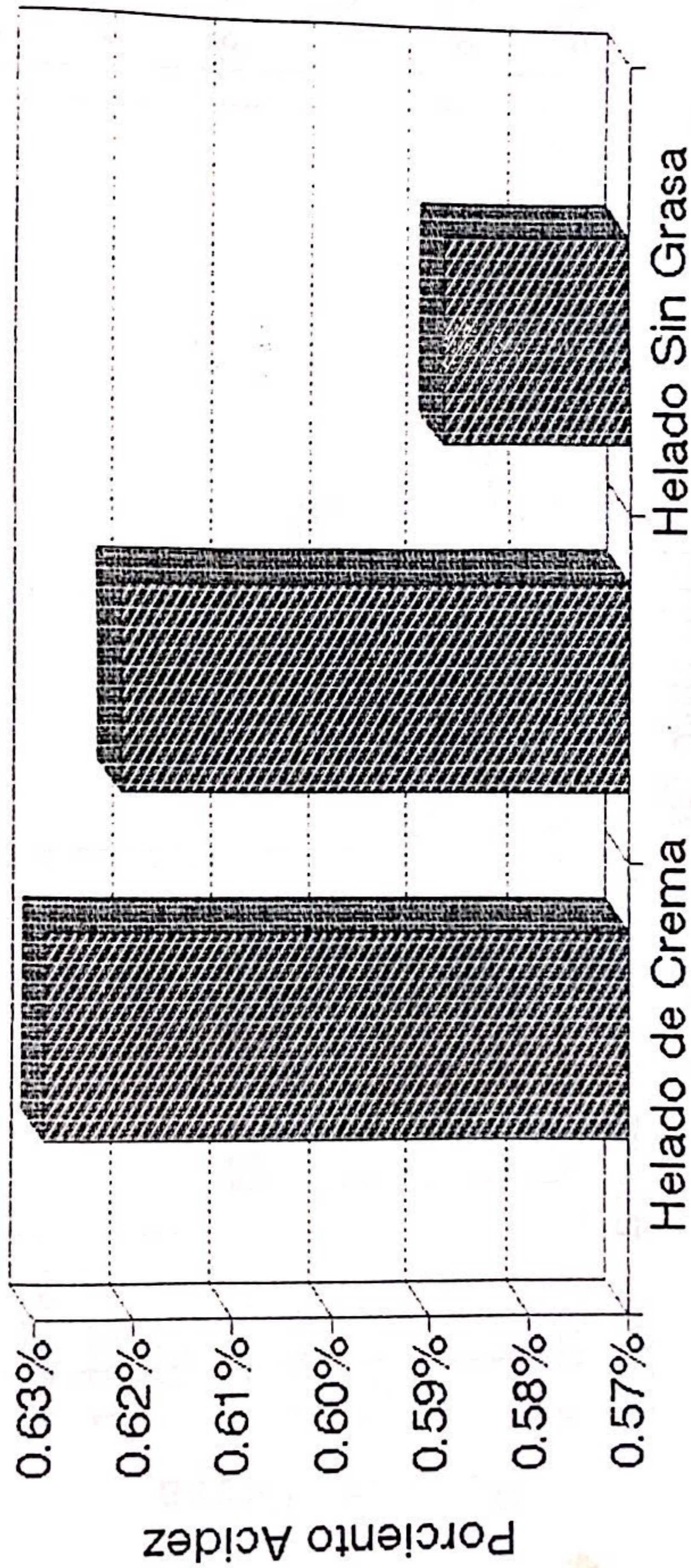
Porcentaje de Sólidos Totales



% Sólidos Totales

Gráfica # 4

Porcentaje de Acidez

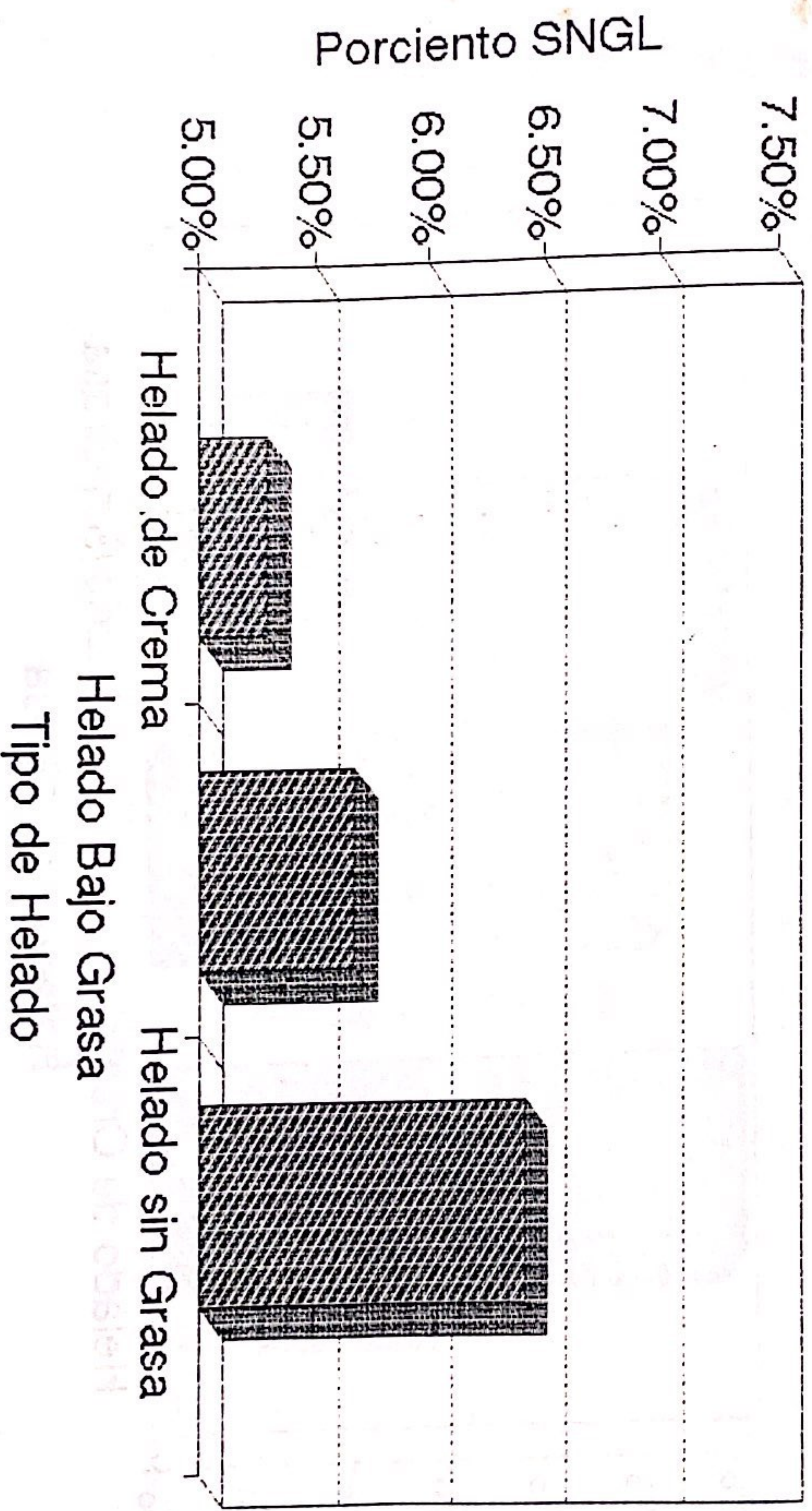


Helado de Crema
Helado Bajo Grasa
Tipo de Helado

% Acidez

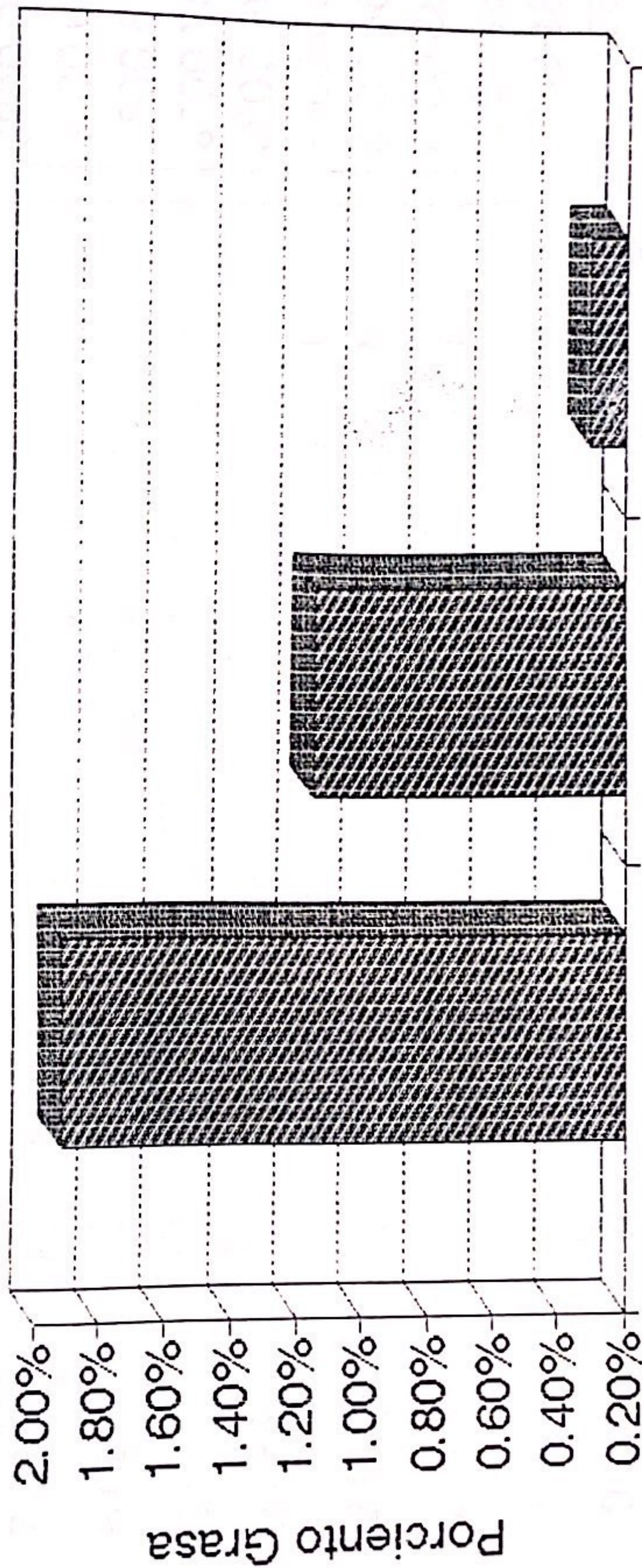
Gráfica Número 5

Porcentaje de S N G L



Gráfica # 6

Porcentaje de Grasa



Helado de Crema

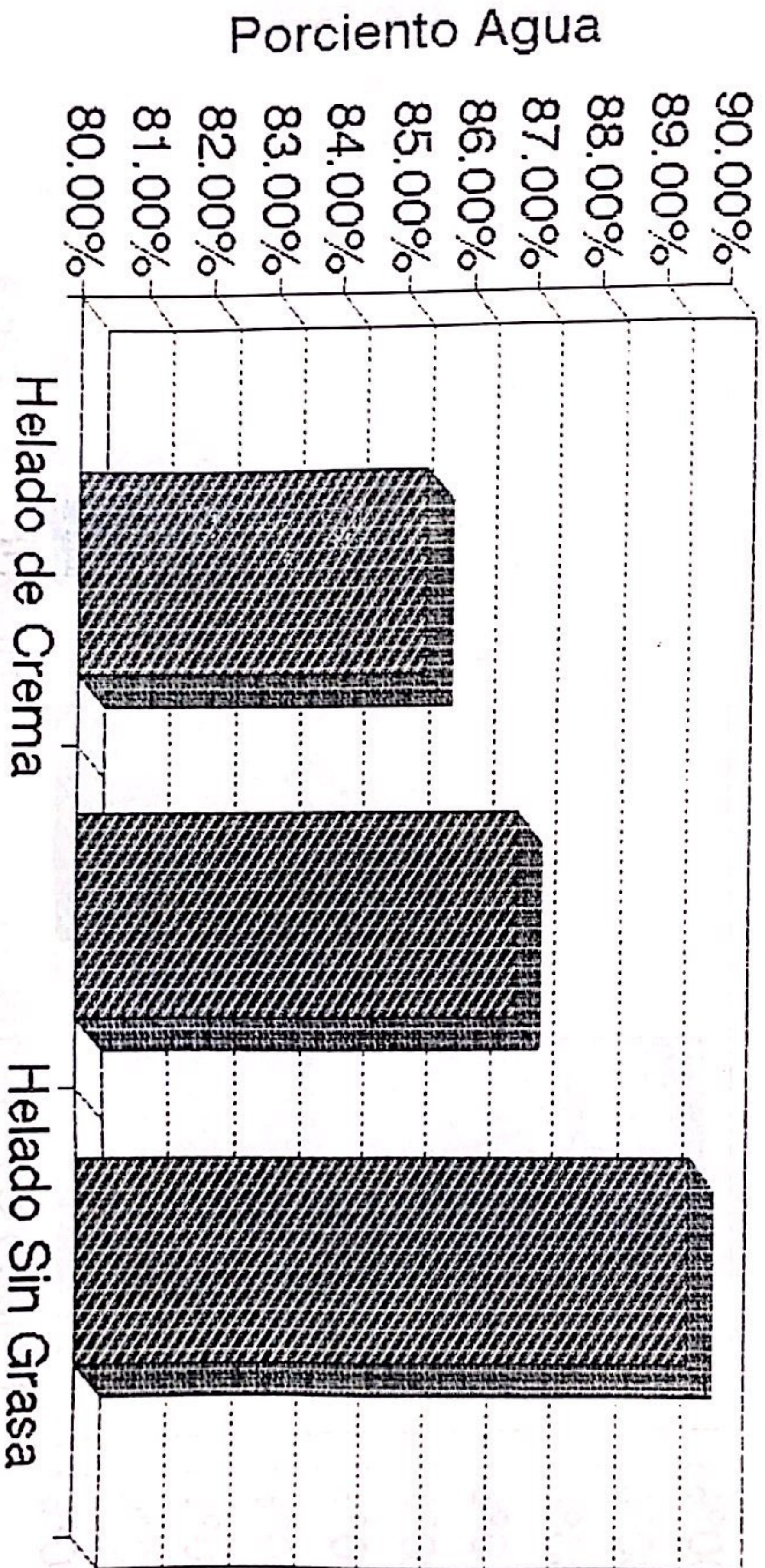
Helado Bajo Grasa

Tipo de Helado

% Grasa

Gráfica # 7

Porcentaje de Agua

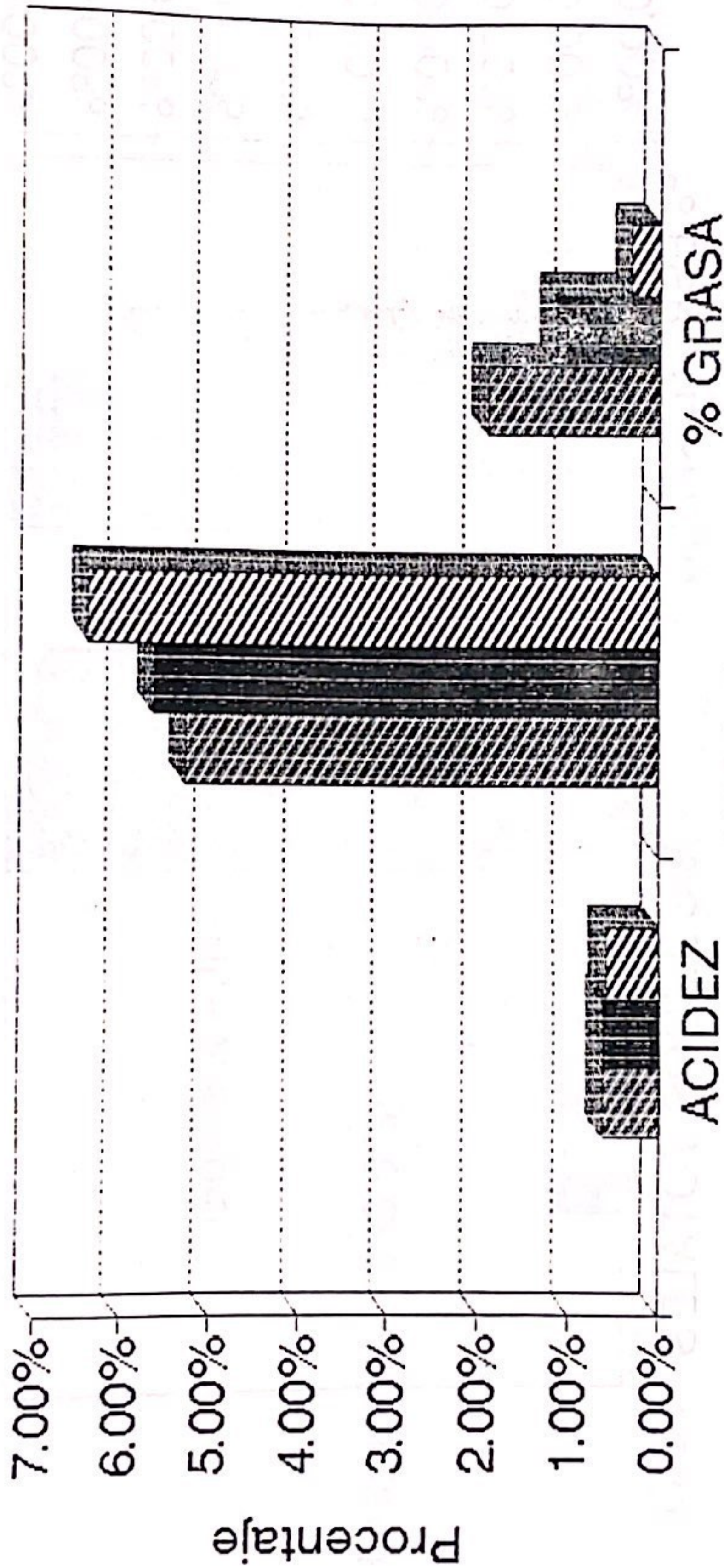


Tipo de Helado

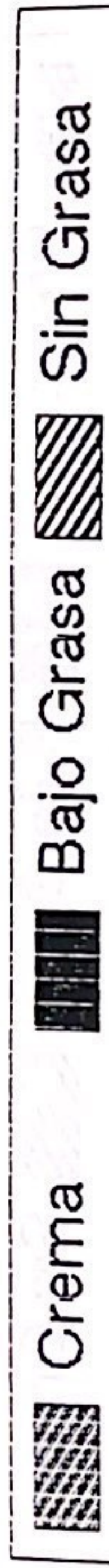
% Agua

Gráfica # 8

Acidez SINGL Grasa

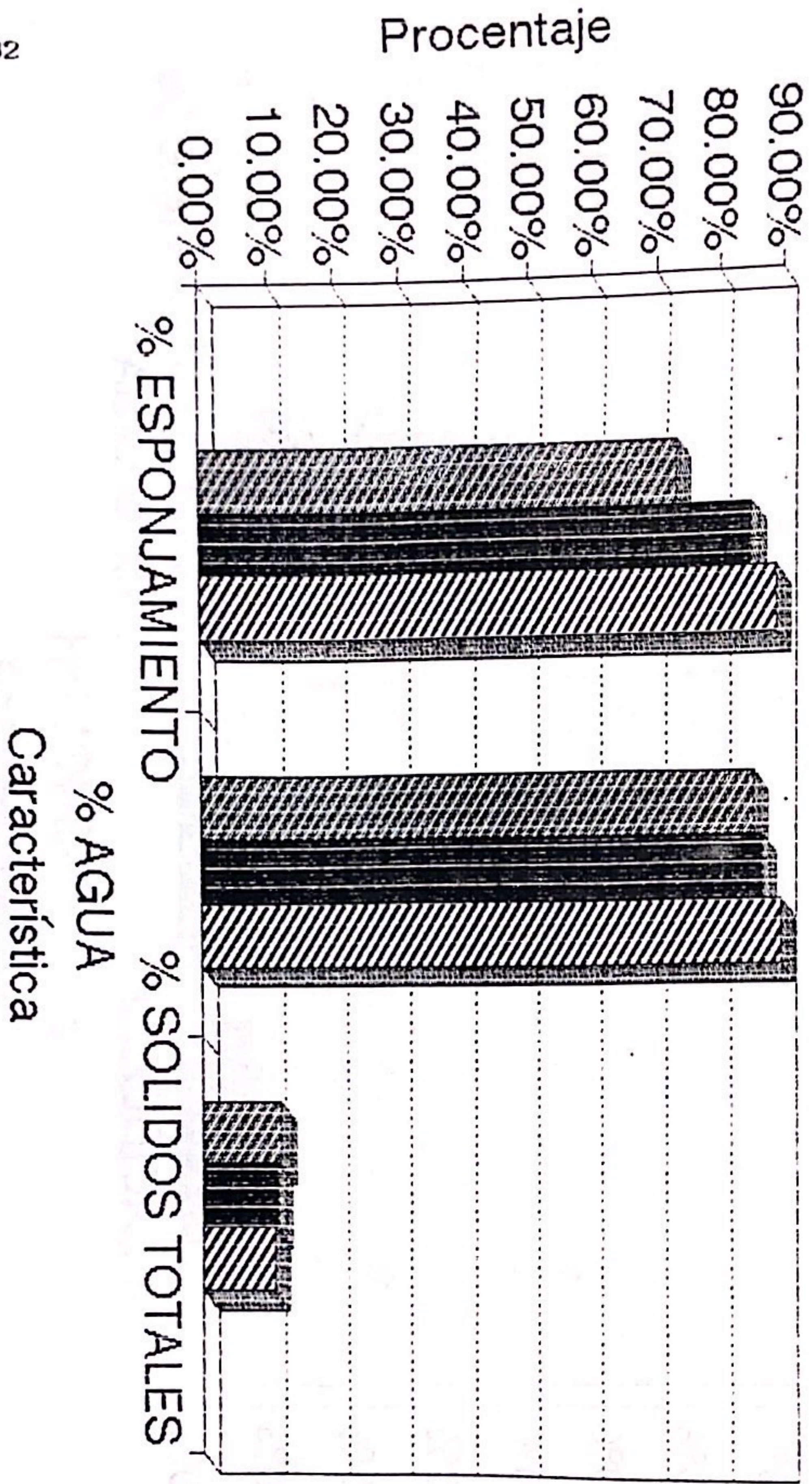





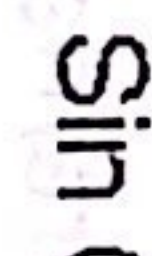
Característica



Gráfica # 9

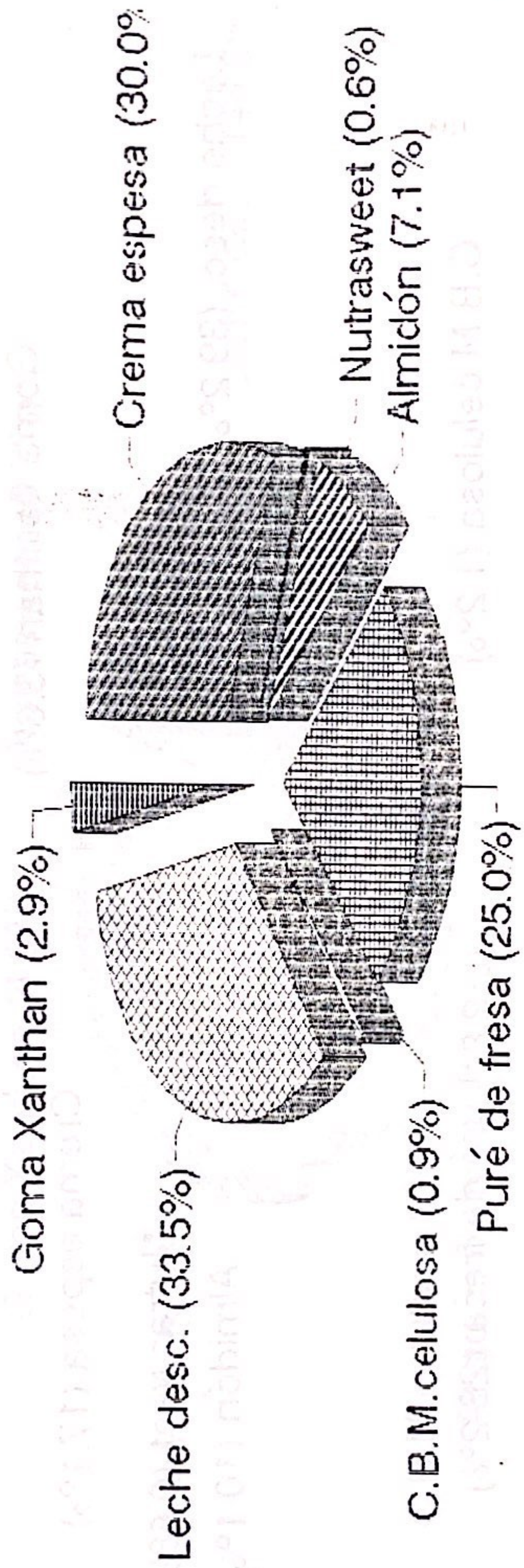
Esponjamiento Agua Sólidos Totales



-  Crema
-  Bajo Grasa
-  Sin Grasa
-  Sin Grasa

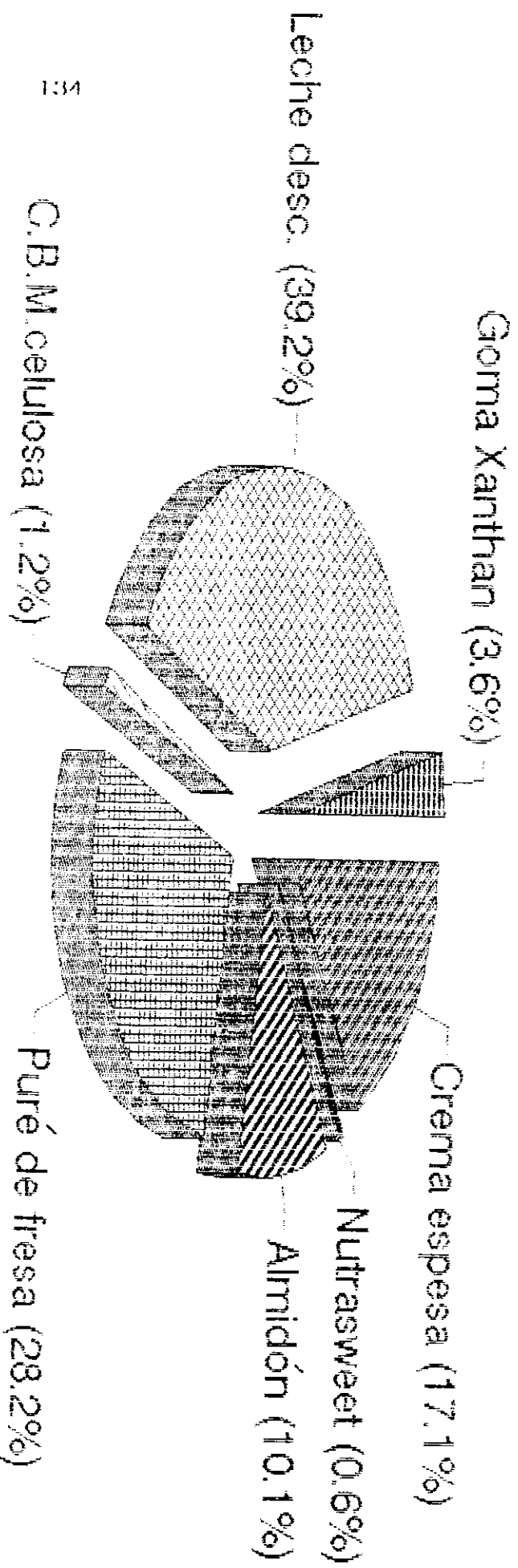
Gráfica Numero 10

Composición Calórica Helado Crema



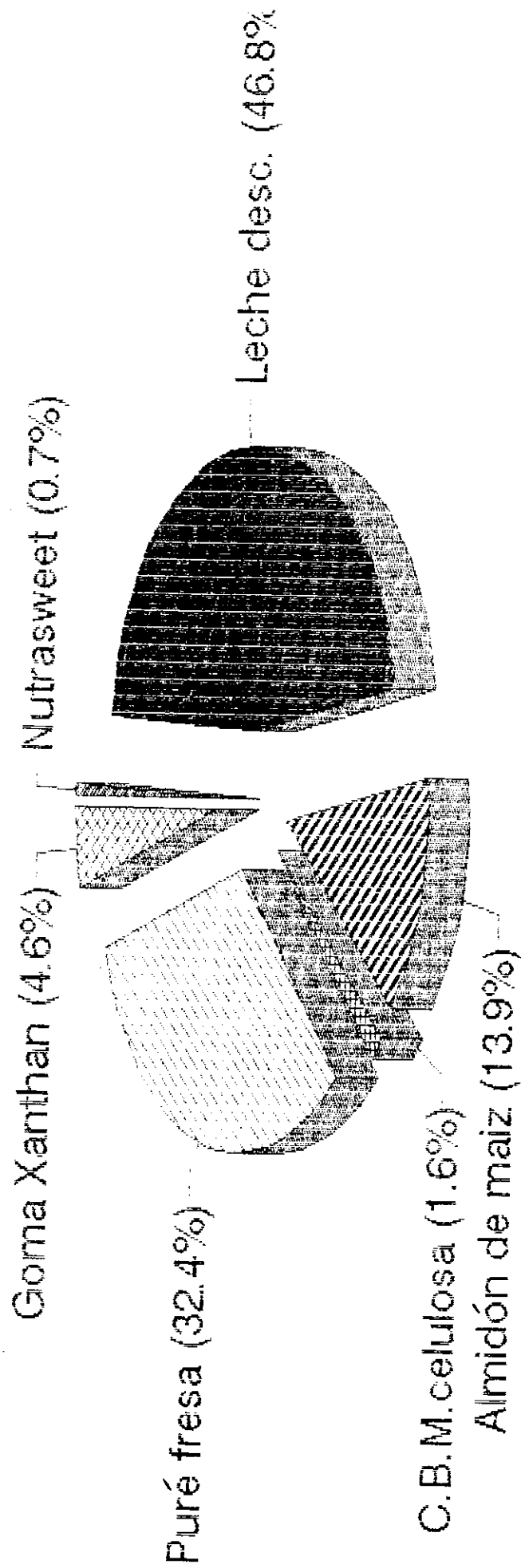
Gráfica Numero 11

Composición Calórica Helado Bajo Grasa

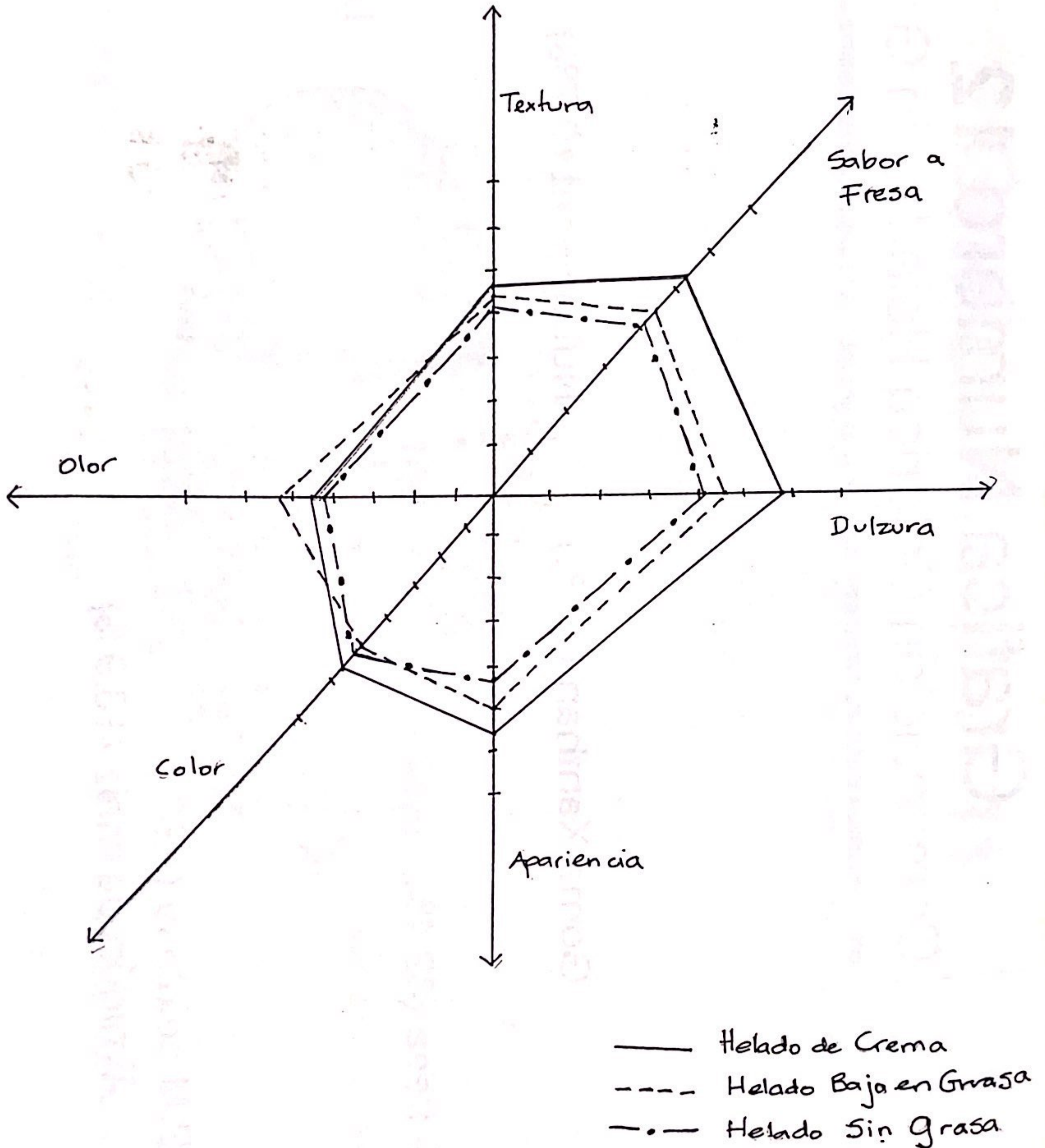


Gráfica Numero 12

Composición Calórica Helado sin Grasa

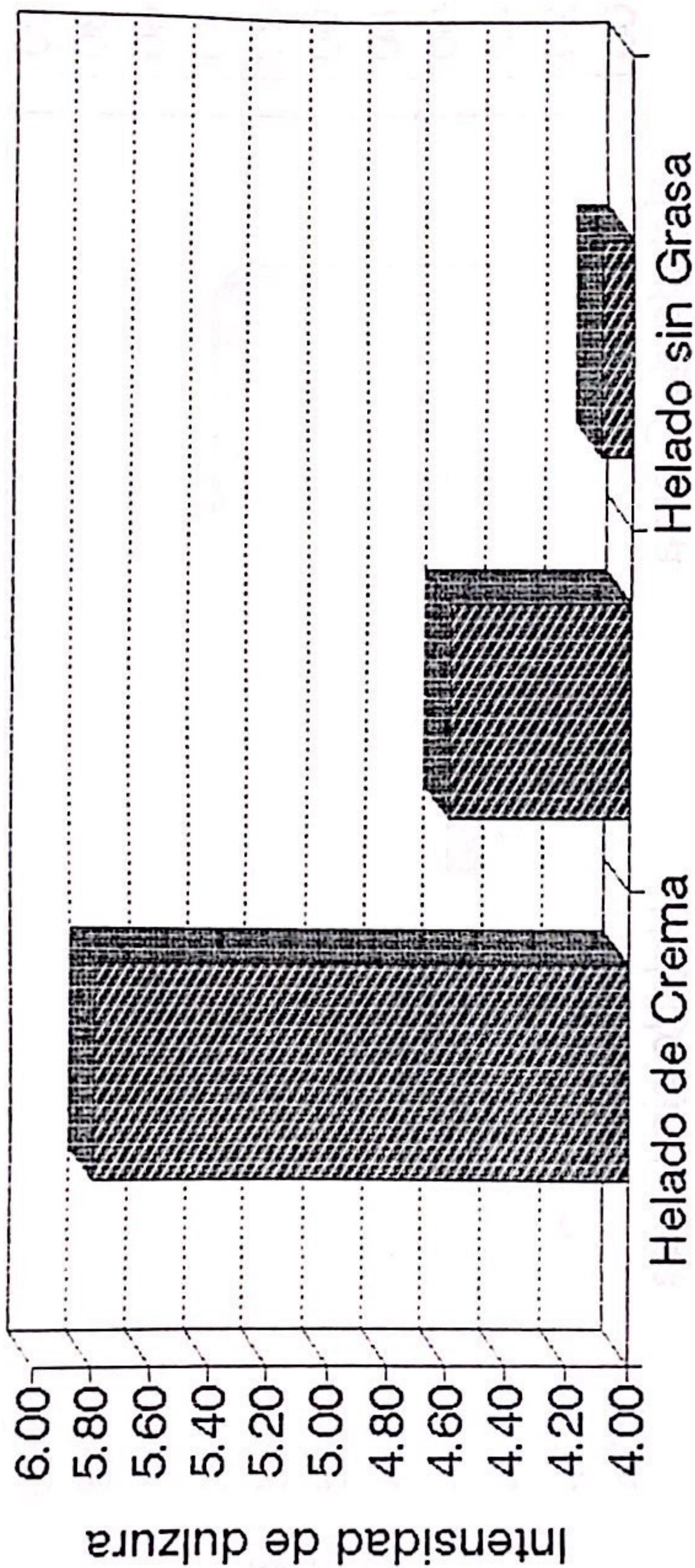


Gráfica # 13 : Gráfica de araña (ANALISIS SENSORIAL)



Gráfica Número 14

Dulzura



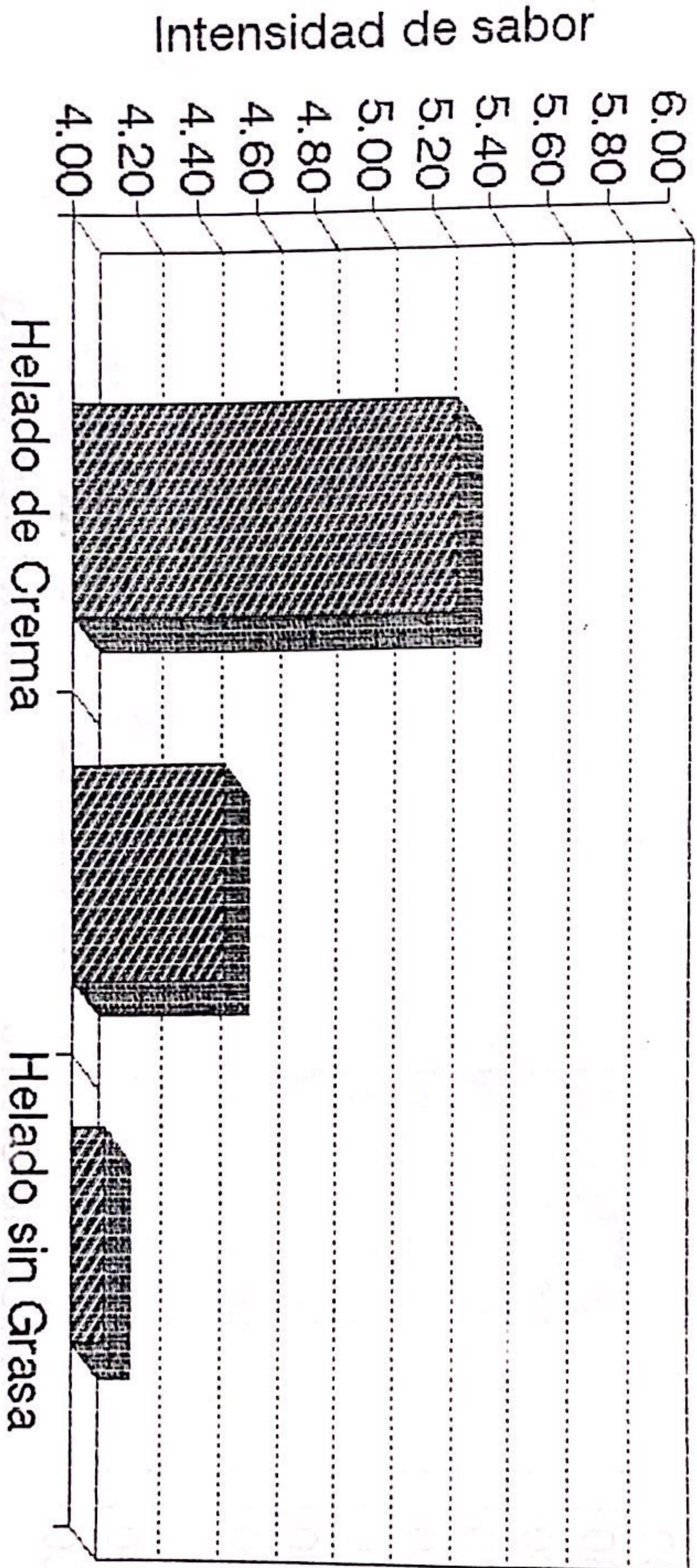
Helado Bajo Grasa

Tipo de Helado

Dulzura

Gráfica Número 15

Sabor a Fresa



Helado de Crema

Helado Bajo Grasa

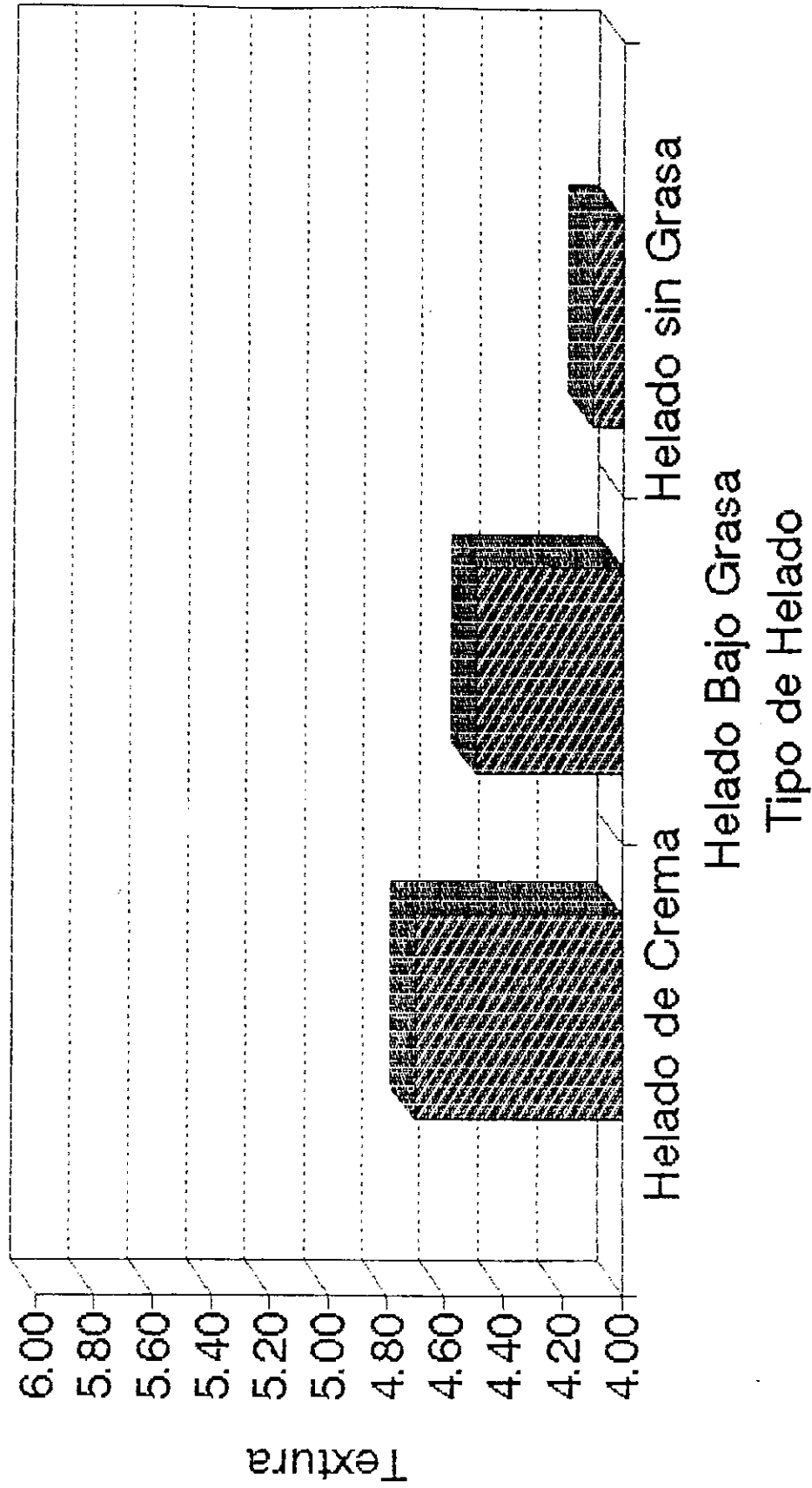
Helado sin Grasa

Tipo de Helado

Sabor Fresa

Gráfica Número 16

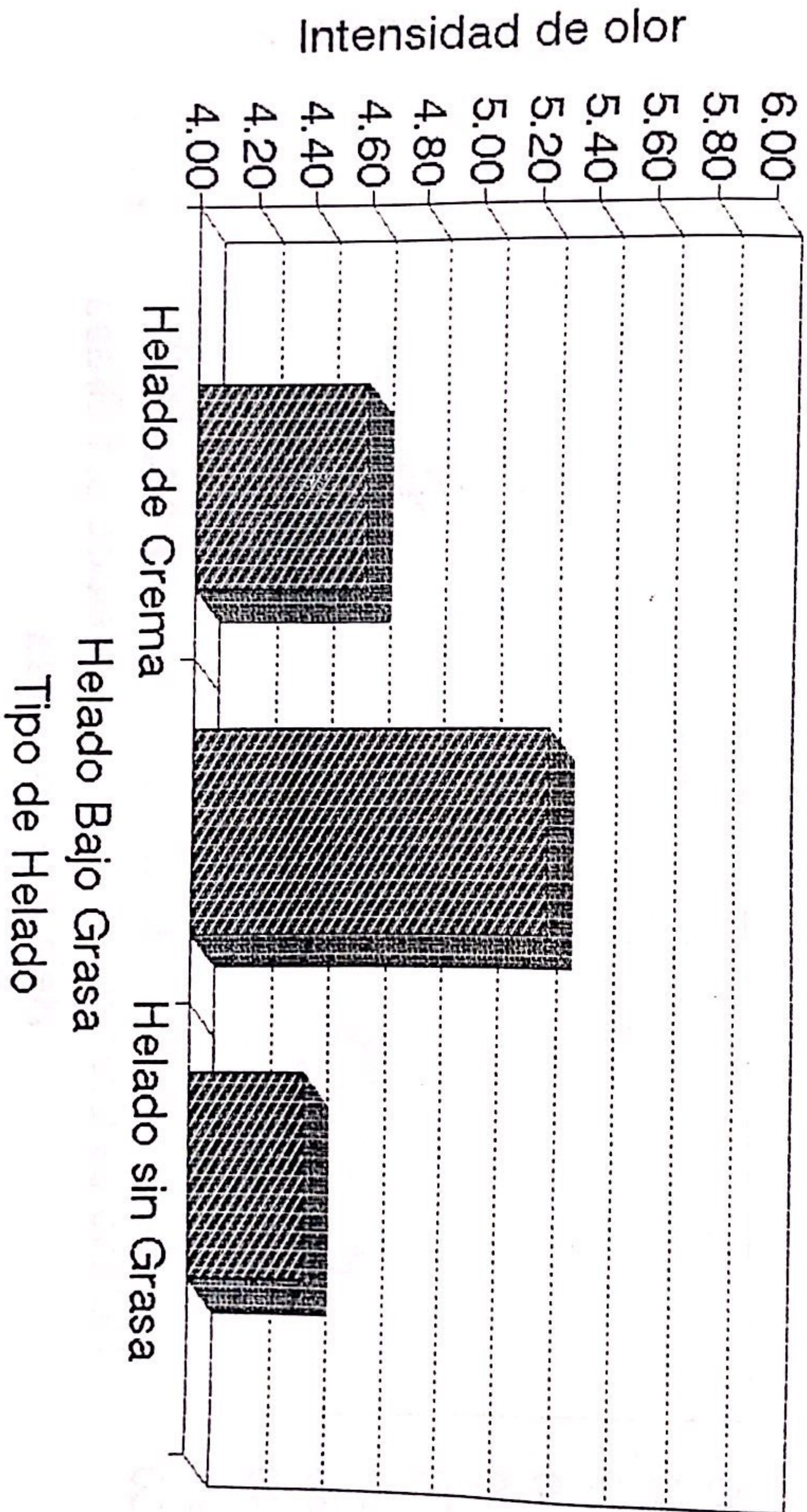
Textura



Textura

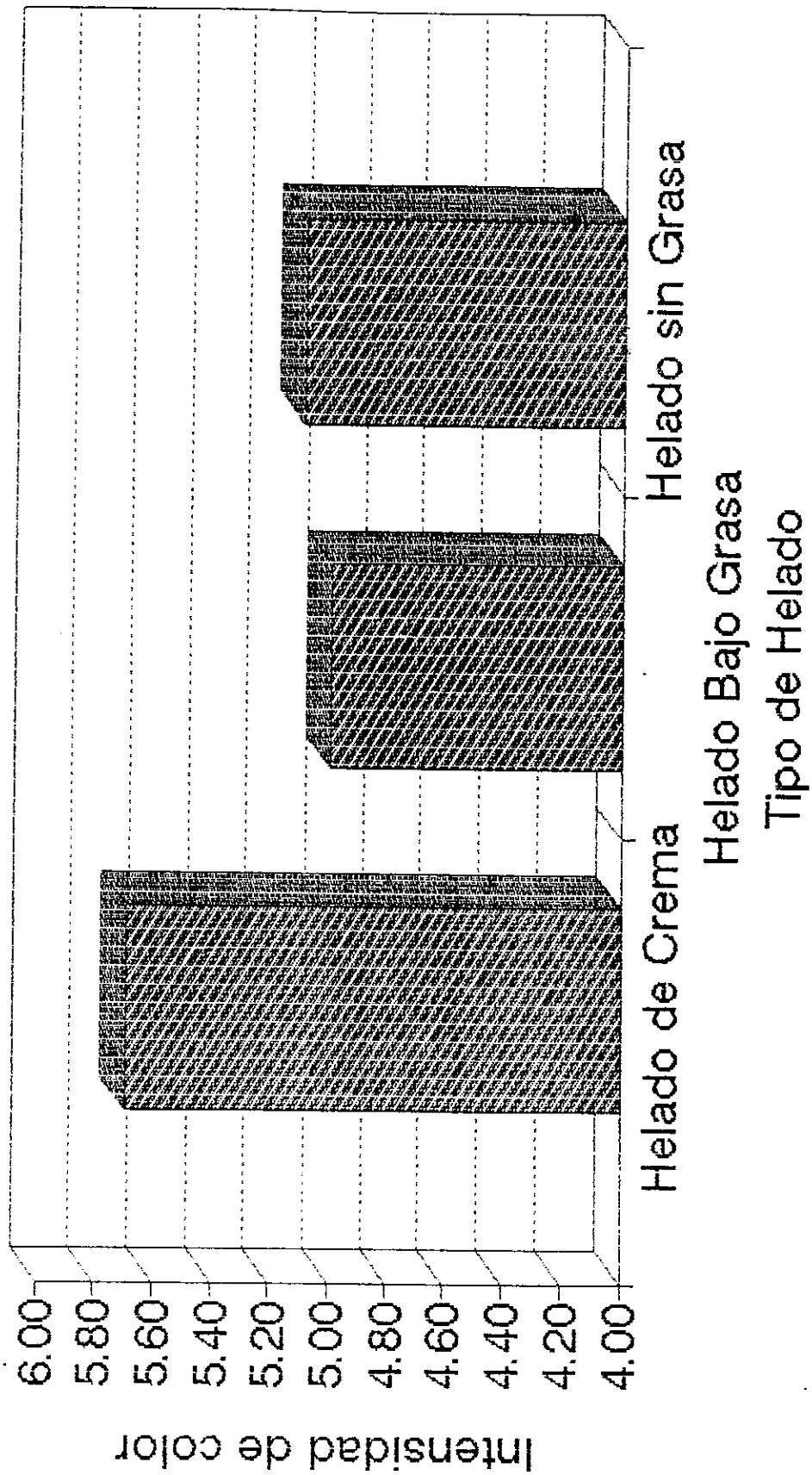
Gráfica Número 17

Olor



Gráfica Numero 18

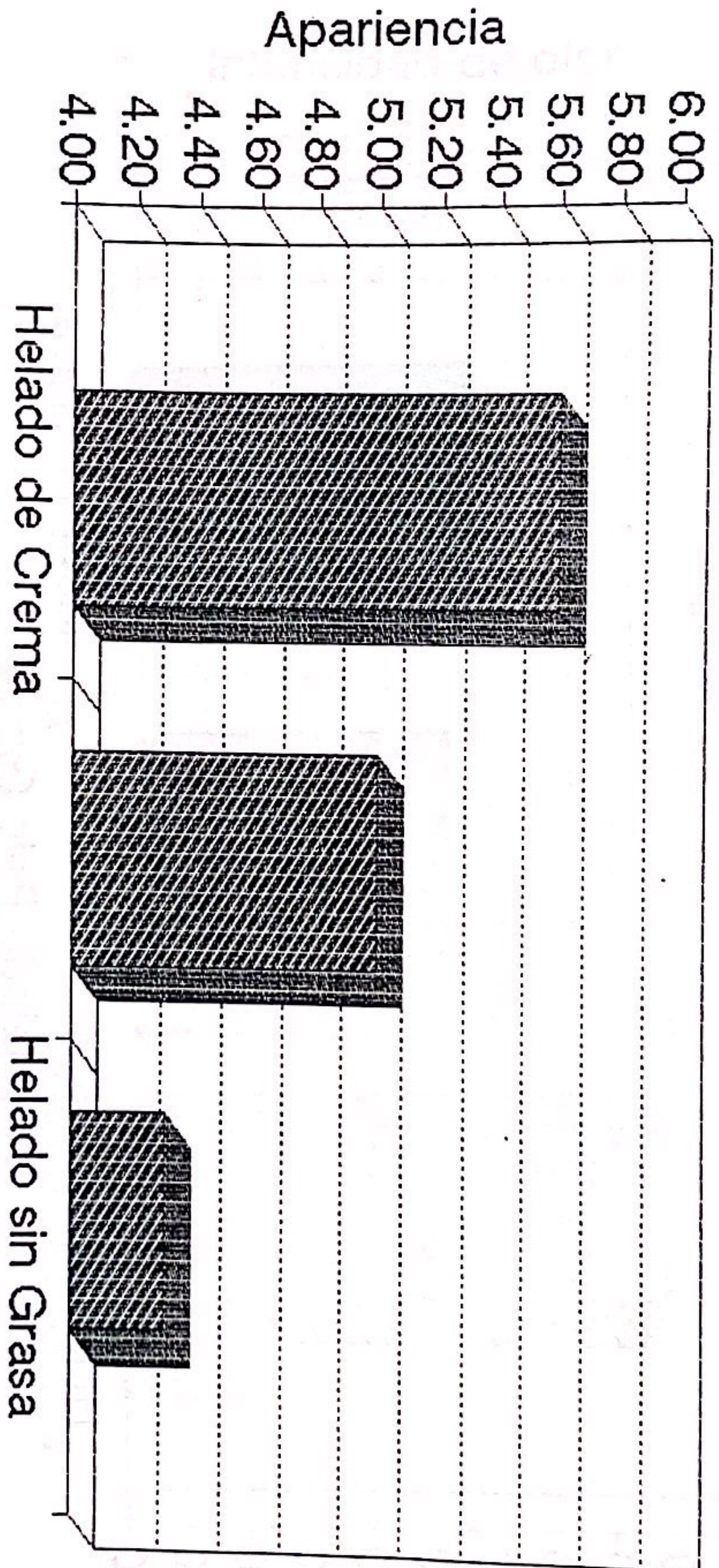
Color



Color

Gráfica Número 19

Apariencia

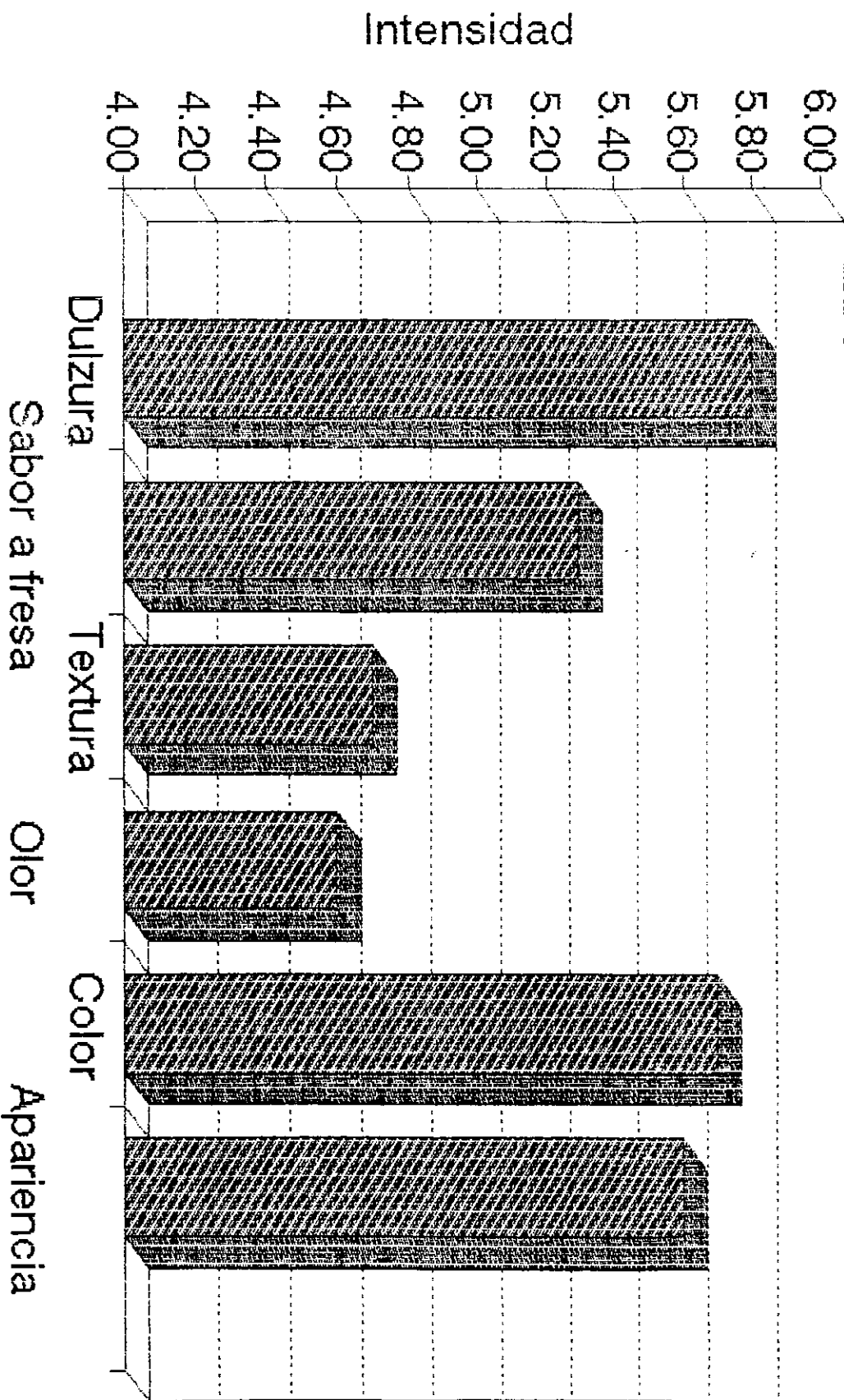


Helado de Crema
Helado Bajo Grasa
Helado sin Grasa
Tipo de Helado

Apariencia

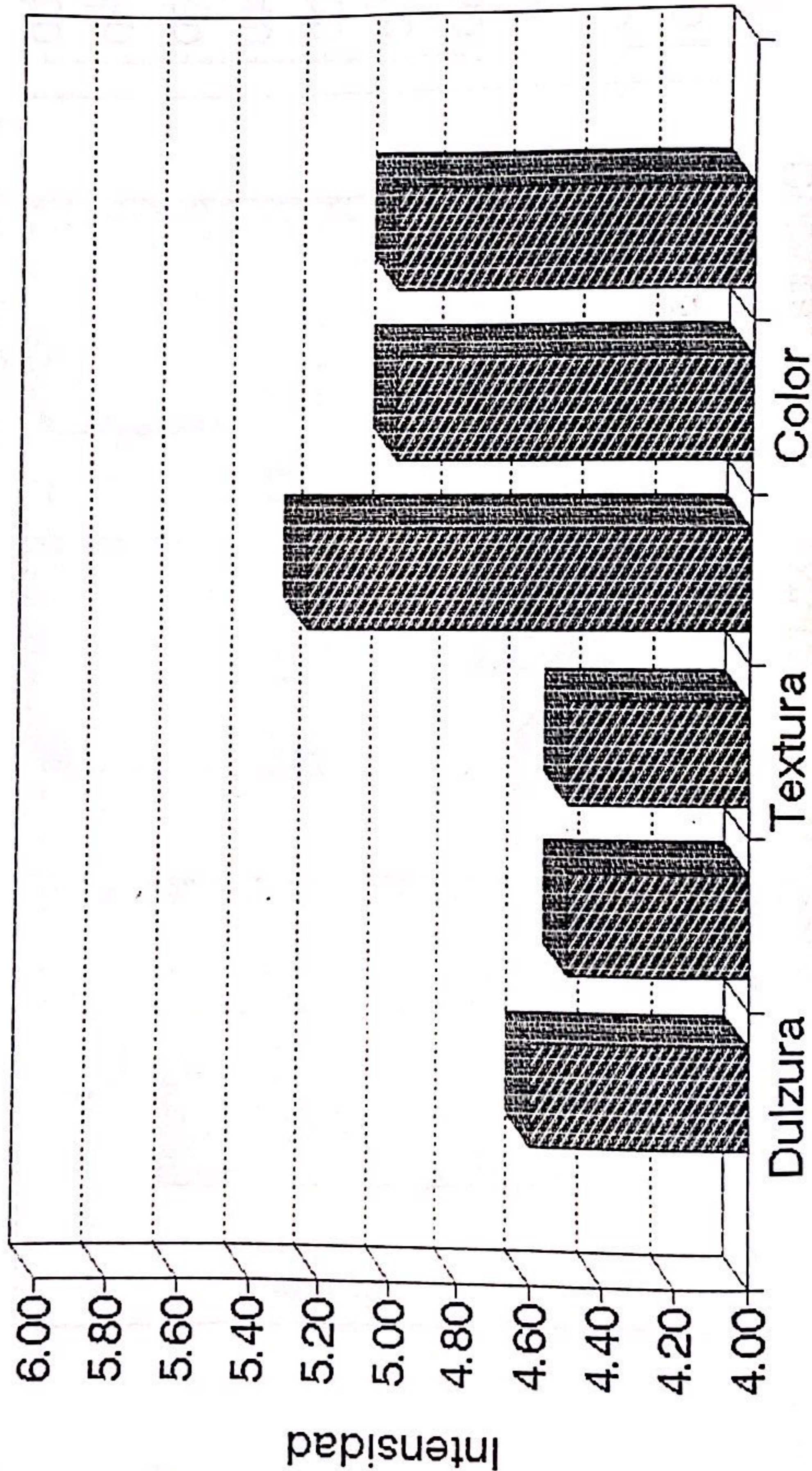
Gráfica Número 20

Características Helado Crema



Gráfica Número 21

Caracterist. Helado Bajo Grasa

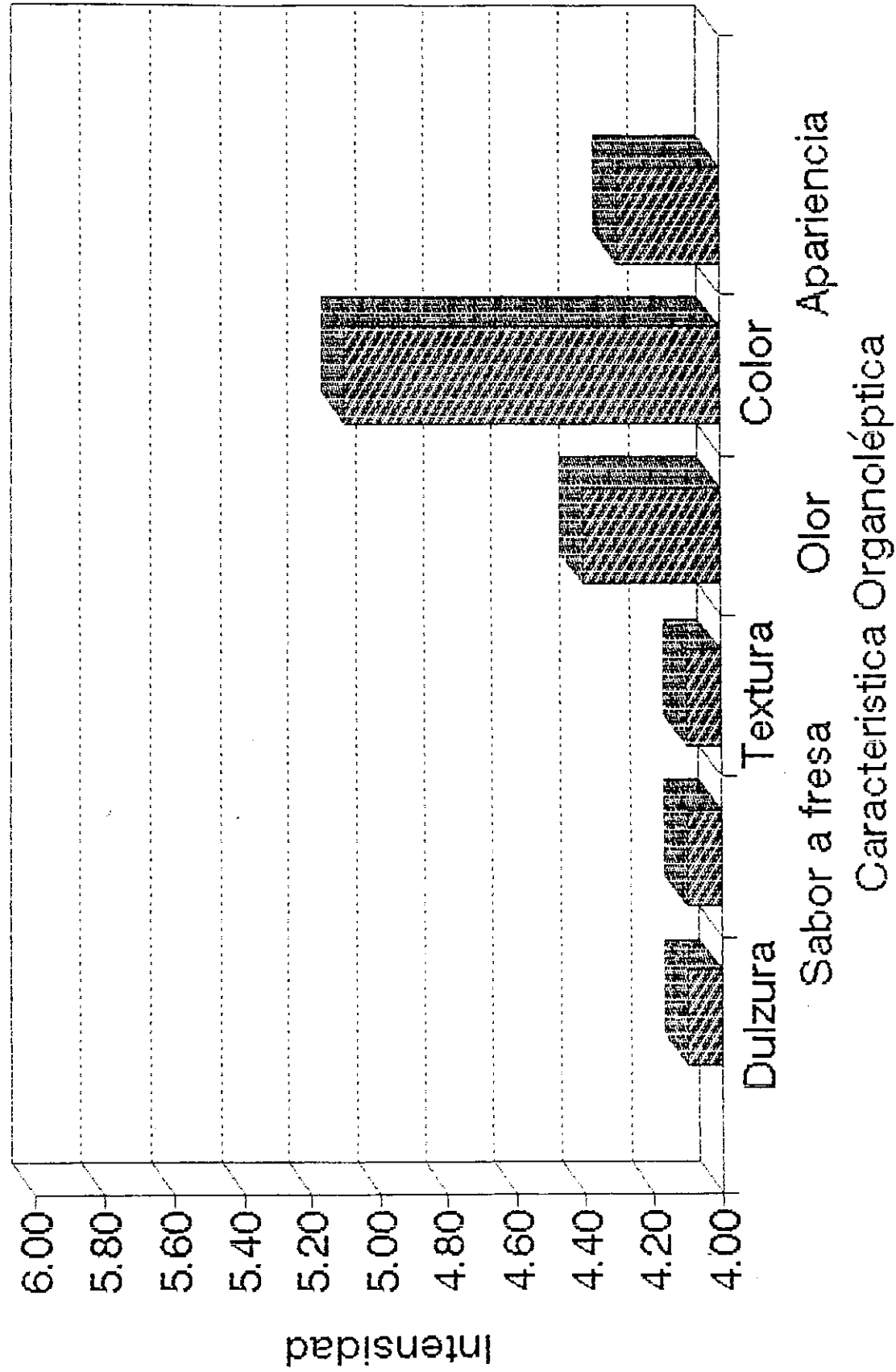


Sabor a fresa Olor Apariencia

Característica Organoléptica

Gráfica Número 22

Característ. Helado Sin Grasa




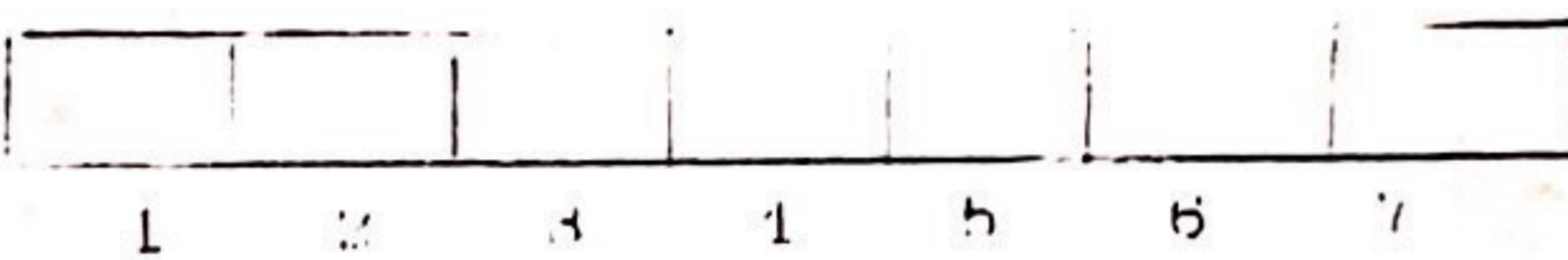
H. Formulario de Evaluación Sensorial

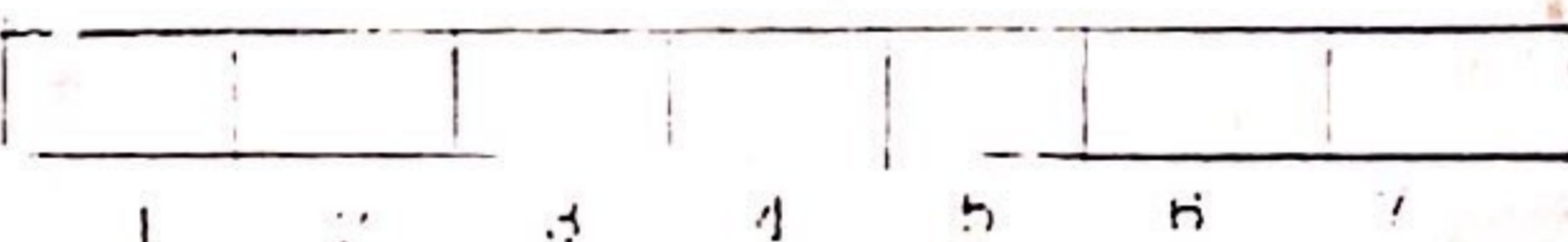
Sexo: _____
 Edad: _____
 No. de Muestra: _____


ANÁLISIS SENSORIAL DE HELADO DE FRESA

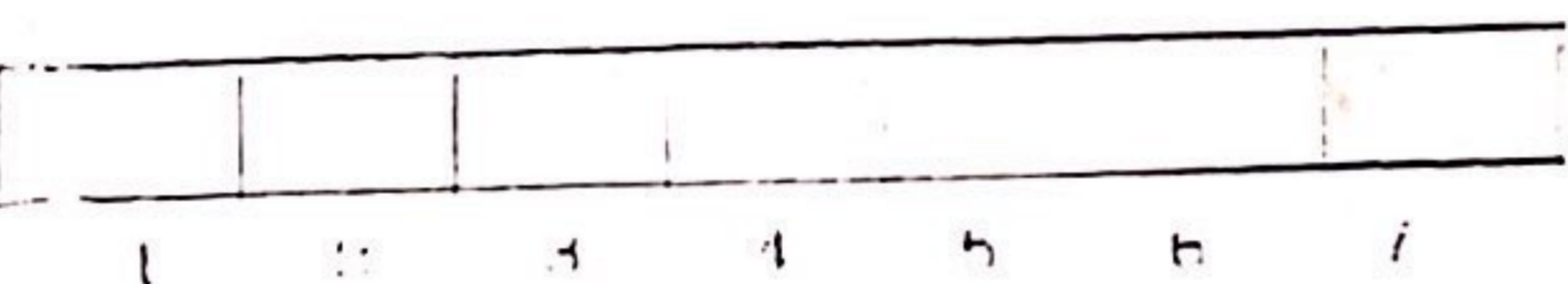
A continuación se le entregara una muestra de helado de fresa. Por favor pruébela y califique cada característica en una escala de 1 a 7, la cual se describe a continuación.
 1 = incomible, 2 = muy malo, 3 = malo, 4 = regular, 5 = bueno, 6 = muy bueno, 7 = excelente.


dulzura 

sabor a fresa 

textura 

olor 

color 

apariencia 

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACION !!!