

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS

Formulación de caramelos duros, con edulcorantes de bajo valor calórico (Stevia, Maltitol e Isomalt)

Presentado por:

Heidy Wendy Aldea Quincho

Para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial

Abancay, Perú

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



“TESIS”

“FORMULACIÓN DE CAMELOS DUROS, CON EDULCORANTES DE BAJO VALOR CALÓRICO (STEVIA, MALTITOL E ISOMALT).”

Presentado por **Heidy Wendy Aldea Quincho**, para optar el Título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Sustentado y aprobado el 05 de Julio del 2021, ante el jurado evaluador:

Presidente:


Ing. Abel Enrique Jesús Mujica Paredes

Primer Miembro:


Ing. Ruth Mery Ccopa Flores

Segundo Miembro:


Ing. Lourdes Salcedo Sucasaca

Asesor (es):


Ing. Luis Ricardo Paredes Quiroz


Dra. Dagnith Liz Bejarano Luján

Agradecimiento

Agradezco a mis asesores de tesis, por sus enseñanzas e ideas compartidas, por ser guías en mi primer trabajo de investigación. Ing. Ricardo Paredes Quiroz - UNAMBA, Dra. Dagnith Liz Bejarano Luján- UNAT y Dra. Flor Teresa García Huamán -UNTRM



Dedicatoria

*Es mi deseo dedicar este mi trabajo de tesis,
a mis hijos, por ser la fuente de inspiración y fortaleza para
culminar esta meta personal.*



“Formulación de caramelos duros, con edulcorante de bajo valor calórico (Stevia, Maltitol e Isomalt)”

Línea de Investigación: Caracterización, Desarrollo de Proceso e Innovación en la Agroindustria

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

| | Pág. |
|---|------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| RESUMEN | 2 |
| ABSTRACT | 3 |
| CAPÍTULO I | 4 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 4 |
| 1.1 Descripción del problema | 4 |
| 1.2 Enunciado del problema | 4 |
| 1.2.1 Problema general | 4 |
| 1.2.2 Problemas específicos | 5 |
| 1.2.3 Justificación de la investigación | 5 |
| CAPÍTULO II | 7 |
| OBJETIVO E HIPÓTESIS | 7 |
| 2.1 Objetivo de la investigación | 7 |
| 2.1.1 Objetivo general..... | 7 |
| 2.1.2 Objetivo específicos | 7 |
| 2.2 Hipótesis de la investigación..... | 7 |
| 2.2.1 Hipótesis general..... | 7 |
| 2.2.2 Hipótesis específica..... | 7 |
| 2.3 Operacionalización de variables | 8 |
| CAPÍTULO III | 9 |
| MARCO TEÓRICO REFERENCIAL | 9 |
| 3.1 Antecedentes | 9 |
| 3.2 Marco teórico | 12 |
| 3.2.1 Caramelo | 12 |
| 3.2.1.1 Caramelo duros | 12 |
| 3.2.1.1.1 Caramelos duros con azúcar | 13 |
| 3.2.1.1.2 Caramelos duros sin azúcar | 14 |
| 3.2.1.1.3 Materia prima de los caramelos duros con azúcar..... | 15 |
| 3.2.1.1.4 Materia prima de los caramelos duros sin azúcar | 22 |
| 3.2.2 Los edulcorantes | 32 |
| 3.2.2.1 Polioles | 33 |
| 3.2.2.2 Stevia | 34 |
| 3.2.3 Caracterización sensorial | 34 |

| | |
|---|-----------|
| 3.2.3.1 Prueba de satisfacción | 35 |
| 3.2.4 Valor calórico | 38 |
| 3.3 Definición de términos | 38 |
| 3.3.1 Maltitol | 38 |
| 3.3.2 Isomalt | 38 |
| 3.3.3 Stevia | 38 |
| 3.3.4 Sacarosa | 38 |
| 3.3.5 Glucosa | 39 |
| CAPÍTULO IV | 40 |
| METODOLOGÍA | 40 |
| 4.1 Tipo y nivel de investigación | 40 |
| 4.1.1 Tipo de investigación | 40 |
| 4.1.2 Nivel de investigación | 40 |
| 4.2 Diseño de investigación | 40 |
| 4.3 Población y muestra | 42 |
| 4.4 Procedimiento | 42 |
| 4.4.1 Formulación de caramelos duros | 43 |
| 4.4.1.1 Determinación de la formulación de caramelo duro | 43 |
| 4.4.1.2 Determinación de la formulación de caramelos sin azúcar | 44 |
| 4.4.2 Formulación de caramelos duros a nivel de laboratorio | 46 |
| 4.4.3 Determinación de análisis de calorías | 49 |
| 4.4.4 Evaluación para el análisis sensorial | 50 |
| 4.5 Técnica e instrumentos | 50 |
| 4.6 Análisis estadístico..... | 51 |
| CAPÍTULO V | 54 |
| RESULTADOS Y DISCUSIONES | 54 |
| 5.1 Análisis de resultados | 54 |
| 5.1.1 Formulaciones de los caramelos duros con edulcorante de bajo valor calórico (Isomalt, Maltitol y Stevia) | 54 |
| 5.1.1.1 Estandarización de las formulaciones de caramelos duros elaborados con edulcorante de bajo valor calórico (Isomalt, Maltitol y Stevia) | 54 |
| 5.1.1.2 Valor calórico de las formulaciones propuestas para caramelos duros..... | 55 |
| 5.1.1.3 Evaluación sensorial de los caramelos formulados con edulcorante de bajo valor calórico y la muestra control..... | 56 |



| | |
|---|-----------|
| 5.1.1.4 Valor de aceptabilidad del atributo sensorial dulzor en las formulaciones de caramelos duros | 57 |
| 5.1.1.5 Valor de aceptabilidad del atributo sensorial color en las formulaciones de caramelos duros | 57 |
| 5.1.1.6 Valor de aceptabilidad del atributo sensorial firmeza en las formulaciones de caramelos duros | 58 |
| 5.2 Contrastación de hipótesis..... | 58 |
| 5.3 Discusión | 60 |
| CAPÍTULO VI | 62 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 62 |
| 6.1 Conclusiones | 62 |
| 6.2 Recomendaciones | 62 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | 63 |
| ANEXOS..... | 67 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 — Variables, indicadores e índices | 8 |
| Tabla 2 — Formulaci3n convencional | 13 |
| Tabla 3 — Formulaci3n convencional sin acido, cremor t3rtaro, sabor y color | 13 |
| Tabla 4 — Nivel de dulzor polioles y sacarosa | 14 |
| Tabla 5 — Formulaci3n de caramelos duros sin az3car | 14 |
| Tabla 6 — Formulaci3n A | 15 |
| Tabla 7 — Característica del Maltitol. | 23 |
| Tabla 8 — Característica del Isomalt | 25 |
| Tabla 9 — Características de la Stevia | 29 |
| Tabla 10 — Pruebas sensoriales | 35 |
| Tabla 11 — Esquematzaci3n del dise1o experimental | 41 |
| Tabla 12 — An3lisis de varianza (ANVA) | 42 |
| Tabla 13 — Formulaci3n convencional propuesta por Malag3n | 43 |
| Tabla 14 — Formulaci3n convencional modificada (muestra control) | 44 |
| Tabla 15 — Formulaci3n de caramelos duros sin az3car (b.s.) por M3ndez | 44 |
| Tabla 16 — Formulaci3n A | 45 |
| Tabla 17 — Formulaci3n B | 46 |
| Tabla 18 — Formulaci3n C | 46 |
| Tabla 19 — Matriz para an3lisis de calorías | 49 |
| Tabla 20 — Descripci3n de equipos y materiales | 51 |
| Tabla 21 — Par3metros de los edulcorantes a utilizar en la elaboraci3n de caramelos duros. | 54 |
| Tabla 22 — Valor cal3rico de los caramelos duros (en 100g de muestra control) | 55 |
| Tabla 23 — An3lisis de varianzas para calorías | 55 |
| Tabla 24 — Comparaci3n de medias por Tukey para calorías..... | 56 |
| Tabla 25 — Resultados del valor de aceptabilidad (escala 5 puntos) de los atributos sensoriales de dulzor, firmeza y color cristalino | 56 |
| Tabla 26 — An3lisis de varianza del atributo sensorial de dulzor | 57 |
| Tabla 27 — An3lisis de varianza del atributo sensorial de color | 57 |
| Tabla 28 — An3lisis de varianza del atributo sensorial de firmeza. | 58 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 — Estructura molecular de Sacarosa | 15 |
| Figura 2 — Estructura molecular de Glucosa | 19 |
| Figura 3 — Estructura molecular del Maltitol | 22 |
| Figura 4 — Estructura molecular del Isomalt | 24 |
| Figura 5 — Estructura molecular del Esteviosido | 27 |
| Figura 6 — Estructura molecular del Rebaudiósido | 28 |
| Figura 7 — Formato de escala hedónica verbal | 37 |
| Figura 8 — Diagrama de flujo elaboración de caramelo de la formula A, B y C | 48 |
| Figura 9 — Diagrama de flujo elaboración de caramelo de la muestra control | 49 |



INTRODUCCIÓN

Los dulces son consumidos por niños, jóvenes y adultos, no hay edad para comer un dulce, entonces se puede decir que el mercado de la confitería es amplio. Sin embargo, en la última década ha aumentado la demanda de consumo de alimentos con menos calorías incluyendo los dulces; ya sea por el tema de prevenir enfermedades o por tener enfermedades relacionadas con el consumo de azúcar, como la diabetes, sobrepeso, las caries y otras.

En algunas confituras como los caramelos duros, la sacarosa no sólo es responsable del sabor sino también aporta otras cualidades como volumen, masa o textura. Los edulcorantes son considerados productos alternativos a la sacarosa, pero solo algunos polioles como el Isomalt y Maltitol, aportan las características del volumen y dulzor, en su mayoría solo aportan dulzor como es el caso de la Stevia y no aportan volumen, masa o textura en los alimentos.

Existe escasa información referente a formulaciones de caramelos duros que utilizan como ingredientes Stevia, Maltitol e Isomalt, siendo la propuesta del trabajo de investigación formular caramelos duros con estos ingredientes, de forma individual (Isomalt) como combinada (Isomalt+Maltitol), y la Stevia como aporte de dulzor. Así obtener un caramelo duro sin azúcar, de bajo aporte calórico, con propiedades benéficas para la salud y ofertar un producto alternativo de mejor calidad y aceptabilidad para un sector de la población que requiere o necesita, consumir menos calorías.



RESUMEN

El objetivo del estudio fue formular caramelos duros con edulcorantes de bajo valor calórico. El dulzor de los polioles fue complementado con un edulcorante de intensidad, Stevia granulada, aportando cero calorías. Se utilizó tres formulaciones de caramelos duros sin azúcar: Formulación A (0,6% Stevia, 86,4% Isomalt y 13% agua), Formulación B (0,6% Stevia, 12,96% Maltitol, 73,44% Isomalt y 13% agua), Formulación C (13,05% Maltitol, 73,95% Isomalt y 13% agua) y para la comparación se utilizó una muestra control, Formulación D (61,41% sacarosa, 25,59% glucosa y 13% agua). Se determinó el valor calórico y la aceptabilidad de los caramelos formulados con Stevia, Maltitol e Isomalt. En la prueba de aceptabilidad participaron 50 panelistas no entrenados, y se evaluó tres atributos: dulzor, color cristalino y firmeza.

Los resultados de valor calórico ($p < 0,05$) para las formulaciones fueron: A (200,10kcal), B (200Kcal), C (200,47Kcal) y D (395,58Kcal). Se comprobó que los caramelos duros formulados con Stevia, Maltitol e Isomalt presentaron aproximadamente la mitad de calorías en relación a los caramelos duros formulados con sacarosa y glucosa (control).

En la prueba de aceptabilidad no se observó diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las formulaciones (A, B y C) y con respecto al control (D). Sin embargo, las formulaciones que presentaron mejores atributos sensoriales fueron las formulaciones A y B.

Palabras claves: *Isomalt, Maltitol, Stevia, caramelo duro, calorías.*



ABSTRACT

Hard candies with polyols were formulated, individually (Isomalt) and combined (Isomalt + Maltitol). The sweetness of the polyols was complemented with an intensity sweetener, granulated Stevia, providing zero calories. Three formulations of hard candies without sugar were used: Formulation A (0.6% Stevia, 86.4% Isomalt and 13% water), Formulation B (0.6% Stevia, 12.96% Maltitol, 73.44% Isomalt and 13% water), Formulation C (13.05% Maltitol, 73.95% Isomalt and 13% water) and the control sample, Formulation D (61.41% sucrose, 25.59% glucose and 13% water). The caloric value and acceptability of the candies formulated with Stevia, Maltitol and Isomalt were determined. In the acceptability test, 50 untrained panelists participated, and three attributes were evaluated: sweetness, crystalline color and firmness.

The caloric value results ($p < 0.05$) for the formulations were: A 200.10kcal; B 200Kcal; C 200.47Kcal and control, D 395.58Kcal. Hard candies formulated with Stevia, Maltitol and Isomalt were found to have approximately half the calories in relation to hard candies formulated with sucrose and glucose

In the acceptability test, no significant difference ($p < 0.05$) was observed between the formulations, including the control sample. However, the formulations that presented the best sensory attributes were formulations A and B.

Keywords: *Isomalt, Maltitol, Stevia, hard candy, calories.*



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

La sacarosa es el edulcorante universal y ampliamente utilizado en la industria de alimentos. Sin embargo, en las últimas décadas ha sido citado su uso en exceso por ser perjudicial para la salud, relacionado principalmente a problemas de obesidad, diabetes y caries (García et al., 2013).

Según (Orozco, s.f.) las tendencias en el mercado es consumir productos con menos calorías, puesto que los caramelos elaborados con sacarosa son perjudiciales para la salud, teniendo como efecto negativo enfermedades, tales como el aumento de caries en el esmalte de los dientes, esto se produce cuando consumimos con frecuencia alimentos con concentraciones altas de sacarosa, el nivel de pH disminuye en la boca y ocasiona aumento de la placa bacteriana perjudicial para la dentadura, otro efecto es la diabetes por el elevado índice de azúcar en la sangre, aumento de triglicéridos que puede resultar en obesidad, y riesgo de carencia de vitamina B durante su ciclo metabólico.

Por lo cual, en la presente investigación se buscó alternativas, de edulcorantes que tengan características similares a la sacarosa, tales como volumen o masa y dulzor, en la formulación de caramelos duros, así mismo con menos calorías y que no afecten nuestra salud. Proponiéndose como edulcorantes a los polioles que brindan estas características ya mencionadas, tales como Isomalt y Maltitol; sin embargo, el nivel del dulzor de los polioles no es igual a la sacarosa, por lo que la propuesta es utilizar un edulcorante de intensidad para mantener el nivel de calorías lo más bajo posible, tales como la Stevia en presentación granulada, siendo que este edulcorante no tiene calorías. Los edulcorantes fueron aprobados por más de 80 países en todo el mundo y aceptados por el comité mixto de la FAO/OMS de expertos aditivos alimentarios (JECFA).

El presente trabajo de investigación, se formuló caramelos duros de bajo valor calórico, a partir de edulcorantes, tales como Maltitol e Isomalt a ser consumidos con un propósito dietético.

1.2 Enunciado del Problema

1.2.1 Problema general

¿Será posible formular caramelos duros, con edulcorantes de bajo valor calórico Stevia, Maltitol e Isomalt?



1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál será la formulación adecuada para obtener caramelos duros elaborados con edulcorantes de bajo valor calórico Stevia, Maltitol e Isomalt?
- ¿Cuál será el aporte calórico de los caramelos duros formulados con edulcorantes de bajo valor calórico Stevia, Maltitol e Isomalt?
- ¿Será posible evaluar atributos sensoriales como dulzor, color cristalino y firmeza en los caramelos duros formulados con edulcorante de bajo valor calórico Stevia, Maltitol e Isomalt?

1.2.3 Justificación de la investigación

Según Proexport Colombia en el 2003, Kraft Foods Perú, alcanzó en 2002 el 47.9% de las ventas internacionales de golosinas peruanas La segunda empresa en participación es Alicorp, que capturó el 15.9%, seguida por Industrias Teal S.A con una participación del 12.3%. Este panorama muestra como Perú paso de ser un importador neto de productos de golosinas a convertirse en un exportador de las mismas. El mercado de golosinas alcanzó en el año 2002 los US\$ 175 millones, el periodo 1998 – 2002, muestra un comportamiento muy favorable para la Industria de golosinas peruana, por otro lado, en el Perú se registran 3,9 casos de diabetes mellitus por cada 100 peruanos mayores de 15 años, según la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (Endes, 2019). El año anterior, la cifra fue 0,3% menor en el mismo segmento poblacional, informó el Ministerio de Salud (MINSA). cuyo consumo batió récord a nivel mundial en el año 2005 con 2,1 millones de toneladas. En los últimos años, también se vio un incremento de enfermedades relacionadas con el consumo de sacarosa o azúcar, tales como la diabetes, obesidad, caries y otras.

Entre los edulcorantes no calóricos se cita a la stevia, debido a su composición rica en un glucósido bajo en calorías llamado esteviósido C38 H60 O18 cuyo poder edulcorante en estado puro y cristalino es 300 veces mayor que el azúcar de caña, estudios describen a la stevia como responsable de reducir los niveles de glucosa en la sangre hasta un 35% (Salvador, Sotelo, y Paucar, 2014).

En la formulación de caramelos duros se ha relatado el uso de ingredientes tales como polioles (Maltitol e Isomalt) por ser más estables y por una dulzura similar a la sacarosa, además de evaluarse su potencial contra la caries dental

(Rodríguez, 2014). Sin embargo, son escasos los estudios de formulación que utilizan como ingredientes a los polioles de forma individual (Isomalt) como combinada (Isomalt+Maltitol), y a la Stevia como ingrediente de dulzor, de allí la importancia de realizar el presente estudio, “Formulación de caramelos duros, con edulcorantes de bajo valor calórico (Stevia, Maltitol e Isomalt)”



CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.2.1 Objetivo general

Formular caramelos duros, con edulcorante de bajo valor calórico Stevia Maltitol e Isomalt.

2.2.2 Objetivos específicos

- Determinar la formulación adecuada de caramelo duro elaborados con edulcorantes de bajo valor calórico Stevia, Maltitol e Isomalt.
- Evaluar el aporte calórico de caramelos duros formulado con edulcorante de bajo valor calórico Stevia, Maltitol e Isomalt.
- Evaluar los atributos sensoriales (dulzor, color cristalino y firmeza) de caramelos duros formulados con edulcorantes de bajo valor calórico Stevia, Maltitol e Isomalt.

2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.1 Hipótesis general

Sí es posible formular caramelos duros con edulcorantes de bajo valor calórico Stevia, Maltitol e Isomalt..

2.2.2 Hipótesis específicas

- Sí es posible formular caramelos duros con edulcorantes de bajo valor calórico Stevia, Maltitol e Isomalt, y comparar con caramelos duros formulados con sacarosa y glucosa
- Los caramelos duros formulados con edulcorantes de bajo valor calórico Stevia, Maltitol e Isomalt, tendrán menos calorías que los caramelos duros formulados con sacarosa y glucosa.
- Los caramelos duros formulados con edulcorante de bajo valor calórico Stevia, Maltitol e Isomalt, tendrá la misma aceptabilidad que los caramelos duros elaborados con sacarosa y glucosa.

2.3 Operacionalización de variables

Las variables independientes, dependientes, indicadores y niveles se muestran en la tabla 1:

Tabla 1 — Variables, indicadores e índices

| | Variables | Indicador | Índice |
|---------------|---|---|-----------------|
| Independiente | Tratamientos | T1 (Formulación A) Isomalt 86,4 Stevia 0,6 Agua 13 | % |
| | | T2 (Formulación B) Isomalt 73,44 Maltitol 12,96 Stevia 0,6 Agua 13 | % |
| | | T3 (Formulación C) Isomalt 73,95 Maltitol 13,05 Agua 13 | % |
| | | T4 (Control) Sacarosa 61,41 Glucosa 25,59 Agua 13,00 | % |
| Dependiente | Valor calórico de los caramelos formulados con Isomalt, Maltitol y Stevia | Calorías | Kcal |
| | Atributos sensoriales aceptables de caramelo duro de bajo valor calórico | Firmeza Color cristalino Dulzor | Escala hedónica |

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

- a) Méndez (2016) en “Elaboración artesanal de caramelos saborizados a base de hortalizas, tubérculos y plantas medicinales, para el consumo normal y diabético en la ciudad de Ambato” tuvo como objetivo identificar componentes teóricos científicos relacionados con el uso de caramelos saborizados a base de hortalizas, tubérculos y plantas medicinales en la gastronomía, proponiendo recetas innovadoras en la formulación de caramelos. Propone recetas a base de vegetales, tales como remolacha, camote y hierba Luisa destacando su contenido de agua, sales minerales, vitaminas y fibras, y su valor energético pequeño, este autor complementa que la importancia nutritiva viene determinada por su elevada proporción de carotenos, vitamina C, vitaminas del grupo B y sales minerales como el sodio, calcio o magnesio, y supone un elevado aporte de fibra al organismo.

Así mismo, propone una formulación de caramelos con Isomalt (isomalt 86,5%; colorante verde 0,17%; extracto de tubérculo, hortaliza planta medicinal 4,15% y edulcorante 0,35%) resaltando que el Isomalt según Codex alimentario es conocido como un aditivo alimentario, representado de la forma E953 (Siglas de aditivos aprobados y seguros en Europa), inodoro, cristalino, el valor calórico del Isomalt es de 2,0 kcal/g y su dulzor es de 0,45 con respecto a la sacarosa o azúcar (1,0). Es muy estable con respecto a la hidrólisis química o enzimática y también resiste altas temperaturas de cocción hasta 180°C.

- b) Malagón (2007) en “*Estandarización y validación de formulaciones base para confitería en caramelo duro y blando para la aplicación de agentes saborizantes en DISAROMAS S. A.*” tuvo como objetivo estandarizar y validar las formulaciones base de caramelo duro y blando. Desarrolló tres etapas. La primera etapa consistió en definir la metodología de los procesos (caramelos duros y blandos). La segunda etapa fue la estandarización y elaboración de los productos mencionados anteriormente y la tercera etapa fue realizar el análisis sensorial para cada uno de los productos. Con los resultados de cada una de las etapas y control de las variables de proceso, tales como relación Sacarosa: Glucosa, porcentajes de agua, ácido e Isomalt, orden de adición de ingredientes y temperatura de cocción se estandarizaron las siguientes formulaciones: formulación 1 (Sacarosa 60,0 %, Glucosa 25,0 %, Agua 13,4 % y Saborizante y



Colorante 1,6 %) y formulación 3 (Sacarosa 56,0%; Glucosa 18,5%; Agua 24,0%; Acido 1,3%; Sabor 0,20%; Color B.P.M.) y la formulación 2 con sustitución parcial de Isomalt (Sacarosa 43,0%; Glucosa 25,0%; Isomalt 17,3%; Agua 13,0%; Acido 1,3%; Acesulfam K 0,10%; Crémor tártaro 0.10%; Sabor 0,20%; Color B.P.M.), evaluándose los caramelos que presentaron mejores características de humedad, textura y sabor. No se encontraron diferencias significativas en los atributos de dureza, humedad y fracturabilidad.

- c) Celeghin y Rubiolo (2004) en *“Variación de las características de formulaciones con edulcorantes similares a las de caramelos duros de bajas calorías con el contenido de agua”* tuvo el objetivo de evaluar los cambios de temperatura de transición vítrea (T_g) en relación a la actividad de agua (a_w), durante la fabricación de caramelo duro bajo en caloría (Isomaltosa y jarabe de Maltitol). Se realizaron tres mezclas en base seca, mezcla 1 (jarabe de Maltitol 11,69%; Isomaltosa 88,31%), mezcla 2 (jarabe de Maltitol 11,69%; Isomalt 64,93% y maltodextrina 23,38%) y mezcla 3 (jarabe de Maltitol 5,87%; Isomalt 88,31% y maltodextrina 5,82%). Las muestras fueron previamente equilibradas en recipientes cerrados con desecantes (sulfato de calcio y soluciones salinas KCH_3COO , K_2CO_3 y $NaBr$), para obtener a_w 0; 0,22; 0,43 y 0,57 respectivamente, determinando el contenido de humedad a los 20 días a $25^\circ C$ (298K) y $35^\circ C$ (308K). La T_g se determinó por calorimetría diferencial de barrido (DSC) detectando el cambio de la capacidad calorífica (C_p). Las isotermas de adsorción de las mezclas con isomaltosa y jarabe de maltitol mostraron que el contenido de humedad aumento a mayores a_w y temperaturas, pero a valores de a_w entre 0,3 – 0,4 mostraron un cruzamiento con el incremento de T , registrando una disminución en el contenido de agua. Las muestras con el agregado de maltodextrina disminuyeron la adsorción de humedad y presentaron mayor estabilidad para valores más altos de T_g , por lo que la diferencia $T-T_g$ fue favorable.
- d) Herrera et al., (2010) en *“Desarrollo de formulaciones de productos de confitería de bajo aporte calórico utilizando alcoholes polihídricos como edulcorantes”* propusieron dos formulaciones para seleccionar aquella que presentará mejor producto final, sin afectar el manejo tecnológico de la mezcla para obtenerlo y con las mejores cualidades sensoriales y fisicoquímica. Para la manufactura de los caramelos duros se pesaron y mezclaron los azucares, tanto para la formulación tradicional como para la formulación reducida en calorías, los ingredientes de ambas formulaciones se depositaron en una olla de aluminio junto con el agua y se inició el calentamiento de la mezcla hasta alcanzar el punto “bola dura” aproximadamente a $140^\circ C$. Se retiró del

fuego y cuando la temperatura descendió 130°C se agregó color, saborizante y ácido. Se vaciaron en moldes y se dejó enfriar para después empacarlos en bolsa de celofán y sellarlas. Se efectuaron pruebas sensoriales con un panel no entrenado de 50 personas mediante una escala hedónica para determinar el porcentaje de aceptación y preferencias. Se llevaron a cabo diversos ensayos para desarrollar un producto de características sensoriales adecuadas tanto en su formulación con azúcar como en la presentación baja en calorías. La formulación (g/100g) que presentó mejores resultados en los productos elaborados fue jarabe de poliglicitol 80,53; agua 17,62; ácido cítrico 0,96; saborizante 0,51; sucralosa 0,3 y colorante 0,08. El rendimiento obtenido fue 69,60% para los caramelos elaborados de forma tradicional y 62,24% para los formulados con poliol. En el análisis sensorial se pudo observar que más del 70% en caso de las características de sabor y dulzor pertenecieron a la escala “me agrada” y “me agrada mucho”, cuando comparado estos resultados con el caramelo tradicional superaron por encima del 30% y 50% respectivamente, siendo significativo estadísticamente.

- e) Rodríguez (2014) en ***“Efectos de los polioles en la nutrición y sus aplicaciones en la industria alimentaria”*** tuvo como objetivo identificar componentes teóricos científicos relacionados con los polioles, artículo de revisión cuyo objetivo fue identificar los efectos en la salud (diabetes, efecto en el colon, síndrome del intestino irritable y caries) y las aplicaciones en la industria alimentaria (aplicaciones en la panadería, bizcochos, pasteles, galletas, chocolate, chicles, caramelos y gomitas) y sintetizar los efectos que presentan los edulcorantes, tales como Maltitol, Isomalt, Sorbitol, Manitol, Lactitol, Eritritol y Xititol en la salud y revisar sus principales utilidades en la industria alimentaria. Estos edulcorantes han sido considerados como seguros por la unión europea, y por la articulación de FAO/OMS comité de expertos de aditivos alimentarios y su sigla en inglés (JECFA) que es un comité científico internacional de expertos en aditivos alimentarios, administrado por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) y la Organización Mundial de la Salud (OMS); por ello es el Comité Mixto FAO/OMS.



3.2 Marco teórico

3.2.1 Caramelo

Son los productos elaborados a base de azúcares en forma de almíbar, que adquieren una consistencia sólida cuando están fríos y que pueden contener leche, chocolate, jugo de frutas, coco, café, y otras sustancias y aditivos permitidos (ITINTEC, 1982). Se ha concluido que el caramelo es un producto de consistencia sólida o semisólida que se forma al mezclar principalmente agua y azúcar. En su formulación pueden existir aditivos siempre y cuando sean permitidos como: saborizantes, preservantes y sustancias que mejoren la textura del producto. Sirve para realizar una gran variedad de confites dependiendo del punto en que se encuentre. Para cada tipo de caramelo el jarabe debe alcanzar un punto crítico de calentamiento. También, si se alcanza el estado líquido viscoso se pueden emplear como revestimiento de moldes en los que se van elaborar postres. Para aromatizar cremas pasteleras, helados, pasteles y como recursos para eliminar amargos (Formoso, 1999).

Productos alimenticios obtenidos por concentración o mezcla de azúcares o aditivos edulcorante a los que se les añaden o no otros ingredientes (BOE, 2011).

3.2.1.1 Caramelos duros

Los caramelos duros son los productos elaborados a base de azúcares en forma de almíbar, que adquieren una consistencia sólida cuando están frías, y que pueden contener leche, chocolate, jugos de frutas, coco, café y otras sustancias y aditivos permitidos (INDECOPI, 2011).

Son un ejemplo clásico de un producto en estado vítreo. Aparentemente, aspecto sólido, pero realmente son líquidos no cristalinos sub enfriados que debajo de su punto de fusión y han adquirido propiedades de sólido sin cristalizar (Cardoso y Abreu, 2004).

Los caramelos duros o dulces no cristalinos son jarabes muy espesos o duros y de apariencia vidriosa. Su consistencia depende principalmente de la concentración del jarabe antes de su retiro del calor. Los jarabes para los dulces no cristalinos son suficientemente concentrados, de tal manera que no fluyen a temperatura ambiente (Charley, 1997).

Los caramelos duros propiamente dicho son aquellos cuya composición y proceso de elaboración les confiere una estructura vítrea y frágil (BOE, 2011)



3.2.1.1.1 Caramelos duros con azúcar

En la etapa de formulación del caramelo duro el parámetro más importante es la relación entre el azúcar y jarabe de glucosa. Los caramelos duros se elaboran con relaciones de sacarosa: glucosa que van de 70-30 a 45-55. Las proporciones habituales son 60-40 y 50-50, las proporciones extremas se emplean cuando se requiere propiedades especiales. El contenido de agua del producto terminado depende de la temperatura de cocción. La fabricación de caramelos duros depende de la obtención de un producto con bajo contenido de agua. Cuanto mayor sea la temperatura de transición vítrea, más estable es el producto (Edwards, 2000).

Tabla 2 — Formulación convencional

| Ingredientes | Cantidad % |
|----------------|------------|
| Sacarosa | 60 |
| Glucosa | 25 |
| Agua | 13,4 |
| Ácido | 1,3 |
| Crémor tártaro | 0,10 |
| Sabor | 0,20 |
| Color | P.P.M. |

Extraído de Malagón (2007)

Tabla 3 — Formulación convencional sin (ácido, crémor tártaro, sabor y color)

| Ingredientes | Cantidad % |
|--------------|------------|
| Sacarosa | 61,41 |
| Glucosa | 25,59 |
| Agua | 13 |

Extraído de Modificado de Malagón (2007)

3.2.1.1.2 Caramelos duros sin azúcar

Estos caramelos duros sin azúcar, se obtienen por cocciones altas. La forma y tamaño deseados se obtienen por estampación o moldeo. Se pueden fabricar con diversos polioles incluyendo el Sorbitol, Maltitol, jarabes de Lactitol y mezclas de los mismos. Sin embargo, el Isomalt ha demostrado ser particularmente bueno para esta aplicación. Se pueden fabricar caramelos dulces con una superficie lisa y brillante de calidad comparable al azúcar, de manera relativamente fácil, pero se suele acompañar de edulcorantes intensos. El 50,0 % de los caramelos duros sin azúcar que existe en el mercado tienen una base de Isomalt. Los caramelos que contienen Isomalt tienen la ventaja de ser más estables, no solo comparándolos con otros caramelos duros sin azúcar sino también con los productos estándares de glucosa y sacarosa, sin embargo, tienen la desventaja de tener mayor costo. Un contenido de agua residual inferior al 1,0 % es necesaria para los caramelos duros con el fin de evitar la tendencia a absorber humedad de la atmósfera, aunque con Isomalt puede ser hasta el 2,0 % (Zumbe, Lee, y Storey, 2001).

A diferencia del Isomalt, el Maltitol no requiere edulcorante de intensidad debido a su dulzura inherente.

Tabla 4 — Nivel de dulzor polioles y sacarosa

| | Sacarosa | Sorbitol | Xilitol | Manitol | Maltitol | Isomalt | Lactitol |
|--------|----------|----------|---------|---------|----------|---------|----------|
| Dulzor | 1 | 0,6 | 0,9 | 0,5 | 0,9 | 0,5 | 0,4 |

Extraído de Zumbé et al. (2001)

Tabla 5 — Formulación de caramelo duro sin azúcar (b.s.)

| Materia prima | Cantidad % |
|---|------------|
| Isomalt | 86,4 |
| Colorante verde | 0,17 |
| Extracto de tubérculo, hortaliza planta medicinal | 4,15 |

| | |
|-------------|------|
| Edulcorante | 0,35 |
|-------------|------|

Extraído de Méndez (2016)

Tabla 6 — Formulación A

| Materia prima | Cantidad % |
|---------------|------------|
| Isomalt | 86,4 |
| Stevia | 0,6 |
| Agua | 13 |

Extraído de Modificado de Méndez (2016)

3.2.1.1.3 Materia prima de los caramelos duros con azúcar

- Sacarosa: La sacarosa tiene la formulación (β -D-fructofuranosil- α -D-glucopiranososa) (figura 1) llamada azúcar es el más conocido en la industria y el hogar. Es un disacárido compuesto de glucosa y fructosa, extraído de la caña de azúcar y de la remolacha (López & Canales, 2004). En su estructura contiene una glucosa cuyo carbono aldehídico se une al cetónico de la fructosa, que realiza un enlace glucosídico β (1,2) que impide que este disacárido sea reductor por carecer de grupos aldehído o cetonas libres (Khan, 1976). Su fórmula molecular es $C_{12}H_{22}O_{11}$ y su peso molecular de 342,29g/mol (Badui, 2006) citado por Sánchez (2014).

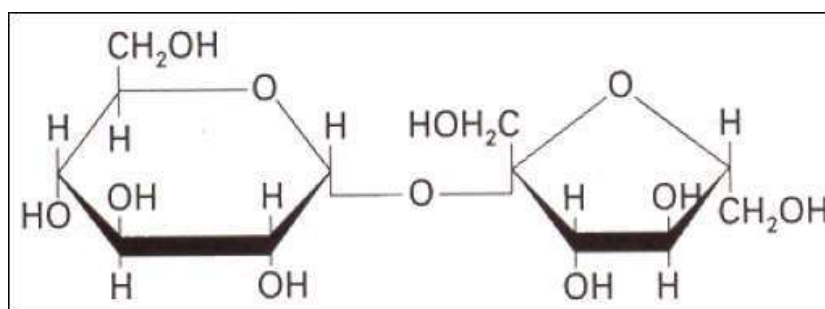


Figura 1 — Estructura molecular de la sacarosa

Extraído de López & Canales (2004)

La fructosa está como furanosa tensionada, esto tiene un efecto que realiza un enlace glucosídico sea muy lábil al calor y a los ácidos, e hidroliza con facilidad para producir una mezcla altamente reductora de los correspondientes monosacáridos, de hecho, esta unión es sensible entre todos los disacáridos (Badui, 2006) citado por Sánchez (2014). La sacarosa es el químico que abunda en el mundo. Su hidrólisis parcial es aprovechada comercialmente para elaborar azúcar invertido y es utilizado en bebidas, porque reduce el porcentaje de azúcar necesario para proporcionar un dulzor determinado (Badui, 2006) citado por Sánchez (2014).

Propiedades: La sacarosa es el edulcorante natural por excelencia, compuesto por 50% de fructosa y 50% de glucosa. También tiene funciones estructurales y de imagen, según el alimento en el que se aplique, ya que aumenta la viscosidad del medio, aportando volumen y textura, y da lugar a reacciones de caramelización que genera colores deseados en algunos productos (Cubero et al., 2002), citado por Sánchez (2014).

La sacarosa es muy soluble (211,4g/100ml de agua a 25°C), y tiene una gran capacidad de hidratación ($6,6 \pm 0,7$ moles H₂O/mol azúcar) y son menos higroscópico que la fructosa, su punto de fusión es a los 186°C y todas estos atributos hacen que sea muy utilizado en la elaboración de diversos alimentos (Badui, 2006) citado por Sánchez (2014).

El azúcar así como tiene muchos atributos también cuenta con desventajas, si se evalúa desde el punto de vista nutricional, consiste en que, por tratarse de una sustancia químicamente pura, no contiene más que azúcar y solo incrementa calorías. Y carece, de proteínas, aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales, que son muy importantes para nuestra nutrición. Suministra solamente energía, no quiere decir que sea dañino. Es de hecho, muy importante como fuente de energía en la dieta humana (Varela et al., 1995) citado por Sánchez (2014).



Uso: El azúcar o sacarosa es el edulcorante más conocido e importante en la industria alimentaria y en consumo del hogar, y es utilizado para la elaboración de cualquier producto (bebidas, postres, helados, panadería, etc.) (Badui, 2006).

Síntesis: La sacarosa se obtiene industrialmente de la caña de azúcar y también se obtiene de la remolacha azucarera, y es el edulcorante más utilizado en el hogar y en la industria alimentaria (Navarro, 2012) citado por Sánchez (2014).

El proceso de elaboración de sacarosa es el siguiente primero la caña de azúcar se le expone a un proceso de extrusión para extraer el jugo de la caña. Luego se obtiene el bagazo que contiene un aproximado de un 50% de fibra leñosa luego se le agrega agua caliente o jugo diluido esto se realiza para extraer muy bien la sacarosa que contiene la fibra de la caña de azúcar. Una vez extraído el jugo se tamiza o se cuela. Este jugo es obtenido es ácido (pH 5,2 aproximadamente) y se trata con lechada de cal caliente (94 a 99°C) se llega a un pH de 8 a 8,5. Luego se procede este jugo obtenido luego se deposita en unos evaporadores con un porcentaje de sólidos solubles entre 10 y 12% y se obtiene una meladura o jarabe que este concentrado en sólidos solubles del 55 al 60%. Posteriormente, la meladura se procede a una purificación en un clarificador y se continúa con la cristalización en tachos en el que se procesa la meladura y mieles para producir azúcar cristalizada mediante la aplicación de calor. El material resultante que contiene líquido (miel) y cristales (azúcar) se le llama masa cocida. Luego se le conduce a un cristalizador. Aquí se deposita más sacarosa sobre los cristales ya formados, y se completa la cristalización. La masa cocida se separa de la miel por medio de centrífugas, para obtener el azúcar cruda o mascabado, miel de segunda o sacarosa líquida y melaza (Sánchez, 2014).

Después sigue la refinación en donde el primer paso se llama afinación, donde los cristales de azúcar mascabado se tratan con un jarabe denso para eliminar la capa de melaza adherente. El jarabe resultante se separa con una centrífuga y el sedimento de



azúcar se rocía con agua. Los cristales resultantes se conducen al equipo fundidor, donde se disuelven con la mitad de su peso en agua caliente y se adiciona cal, ácido fosfórico (3 a un millón), se calienta y por medio de aire se mantiene en agitación. El azúcar moscabado, fundida y lavada, se trata por un proceso de clarificación mediante la adición de tierra de diatomeas o un material inerte similar; después se ajusta el pH y la mezcla se filtra. Este sistema proporciona una solución absolutamente transparente. El licor aclarado ya está libre de materia insoluble pero aún contiene gran cantidad de impurezas solubles; éstas se eliminan por percolación en tanques a 82°C que contienen filtros con carbón de hueso o carbón activado. Los jarabes que salen de los filtros se conducen a la galería de licores, donde se clasifican de acuerdo con su pureza y calidad. Los cristales finos de azúcar se hacen crecer a un tamaño comercial por medio de una velocidad de evaporación o ebullición controlada, de agitación y de adición de jarabe (Sánchez, 2014).

De los equipos de cristalización se pasa el producto a los tanques de mezclado para uniformar sus características, de ahí a las centrífugas y finalmente al área de secado (Sánchez, 2014).

Toxicología: Desde hace tiempo se conoce la relación que existe entre el consumo de azúcares –principalmente sacarosa- y la caries dental; esta enfermedad es el resultado del crecimiento de bacterias tales como *Streptococcus mutans* y *S. sanguis*, que utilizan el disacárido y lo transforman en los ácidos pirúvico, acético, dextranas (polímeros de glucosa) que les sirven de soporte, y crean un microambiente adecuado para su desarrollo. Por otra parte, la sacarosa es un azúcar que el intestino utiliza fácilmente, convirtiéndolo en sus correspondientes monosacáridos; la glucosa se absorbe con rapidez e incrementa de manera violenta su concentración en la sangre, lo cual puede provocar problemas en el sistema hormonal que la regula (Badui, 2006). por lo que no es recomendable su consumo para personas diabéticas.



Se ha mencionado que la ocurrencia de la gota está conectada con un exceso de producción de ácido úrico. Una dieta rica en sacarosa puede llevar a la gota, ya que eleva el nivel de insulina, lo que impide la excreción de ácido úrico del cuerpo. A medida que la concentración de ácido úrico en el cuerpo aumenta, también lo hace la concentración de ácido úrico en el líquido articular y más allá de una concentración crítica, el ácido úrico comienza a precipitar en forma de cristales (Sánchez, 2014).

- Glucosa: Es una hexosa y es conocida como azúcar de la uva, es muy importante desde el punto de vista nutricional y la composición de los alimentos, y es la estructura mas utilizada para formar otros hidratos de carbono mas complejos (Salmerón, 2008). La glucosa tiene como nombre dextrorrotatoria (es decir, gira a la derecha sobre el plano de la luz polarizada) y también se le conoce con el nombre de dextrosa (Badui, 2006) citado por Sánchez (2014).

Si se realiza un recuento hasta principios del siglo pasado (siglo XIX), cuando Kirchoff descubrió que, al calentar almidones con ácidos, se obtenía un licor dulce y posteriormente se descubrió la glucosa. (López & Canales, 2004) citado por Sánchez (2014).

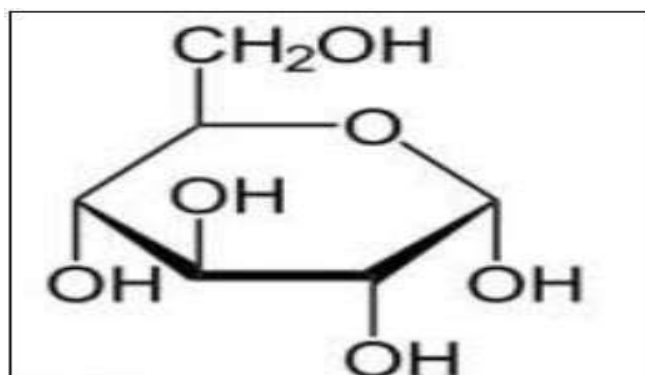


Figura 2 — Estructura molecular de la glucosa
Extraído de Salmerón (2008)

Propiedades: Entre las propiedades de la glucosa tiene un poder edulcorante mucho menor (0,8) que la sacarosa, sin embargo, sigue teniendo el mismo valor calórico que la sacarosa (4Kcal/g)

(Salmerón, 2008). Es un azúcar muy viscoso y es muy utilizado en la industria de la pastelería para determinados alimentos, y que ofrece mejores resultados que la sacarosa (azúcar), porque no se cristaliza con la misma facilidad que la sacarosa y esto es favorable para algunos alimentos pasteleros. La función principal de la glucosa es proporcionar cuerpo y textura a un alimento (Vértice, 2010) citado por Sánchez (2014).

El jarabe de glucosa es una solución acuosa de sacáridos es nutritivos y es obtenidos del almidón, cuyo contenido en sólidos es mayor que 70% m/m en relación a la sacarosa y el contenido de azúcares reductores es mayor que 20% en relación de la sacarosa. A los jarabes de glucosa también se le realiza el removérsele parcialmente el agua y obtener lo que la FDA denomina “jarabe de glucosa seca” ó “sólidos de jarabe de glucosa”. También se trata de uno de los productos más utilizados por la industria confitera y de alimentos procesados por sus características peculiares ya que proporcionan dulzura, equilibrio adecuado de azúcares en el proceso, no se cristaliza con facilidad tiene un control de cristalización, brillo, maquinabilidad, textura, viscosidad, depresión del punto de congelamiento, aumento de la presión osmótica, pardeamiento (reacción de Maillard) y humectación (INNOVAL, 2009) citado por Sánchez (2014).

Si los jarabes de glucosa contienen alto contenido de D-glucosa son sometidos a un proceso de cristalización, y se obtienen dos tipos de dextrosa comercialmente conocidos como dextrosa monohidratada y dextrosa anhidra. La dextrosa monohidratada tiene una amplia gama de aplicaciones. Por ello posee algunas cualidades como una dulzura refrescante y es suave por ello se acentúa el sabor y un alto poder reductor que ayuda al pardeamiento del producto final y la dextrosa anhidra es un producto de alta pureza con muy baja humedad; es una de las mejores opciones para sistemas sensibles al agua como el chocolate y otras aplicaciones (Ingredion, 2009) citado por Sánchez (2014).



Uso: La glucosa se emplea en diversos productos pasteleros, en confitería y también en alimentos procesados (López & Canales, 2004). Al procesarlo sobre piedra fría, se obtienen los glaseados, bollitos y pastas de “petit-choux”. Que es para determinadas preparaciones, sustituyendo una parte de azúcar por glucosa, se obtienen masas elásticas que se demostraron que se pueden trabajar mejor. En la elaboración de almíbares o caramelos, el resultado serán productos menos viscosos y con menos capacidad de adherencia (flanés, tocínillos y pudines más fácilmente desmoldables) (Vértice, 2010) citado por Sánchez (2014).

Síntesis: Industrialmente se obtiene por hidrólisis del almidón o fécula, o de la inulina (Salmerón, 2008).

El jarabe de glucosa se encuentra en muchas variedades de hidrolizados de almidón que se obtienen mediante hidrólisis ácida y/o enzimática de almidón de maíz o de trigo. Al mezclar estos dos métodos de hidrólisis se obtienen distintos jarabes de glucosa donde la concentración de dextrosa, maltosa, triosa y maltodextrinas, cambia en función del proceso de hidrólisis empleado y de su intensidad. La isomerización posterior de la dextrosa transformándola parcialmente en fructosa, es lo que hace que se obtenga muchas variables en la composición de los jarabes de glucosa y logra más opciones en el campo de aplicación y su interés como edulcorante en distintos tipos de productos (Boatella et al., 2004) citado por Sánchez (2014).

Cada método utilizado de glucosa, se obtiene diferentes características de glucosa y por consecuencia también otorga variados usos. Los jarabes de glucosa presentan muchas categorías estas van en función a la equivalencia de dextrosa. Cuanto más avanza el proceso de hidrólisis, los azúcares reductores incrementan y así la dextrosa equivalente (Vértice, 2010) citado por Sánchez (2014).

Toxicología: en el tema toxicológico se ha demostrado que no presenta ningún daño sin embargo se debe evitar su consumo a las personas que sufre de diabetes (Sánchez, 2014).



- Agua: Para la cocción de soluciones de azúcar es preferible en cualquier caso operar con agua neutra o alcalina, ya que el agua con contenido ácido produce inversiones desagradables de la solución del azúcar, particularmente a prolongarse el tiempo de cocción. La inversión de sacarosa comienza ya a temperaturas que sobrepasan 65 a 70°C (Meiners y Joike, 1984).

3.2.1.1.4 Materia prima de los caramelos duros sin azúcar

- Maltitol: Es un poliol disacárido conformado por dextrosa y sorbitol, que contiene 12 carbonos y su fórmula molecular es $C_{12}H_{24}O_{11}$ y tiene un peso molecular de 344mol/g (O'Brien, 2012), citado por Sánchez (2014).

Las bacterias bucales no logran metabolizar el maltitol. Pero si puede metabolizar la bacteria *S.mutans*. *Actinomyces* y algunas cepas de lactobacilos si pueden fermentar al maltitol a un ritmo muy lento (Bordoni, et al., 2010) citado por Sánchez (2014).

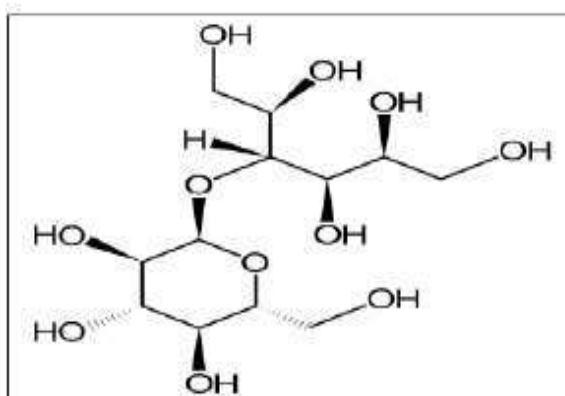


Figura 3 — Estructura molecular del maltitol

Extraído de Hull (2010)

Propiedades: Es un poliol con una característica de ser menos higroscópico y tampoco absorber humedad de la atmosfera. También cuenta con una solubilidad alta (175g por cada 100mL de agua) a 25°C. Su dulzor con respecto a la sacarosa es de 0,9 veces y un aporte calórico de 2,1 Kcal/g (O'Brien, 2012) citado por Sánchez (2014).

Uso: El maltitol es un edulcorante que tiene tres niveles de concentración de maltitol y tiene dos como un jarabe o como polvo cristalino. Los contenidos típicos de maltitol son 50-55%, 72-77%, 80-90%, esta variación depende de la cantidad de concentración de maltosa que tenga el jarabe (Hull, 2010).

El maltitol es muy utilizado en los productos horneados, chocolates, gomas de mascar, pastillas, helados, mermeladas, conservas, confitería y etc. porque tiene la propiedad de evitar la reacción de Maillard en la elaboración de caramelos (Hull, 2010). Es un edulcorante que puede consumir las personas diabéticas porque no sube el nivel de insulina en la sangre y no reacciona con las bacterias bucales (O'Brien, 2012) citado por Sánchez (2014).

Tabla 7 — Características del Maltitol

| Nombre | Dulzor Sacarosa | Índice Glucémico | Cantidad IDA |
|----------|--------------------|---------------------|--------------|
| Maltitol | 75 % | 35 | 90 /día |

Extraído de JECFA (2003)

Síntesis: Se tiene más de una forma de elaborar el maltitol, pero hay un principio que todas las formas comparten, consiste en licuar el almidón por cocción a 110°C esto se realiza en presencia de una enzima α -amilasa que es estable al calor. Se realiza una segunda cocción a 135°C y esto debe realizar para asegurar que todo el almidón está gelatinizado para recién poder proceder a la siguiente etapa, es en este punto donde la maltosa produce a partir del almidón usando una combinación de enzimas de sacarificación incluyendo β -amilasa y pululanasa. Este último se agrega para hidrolizar específicamente enlaces (1-6) en el almidón y en esta forma se obtiene los gránulos de almidón para permitir el mayor acceso de β -amilasa (O'Brien, 2012) citado por Sánchez (2014).

La cristalización en masa fundida, el agua se evapora progresivamente desde el jarabe de maltitol hasta que el contenido de sólidos es de aproximadamente 95%. El poliol no está en solución en estas condiciones, pero un alto contenido de sólidos se funde. Después de la siembra, el maltitol fundido es entonces sangrado de la olla y solidificado. El secado, molido y cribado completan el proceso para dar un polvo de maltitol (O'Brien, 2012) citado por Sánchez (2014).

Otras condiciones de procesamiento son similares a las de otros polioles. La maltosa o jarabe de maltosa reacciona con hidrogeno, altas temperaturas (100-150°C) y presiones altas (100-150bar) en la presencia de un catalizador apropiado. Los catalizadores apropiados son Raney níquel, molibdeno, paladio y platino (O'Brien, 2012) citado por Sánchez (2014).

Toxicología: El maltitol es un edulcorante permitido en alimentos y también en productos farmacéuticos en muchos países(O'Brien, 2012).

- Isomalt: Es un edulcorante disacárido compuesto por dos alcoholes de disacáridos: Sorbitol y Manitol (Khan, 1993) citado por Sánchez (2014).

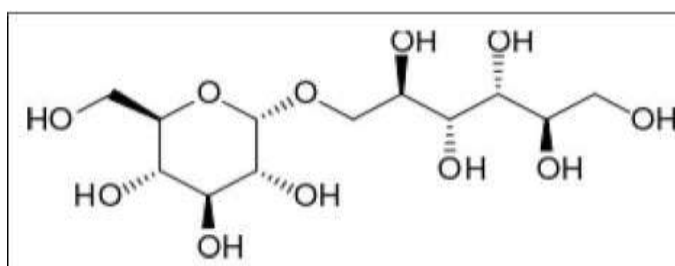


Figura 4 — Estructura molecular del Isomalt
Extraído de Khan (1993)

Propiedades: El Isomalt tiene características son inodoro, cristalino y no higroscópico (O'Brien, 2012). su valor calórico es de 2,0 Kcal/g y un dulzor comparando con la sacarosa es de 0,45-0,6 veces (ISO, 2012). Es muy estable en la hidrólisis química o enzimática.

No se puede fermentar por varias levaduras y tampoco por otros microorganismos que se encuentran en la naturaleza. Una de sus características es de tener una baja solubilidad, resiste altas temperaturas, baja viscosidad de la masa fundida, también alta capacidad de calor específico. Punto de fusión de 182°C y tiene un dulzor muy agradable (O'Brien, 2012) citado por Sánchez (2014).

El origen natural de este estudio de azúcar es la remolacha azucarera. El azúcar componentes glucosa y fructosa se utilizan en un proceso de dos pasos hacer Isomalt. Isomalt se parece al azúcar y es, como el azúcar, un ingrediente principal en confitería y muchos otros productos alimenticios. Cuando se trata de calorías, hay una diferencia importante entre los productos elaborados con Isomalt y sus contrapartes Isomalt tienen solo la mitad de calorías de azúcar porque el cuerpo humano solo utiliza el 50,0% de su energía. Por lo tanto, la elección de un azúcar libre dulces de alrededor de 3,0g puede reducir hasta seis calorías. (BENEO, s.f.).

Según Codex alimentario el Isomalt es conocido como un aditivo alimentario que se representan de la siguiente forma E953.

Para obtener caramelos sin azúcar es posible utilizar el Isomalt como sustituto del azúcar normal, no produce caries dental y su índice glucémico es muy bajo siendo apto para el consumo de personas diabéticas. Tiene un efecto prebiótico como fibra dietética aumentando las bacterias buenas presentes en el intestino. (Méndez, 2016)

Tabla 8 — Características del Isomalt

| Nombre | Dulzor vs Sacarosa | Índice Glucémico | Cantidad IDA |
|---------|--------------------|------------------|-----------------|
| Isomalt | 55% | 9 | No especificada |

Extraído de JECFA (2003)

Uso: Las aplicaciones del Isomalt son en dulces de alta y baja cocción, productos recubiertos, gomas de mascar, pastillas, chocolate, productos horneados, mermeladas, pastas de frutas, cereales, y aplicaciones farmacéuticas. Es apto para personas diabéticas y no es cariogénico (O'Brien, 2012) citado por Sánchez (2014).

Síntesis: Obtenido por hidrogenación catalítica de isomaltulosa. La isomaltulosa es producida por isomerización catalítica de sacarosa por medio de un sistema enzimático presente en la bacteria *Protaminobacter rubrum*. La $\alpha(1-2)$ vínculo entre la glucosa y la fructosa en la molécula de sacarosa se descompone y se vincula en la isomaltulosa sobre $\alpha(1-6)$ (Khan, 1993) citado por Sánchez (2014).

Toxicología: Extensos estudios toxicológicos y metabólicos han concluido que el Isomalt es seguro. Además de establecerse una IDA no especificada por JECFA. Es importante mencionar que el consumo en grandes cantidades genera un efecto laxante en el organismo (O'Brien, 2012).

El Isomalt es aprobado en más de 80 países de todo el mundo. Primero se aprobó su uso como sustituto del azúcar en Suiza y Reino Unido después siguieron todos los países del mundo. En muchos países europeos, el Isomalt es aprobado como aditivo alimentario y se considera un producto GRAS por la FDA en 1990 (O'Brien, 2012) citado por Sánchez (2014).

- Stevia: La Stevia es una planta originaria de la flora espontánea en el hábitat semiárido de las laderas montañosas de Paraguay y Brasil, la cual fue usada por siglos por la tribu indígenas Guarani de Paraguay, quienes nombraron a la planta con diferentes nombres, entre ellos Ka'a-he'e, Ca'a-e'he, o Ca-a-yupe, todos refiriéndose a la hoja dulce (DePuydt, 2002).

La planta llamo la atención al resto del mundo cuando el científico Bertoni descubrió la planta (DePuydt, 2002) en 1887 (González, 2011). Después de su informe, la hierba se volvió

ampliamente utilizado por los herbolarios en Paraguay (DePuydt, 2002) citado por Sánchez (2014).

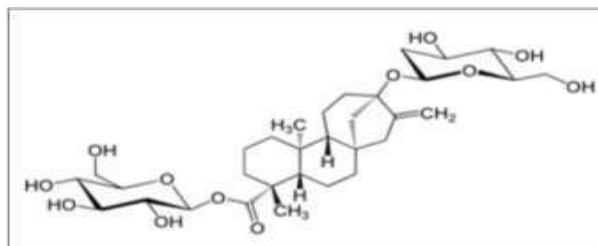


Figura 5 — Estructura molecular del esteviósido
Extraído de Martínez (2002)

Durante la Segunda Guerra mundial, los escasos de azúcar impulsó a Inglaterra para comenzar la investigación del uso de la Stevia como un edulcorante. El cultivo se inició bajo la dirección del Real Jardín Botánico de Kew, pero el proyecto fue abandonado por consecuencia de la guerra (DePuydt, 2002) en 1954, Japón empezó a cultivar la planta y en 1970 los fabricantes de alimentos empezaron a comercializarla en ese país (González, 2011).

Su nombre científico es *Stevia rebaudiana* Bertoni, pero popularmente se le conoce como Hierba Dulce del Paraguay. Es 100% natural; en muchas partes del mundo se cultiva orgánicamente y sin pesticidas (González, 2011) citado por Sánchez (2014).

La Stevia es una especie botánica de la familia de las asteráceas (González, 2011) y generalmente se propaga comercialmente de manera asexual (Hearn & Subedi, 2008). Las hojas han sido utilizadas para endulzar los alimentos (Jarma, et al., 2012), debido a su extraordinario sabor dulce debido a los glucósidos de tipo diterpenoide (Giraldo et al., 2005) llamados esteviósido, y rebaudiósido. (Martínez, 2002), teniendo un poder edulcorante de 110-270 y de 180-400 respectivamente; este último de mayor valor comercial (Liu, et al., 2010), cuya diferencia radica solamente en la presencia de una glucosa (Carakostas, et al., 2008), los cuales fueron aislados en 1931 por los químicos

franceses M. Bridel y R. Lavieille (González, 2011) citado por Sánchez (2014).

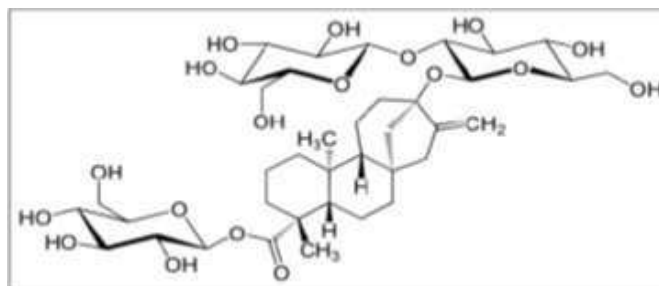


Figura 6 — Estructura molecular del rebaudiósido
Extraído de Martínez (2002)

Los tres principales glucósidos de esteviol que se encuentran en el tejido de la planta de la Stevia son: 5–10% esteviósido, 2–4% rebaudiósido A (el más dulce y menos amargo), 1–2% rebaudiósido C (ISO, 2012). Estos glucósidos son considerados como dietéticos porque su estructura no es metabolizada por el organismo humano (Giraldo, et al., 2005) citado por Sánchez (2014).

Propiedades: La Stevia es de 25 a 30 veces más dulce que el azúcar y su extracto unas 300 veces más dulce, sin nutrientes, sin calorías, se puede hornear, es estable a los 200°C, no se fermenta, no crea placa dental, es anticariogénico, no se hace caramelo al calentarse, ni se llega a cristalizar tal como el azúcar (González, 2011). Se distingue de los edulcorantes artificiales por no tener sabor metálico (Jarma, et al., 2012) citado por Sánchez (2014).

Los glucósidos de la Stevia no afectan la concentración de glucosa en sangre, por lo que resultan totalmente apto para diabéticos y especialmente útiles en dietas hipocalóricas (González, 2011).

S. rebaudiana tiene un gran potencial como un nuevo cultivo agrícola ya que la demanda de los consumidores de alimentos a base de hierbas está aumentando y un análisis proximal ha demostrado que la Stevia también contiene ácido fólico, vitamina C y todos los aminoácidos indispensables con la excepción de triptófano. El cultivo y producción de Stevia ayudarían aún más a



los que tienen que restringir la ingesta de carbohidratos en su dieta, para disfrutar del sabor dulce con un mínimo de calorías (Lemus, et al., 2012) citado por Sánchez (2014).

Los alimentos procesados contienen glucosidos de esteviol que son bajos en calorías, además su dulzor es de 100 a 300 veces mayor que el de la sacarosa (Lemus Mondaca et al., 2012), mientras que el del rebaudiósido A es unas 50 a 250 veces superior. Estos glucósidos no pueden ser absorbidos en el tracto gastrointestinal, por lo que son hidrolizados principalmente por bacilos del grupo Bacteroides del microbiota intestinal (Renwick y Tarka, 2008) citado por (Salvador, Sotelo, y Paucar, 2014), Estudio de la Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni) como edulcorante natural y su uso en beneficio de salud.

Tabla 9 — Características de la Stevia granulada

| Edulcorante | Dulzor | Utilidad | Características | IDA |
|-------------|--------|--|---|----------------------|
| Stevia | 300 | Productos horneados, bebidas no alcohólicas y edulcorantes de mesa | Estevia aumenta la sensibilidad a la insulina y la tolerancia a la glucosa en los seres humanos | 4mg/kg peso corporal |

Extraído de Salvador, Sotelo y Paucar (2014)

Uso: El 70% de la producción mundial de Stevia rebaudiana se utiliza para procesar cristales de esteviósido, mientras que el 30% restante se destina a usos herbarios. Los diferentes usos de las hojas incluyen todos los productos comercializados en su estado natural (fresco o seco); los extractos de la hoja pueden ser procesados en polvo o en forma líquida (Jarma, et al., 2012).

De su primitivo hábitat en Paraguay ha pasado a cultivarse en extensas áreas, especialmente en países como China, Brasil, Japón, Corea, Tailandia, Taiwán e Israel. En estos países se utiliza como edulcorante en todo tipo de alimentos y bebidas (incluida la Coca-Cola), porque no parece tener los efectos secundarios de



otros edulcorantes, además de que no se descompone (González, 2011).

La utilización de la Stevia en aplicaciones de bebidas y alimentos no es sencilla debido al número de glucósidos de esteviol que existen en el extracto de Stevia. (ISO, 2012) citado por Sánchez (2014).

La Stevia y el esteviósido son seguros cuando se utilizan como edulcorante. Es adecuado para los diabéticos, los pacientes con fenilcetonuria, así como para las personas obesas que tengan la intención de bajar de peso, evitando los suplementos de azúcar en la dieta y no cuenta con reacciones alérgicas (Geuns, 2003) citado por Sánchez (2014).

Síntesis: Su potencial uso generalizado del esteviósido requiere un método de extracción fácil y eficaz siendo por esta razón que se probó con una extracción enzimática de esteviósido de Stevia rebaudiana con hemicelulasa, observándose un rendimiento de esteviósido de $369,23 \pm 0,11$ mg en 1 h, mostrándose un aumento de 35 veces el rendimiento normal, en comparación con un experimento de control (Puri, et al., 2012) citado por Sánchez (2014).

También se puede establecer un proceso para la extracción y purificación de glucósidos, en el cual se determina realizar la lixiviación con agua a una temperatura entre 40 y 60°C. En la posterior purificación, la precipitación con CaCl_2 y pH 5 logrando disminuir el color de la muestra. Los resultados sugieren que los pigmentos están fuertemente unidos a los glucósidos. El tiempo para la adsorción se estableció en 15 horas. El IR confirmó que los cristales obtenidos sí son glucósidos y sugiere que el compuesto mayoritario es el rebaudiósido A (Giraldo et al., 2005) citado por Sánchez (2014).

El rebaudiósido A (Reb-A) y el esteviósido (STV) son los dos glucósidos de esteviol cuyo sabor se parece más al azúcar mientras que el rebaudiósido B (Reb-B) y el rebaudiósido D (Reb-D) son los principales causantes del regusto amargo. Para

conseguir un sabor lo más próximo posible al del azúcar es necesario purificar lo más posible el Reb-A y la STV y eliminar al máximo el Reb-B y el Reb-D hasta dejar solamente trazas. Si no se controlan los niveles de Reb-D y Reb-B hasta un máximo limitado, no solamente habrá diferencias de gusto entre un lote de producción de extracto y otro, sino también de consistencia (ISO, 2012) citado por Sánchez (2014).

Toxicología: En Estados Unidos, un controvertido fallo de la FDA sobre la Stevia en 1991 prohibió su consumo, aunque no se adujeron razones para ello y varios de los responsables de la decisión dejaron poco después sus cargos en la FDA para trasladarse a la Nutrasweet Company (fabricante de edulcorantes). El fallo se revirtió en 1995, cuando la FDA aprobó en septiembre de 2011 a la Stevia, aunque sólo podría venderse en tiendas naturistas, sin interferir con los intereses de las industrias productoras de los otros edulcorantes no naturales. La falta de autorización por parte de la FDA en los Estados Unidos para su uso alimentario ha sido uno de los principales impedimentos para su consumo a gran escala (González, 2011) citado por Sánchez (2014).

En 2004 Paraguay presentó en una reunión del Comité Colectivo de Expertos en Aditivos Alimenticios de la FAO/OMS (JECFA), una serie de documentos que engloban desde estudios médicos hasta calidades de productos presentando Stevia como un producto seguro. Países como Japón y China también presentaron documentos similares, solicitando un cambio en el marco regulador de Stevia. Declarándose la Stevia como inocua (ISO, 2012).

En junio de este mismo año (2004) la FAO concluyó que la Stevia es “inocua” y se está evaluando la posibilidad de ingresarla al Códex Alimentario Mundial. Así tendría las puertas abiertas para la comercialización masiva y podría competir de lleno en el mercado de los edulcorantes (González, 2011) citado por Sánchez (2014).



La seguridad y las bondades de los edulcorantes de Stevia en el metabolismo animal se han demostrado, así como sus efectos positivos en la salud del hombre, en las que se reportan propiedades anti-rotavirus, mejoramiento de la hipertensión, tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2, al estimular la secreción de insulina actuando sobre las células b del páncreas y no ser cancerígeno (Jarma et al., 2012) citado por Sánchez (2014).

En 2008 la FDA concedió la certificación GRAS al rebaudiósido como edulcorante genérico para alimentos y bebidas, y posteriormente a otros glucósidos de esteviol. Este edulcorante también fue autorizado en el mismo año por el órgano regulador de la FSANZ, mientras que la AFSSA lo hacía en un año más tarde en septiembre de 2009, después de que el país consiguiese permiso para utilizarlo dos años antes de la autorización prevista en toda la UE. Los edulcorantes de la stevia no consiguieron la autorización de la Comisión Europea para usos en alimentos y bebidas hasta noviembre de 2011 (ISO, 2012) citado por Sánchez (2014)

3.2.2 Los edulcorantes

Llamamos edulcorantes a aquellas sustancias naturales o artificiales capaces de tener o transmitir un sabor similar al del azúcar (sacarosa). El azúcar (sacarosa) es el producto obtenido industrialmente de la remolacha azucarera (*Beta vulgaris*, L. Variedad rapa) o de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*, L.), en suficiente estado de pureza para la alimentación humana. Se define como poder edulcorante los gramos de sacarosa que hay que disolver en agua para obtener un líquido con el mismo sabor que la disolución de 1 gramo del edulcorante en el mismo volumen (Esparza et al., 1999).

- **Edulcorantes Naturales:** Se consideran edulcorantes naturales, además de la sacarosa, otros glúcidos que como ella aportan, en mayor o menor grado, sabor dulce y tienen también valor nutritivo. Ej.: glucosa, fructosa, lactosa, sorbitol (Esparza et al., 1999).
- **Edulcorantes Artificiales:** El Código Alimentario Español los define como aquellas sustancias sápidas sintéticas que, sin tener cualidades nutritivas, poseen



un poder edulcorante superior al del azúcar de caña, remolacha y cualquier otro hidrato de carbono que tratan de sustituir. En el posterior desarrollo reglamentario de los aditivos alimentarios se matiza que “poseen un poder edulcorante superior al de cualquiera de los azúcares naturales a los que sustituyen o refuerzan” (Esparza et al., 1999).

Los edulcorantes son considerados aditivos cuando se agregan a los alimentos para modificar su sabor sin aportar al alimento valor nutritivo. No son aditivos, por lo tanto, los edulcorantes naturales ya que tienen valor nutritivo por sí solos.

- **Edulcorantes de Carga o Volumen:** En algunos alimentos, el azúcar no sólo es el responsable del sabor, sino que aporta otras cualidades como volumen, masa o textura. En dichos alimentos, la sustitución del azúcar deberá hacerse por Edulcorantes de Carga o Volumen (sorbitol, xilitol, manitol, etc.) o bien utilizar edulcorantes sin carga (sacarina, ciclamato, etc) acompañados de otros aditivos como espesantes, gelificantes. Los polialcoholes, que son edulcorantes de carga, poseen además de las propiedades físico-químicas mencionadas, la particularidad de ser menos energéticos que sus azúcares homólogos por lo que pueden ser utilizados con propósitos dietéticos (Esparza et al., 1999).
- **Edulcorantes Intensivos:** Destacan en este grupo el Aspartamo, la Sacarina y el ácido Cicláamico y sus sales. Se caracterizan por no aportar masa ni volumen al alimento, por su intenso sabor dulce y su nulo aporte calórico. Los de primera generación (sacarina y ciclamato) han sido en parte desplazados por los de segunda generación (aspartamo y acesulfamo K) debido a que su sabor es más parecido al de la sacarosa y no tienen gustos desagradables (Esparza et al., 1999).

3.2.2.1 Polioles

Los polioles, polialcoholes o también conocidos como alcoholes polihídricos son de carbohidratos cuyos únicos grupos funcionales son los grupos hidroxilos, por lo que son hidrosolubles generalmente e higroscópicos y presentan viscosidad moderada cuando se disuelven en agua a elevadas concentraciones. Aunque existen numerosos polialcoholes, sólo unos pocos son importantes en los alimentos. Sin embargo, su uso está creciendo debido a la demanda de sus propiedades de ser edulcorantes bajos



en calorías (Fennema, 2000) teniendo un poder edulcorante inferior o igual al de la sacarosa (Cubero et al., 2002) citado por Sánchez (2014).

También son conocidos como edulcorantes de carga porque aumentan el volumen del producto alimentario sin contribuir significativamente a su valor calórico (Cubero et al., 2002).

Los azúcares y los polialcoholes son compuestos similares, salvo que los azúcares contienen grupos aldo o ceto (libres o combinados) que afectan negativamente a su estabilidad química sobre todo a elevadas temperaturas. Muchas de las aplicaciones de los polialcoholes en los alimentos se deben a la concurrencia simultánea de propiedades funcionales (Fennema, 2000), de los azúcares adquiere la capacidad de aportar dulzor y de los alcoholes su fácil solubilidad (Cubero et al., 2002) citado por Sánchez (2014).

Históricamente, el valor energético de los polioles derivados de los azúcares, al igual que los mismos azúcares, se ha considerado que es de 4 kcal (16,7kJ) /g a efectos de etiquetado en EE UU. Sin embargo, esta consideración ha cambiado recientemente después de que en 1990 la UE le haya asignado a los polioles como grupo un valor energético de 2,4 kcal (10kJ) /g. Estas características hacen que los polioles sean edulcorantes considerados en productos que se desee obtener con menos calorías (Fennema, 2000) citado por Sánchez (2014).

Los polioles se consiguen industrialmente por hidrogenación de azúcares reductores de esta forma se transforma la función reductora aldehído o cetona en función alcohol (Cubero et al., 2002) citado por Sánchez (2014). La funcionalidad de los polioles en la industria alimentaria es (Cubero et al., 2002 y Fennema, 2000):

- Intensidad de dulzor bajo.
- Aporte reducido en calorías ya que no se digieren totalmente.
- Confiere textura. Se les considera edulcorantes “másicos”. Además de aumentar el volumen del producto alimentario.
- A grandes dosis ingeridas producen efectos laxantes.
- Son muy poco o nada cariogénicos (no provocan caries).
- Controlan la cristalización de azúcares.
- Evitan la evaporación de agua.
- Solubilizan los saborizantes.
- Por su efecto sobre la presión osmótica actúan como conservadores.



- Evita el efecto de pegajosidad en los alimentos.

Además, las empresas que se dedican a elaborar alimentos utilizan estas características para poder realizar su marketing utilizan esta característica para incrementar las ventas.

3.2.2.2 Stevia

Los edulcorantes no calóricos se emplean en vez de los calóricos. Ellos no proporcionan calorías, pero sí el sabor dulce. Todos los edulcorantes no calóricos son químicamente procesados, es muy utilizado en la industria de alimentos y suplementos dietéticos, lo relevante es que no proveen energía siendo un edulcorante de alta intensidad resultando sustituto del azúcar. Muchos de los usos de la Stevia son conocidos, en la elaboración de bebidas, dulces, mermeladas, chicles en pastelerías, confitería, yogures, etc. Algunos estudios indican su actividad antibiótica, en especial con las bacterias que atacan las mucosas bucales.

3.2.3 Características sensoriales

Las pruebas sensoriales empleadas en la industria de alimentos se dividen en tres grupos:

Tabla 10 — Pruebas sensoriales

| | | |
|-------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| Pruebas discriminativas | Prueba de diferenciación | Prueba de pares |
| | | Prueba de duo – trio |
| | | Prueba triangular |
| | | Prueba de ordenación |
| | | Prueba de escala de control |
| | Prueba de sensibilidad | Umbral de detección |
| | | Umbral de reconocimiento |
| Pruebas descriptivas | Escala de atributos | Escala de categoría |
| | | Escala estimación de la magnitud |
| | Análisis descriptivo | Perfil de sabor |
| | | Perfil de textura |
| | Análisis cuantitativo | |
| Pruebas afectivas | Pruebas de preferencia | Prueba de preferencia pareada |
| | | Prueba de preferencia ordenación |
| | Prueba de satisfacción | Escala hedónica verbal |
| | | Escala hedónica facial |
| | Prueba de aceptación | |

Extraído de Hernández (2005)

3.2.3.1 Prueba de satisfacción

Es la prueba afectiva que consiste en pedirle a los panelistas que den su informe sobre el grado de satisfacción que tienen de un producto al presentársele una escala hedónica verbal o facial (llamada también gráfica). Para la presente tesis se usará la escala hedónica verbal.

A.- Pruebas hedónicas. En las pruebas hedónicas se le pide al consumidor que valore el grado de satisfacción general (Liking) que le produce un producto utilizando una escala que le proporciona el analista. Estas pruebas son una herramienta muy efectiva en el diseño de productos y cada vez se utilizan con mayor frecuencia en las empresas debido a que son los consumidores quienes, en última instancia, convierten un producto en éxito o fracaso. Hasta hace poco tiempo era el departamento de marketing e investigación comercial de las empresas el único implicado en la evaluación e intención de compra del consumidor, pero es importante distinguir entre análisis sensorial y marketing, ya que las pruebas sensoriales se hacen “a ciegas”, sin informar de aspectos como precio o marcas, y puede suceder que un producto tenga una alta valoración hedónica por el consumidor, pero no tenga éxito en el mercado. No obstante, es difícil que un producto con baja valoración hedónica tenga éxito en mercado por muchos esfuerzos que haga el departamento de marketing. Por todo esto, las pruebas hedónicas de consumidores previas al trabajo de marketing resultan ser de mucha utilidad en la gestación y puesta en el mercado de nuevos productos.

B.- Escala hedónica verbal. Consiste en una lista ordenada de posibles respuestas correspondientes a distintos grados de satisfacción equilibradas alrededor de un punto neutro. El consumidor marca la respuesta que mejor refleja su opinión sobre el producto. Estas respuestas pueden ser números enteros, etiquetas verbales o figuras (para estudios con niños). Esta escala fue desarrollada por Peryam y Girardot a mediados del siglo XX. Para tratar los datos obtenidos, cada frase se sustituye por números enteros consecutivos, lo que permite la comparación entre categorías. Es necesario tener mucho cuidado en las frases utilizadas que deben ser graduales y muy claras. La escala hedónica verbal va desde me gusta muchísimo hasta me disgusta muchísimo, considerando valores impares con un punto intermedio de ni me gusta ni me disgusta (Hernández, 2005). ver figura 7.

PRUEBA DE ACEPTABILIDAD

NOMBRE: _____ FECHA: _____

Evalué cuidadosamente cada una de las muestras. Por favor coloque la puntuación según los atributos sensoriales que mejor describa su opinión sobre su apreciación en la firmeza, color cristalino y dulzor de los caramelos duros que acaba de probar.

CUADRO DE CALIFICACIÓN

| Código Atributos sensoriales | | | | |
|---------------------------------|--|--|--|--|
| FIRMEZA | | | | |
| COLOR CRISTALINO | | | | |
| DULZOR | | | | |

| Puntuación | Atributos |
|------------|----------------------------|
| 5 | Me gusta muchísimo |
| 4 | Me gusta |
| 3 | Ni me gusta ni me disgusta |
| 2 | Me disgusta |
| 1 | Me disgusta muchísimo |

Figura 7 — Formato de Escala Hedónica verbal

Extraído de Hernández Modificado (2005)

C.- Conformación del panel. El panel es el instrumento primordial en la evaluación sensorial. Su valor depende de la objetividad, precisión y reproductibilidad del juicio de los panelistas. La calificación de los panelistas depende del tipo de prueba que se va a realizar. Los panelistas serían personas no adiestradas en análisis sensorial y voluntarios; se les pidió que no tomaran alimentos ni goma de mascar una hora anterior a las catas.

Ventajas de la prueba de satisfacción: (Hernández, 2005)

- La escala hedónica es clara para los consumidores
- Requiere de una mínima instrucción
- Resultado de respuestas con más información
- Las escalas hedónicas pueden ser por atributos

Casos en los que se aplica:

- Desarrollo de nuevos productos
- Medir el tiempo de vida útil de los productos
- Mejorar o igualar productos de la competencia
- Preferencia del consumidor

3.2.4 Valor calórico

La energía, es necesaria para los procesos metabólicos que sustentan la actividad física, el crecimiento, la lactancia y el embarazo. Se expresa en kilocalorías (kcal) o en unidades internacionales de energía (Joule), $1 \text{ kcal} = 4,184 \text{ kJ}$.

La energía es aportada al organismo por nutrientes como la grasa y los hidratos de carbono. La energía que contienen las proteínas no se debe contemplar como tal, porque debe utilizarse para la reparación y formación de los tejidos.

El aporte energético total se calcula al multiplicar el total de proteínas, hidratos de carbono y lípidos de la dieta por los factores de Atwater:

1g de proteínas = 4 kcal

1g de hidratos de carbono = 4 kcal

1g de lípidos = 9 kcal

Y seguidamente se suma las calorías obtenidas de cada nutriente (Olivares et al., 1994).

3.3 Marco conceptual

3.3.1. Maltitol

El Maltitol se obtiene a partir de la maltosa proviene de diversas fuentes, mediante un proceso de hidrogenación. (Orozco, s.f.).

3.3.2 Isomalt

El Isomalt es un edulcorante disacárido compuesto por sorbitol y manitol. Tiene la característica de resistir a altas temperaturas de cocción 180°C (Sánchez, 2014).

3.3.3 Stevia

Los compuestos responsables del dulzor de la Stevia rebaudiana son los glucósidos de esteviol aislados e identificados como esteviósido, esteviolbiósido, rebaudiósido A, B, C, D, E y F y dulcósido. Éstos se encuentran en las hojas de la planta. Los extractos purificados obtenidos de hojas de Stevia contienen más del 95% de esteviósido y/o rebaudiósido A (EFSA, 2010).

3.3.4 Sacarosa

La sacarosa es un ingrediente en casi todos los tipos de confitería, excepto en algunos alimentos dietéticos (que pretenden tener un bajo contenido de calorías). Se obtiene de caña de azúcar o del azúcar de remolacha (CakeBread, 1975).



3.3.5 Glucosa

La glucosa es un azúcar de fécula refinado y cristalizado. Tiene un dulzor con menos dulzor que la sacarosa. (Astiasarán y Martínez, 2003).

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

4.1.1 Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicativo y experimental debido a que se manipularon las variables, porcentaje de Isomalt, Maltitol y Stevia, y corresponde a un nivel de investigación experimental, puesto que en la formulación de caramelos duros se evaluó como ingredientes edulcorantes de bajo valor calórico en los atributos sensoriales, siendo la aceptabilidad (firmeza, color cristalino y dulzor) la variable respuesta. Así mismo el tipo de estudio para la recolección de datos fue cuantitativo.

4.1.2 Nivel de Investigación

El nivel de investigación es experimental puesto que se manipularon variables independientes tales como concentraciones de edulcorantes de bajo valor calórico (stevia, maltitol e isomalt) a fin de comprobar la hipótesis planteada.

4.2 Diseño de la investigación

La población de estudio fue los edulcorantes de bajo valor calórico Isomalt, Maltitol y Stevia.

El diseño de la investigación fue experimental, no se tomaron en cuenta la acción de las variables extrañas y se consideró una muestra patrón con fines de comparar los datos obtenidos. Para el análisis estadístico se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), teniéndose como única variable las formulaciones, el DCA consistió en 3 formulaciones o tratamientos con 3 repeticiones, más la prueba control con 3 repeticiones, se detalla.

DCA: $A \times 3 = 3 \times 3 = 9$ Tratamientos

Control $\times 3 = 1 \times 3 = 3$

12 Tratamientos

Modelo estadístico

El análisis DCA describe mediante el comportamiento de las respuestas Y_{ij}

$$y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

y_{ij} : Es el valor observado del valor calórico y atributos sensoriales de la j -ésima repetición del i -ésimo tratamiento

μ : Media general

T_i : Diferencia del promedio del i -ésimo tratamiento respecto al promedio general.

E_{ij} : Error aleatorio en la combinación ij .

i : 1, 2, 3 (Tratamientos o formulaciones)

j : 1, 2, 3, (Repeticiones)

Todos los efectos cumplen restricción de sumar cero, es decir, son observaciones respecto a la media general μ .

Tabla 11 — Esquematización del diseño experimental

| Variable independiente | Variable dependiente | | | | Repeticiones | Ensayos | |
|------------------------|----------------------|----------------|-----------------------|------------------|--------------|---------|--------|
| | Tratamientos | Valor calórico | Atributos sensoriales | | | | |
| | | | Firmeza | Color Cristalino | | | Dulzor |
| T1 (Formulación A) | Y11 | 3,78 | 3,82 | 3,90 | 3 | 3 | |
| T2 (Formulación B) | Y12 | 3,78 | 3,78 | 3,94 | 3 | 3 | |
| T3 (Formulación C) | Y13 | 3,70 | 3,58 | 3,72 | 3 | 3 | |
| T4 (control) | Y14 | 3,58 | 3,96 | 3,86 | 3 | 3 | |
| Total | | | | | | 12 | |

Tabla 12 — Análisis de varianza (ANVA)

| Fuentes de variación | GL | Sc | CM | Fe | t_{α} 0,05 |
|-----------------------|--------|----|----|----|----------------------|
| A | a _ 1 | | | | |
| Error experimental | a(r_1) | | | | |
| Total de tratamientos | ar_1 | | | | |

4.3 Población y muestra

En la presente investigación se formularon caramelos duros utilizando como ingredientes edulcorantes de bajo valor calórico; Isomalt, Maltitol y Stevia.

- Isomalt es un edulcorante que no se encuentra de manera comercial en el Perú, se realizó una importación, se compró tres bolsas de 750g de Isomalt, Marca Germany.
- Maltitol es un edulcorante que sí se encuentra en el Perú, específicamente solo se vende en Lima, hay diferentes empresas que realizan la venta de este edulcorante ya que es más económico que el Isomalt, se compró tres bolsas de kilo de la Marca AQ Alternativa Química E.I.R.L.
- Stevia es un edulcorante de intensidad de origen natural la venta de este edulcorante es más asequible, ya que se produce en el Perú, se compró un frasco de 200g de la marca Bio Perú.

La técnica de muestreo que se siguió en la presente investigación fue de tipo no probabilístico, dirigida y definida a criterio del investigador.

Para elegir el tamaño de la muestra se utilizó el muestreo no probabilístico por conveniencia. Es decir, la cantidad de muestra a utilizar para la investigación fue definida por el requerimiento necesario para los ensayos que se realizó en el estudio, aproximadamente se elaboró 100 caramelos por cada formulación (A, B, y C) con 3 repeticiones. En total fueron 900 caramelos, cada caramelo tuvo un peso de 2 g. necesitándose edulcorante Isomalt 1,8 kg, Maltitol 0,500 kg y Stevia 0,03 kg

4.4 Procedimiento

La ejecución del procedimiento de la investigación, se realizó en cuatro etapas: Primero se formularon los caramelos duros con base en experiencias científicas Méndez (2016) y

Malagón (2007), segundo se procesó los caramelos duros a nivel de laboratorio, tercero se realizó análisis de calorías de los caramelos duros y por último se realizó el análisis sensorial de los caramelos duros.

4.4.1 Formulación de caramelos duros

Se determinaron formulaciones modificando las variables a controlar a nivel de laboratorio, para caramelos duros y caramelos duros sin azúcar.

4.4.1.1 Determinación de la formulación de caramelo duro

A partir de la formulación convencional de caramelos duros propuesta por Malagón (2007) se realizó modificaciones para obtener la formulación de caramelos duros, estas modificaciones consistieron en no incluir colorantes, saborizantes ni ácidos, solo se tomó en cuenta las materias primas para caramelos que fue la sacarosa y glucosa. Es importante el uso de la glucosa en los caramelos duros ya que ayuda a retardar el efecto de cristalización de la sacarosa, es decir actúa como inhibidor y retardante de las reacciones de inversión. En la formulación de Malagón (2007) se utilizó 13,4 de agua, presentando el caramelo duro mejores características (Tabla 13), tomándose este valor como referencia en la formulación convencional del presente estudio, por fines de cálculo se trabajó con 13%.

Tabla 13 — Formulación convencional propuesta por Malagón

| Ingredientes | Cantidad % |
|----------------|------------|
| Sacarosa | 60 |
| Glucosa | 25 |
| Agua | 13.4 |
| Acido | 1.3 |
| Crémor tártaro | 0.10 |
| Sabor | 0.20 |
| Color | B.P.M. |

Extraído de Malagón (2007)

Tabla 14 — Formulación convencional modificada (Muestra control)

| Ingrediente | Cantidad % |
|-------------|------------|
| Sacarosa | 61,41 |
| Glucosa | 25,59 |
| Agua | 13 |

Extraído de Malagón Modificado (2007)

4.4.1.2 Determinación de la formulación de caramelos duros sin azúcar

Con base en la formulación convencional modificada propuesta por Malagón (2007), se mantuvo la cantidad de agua al 13%, siendo la variable que no varió en ninguna de las tres formulaciones de caramelos duros sin azúcar, propuesta en la presente tesis.

- **Formulación A** (0,6% Stevia; 86,4% Isomalt y 13% Agua): esta formulación considero la formulación propuesta por Méndez (2016) [elaboraron caramelos de Isomalt (84,6%) y edulcorante de intensidad (0,35%) (Tabla 15)], a partir de esta formulación se realizaron modificaciones (Tabla 16) y el contenido de agua se mantuvo al 13%, según lo propuesto por Malagón (2007). El uso de la materia prima principal, Isomalt, es ampliamente utilizado para la producción de dulces libres de azúcar, especialmente en caramelos duros, siendo resistente a la cristalización en mayor medida que otras combinaciones estándar de sacarosa y jarabe de maíz. Por lo que es empleado en la realización de esculturas de azúcar. Sin embargo, su poder de dulzor es la mitad en comparación a la sacarosa. Es por ello que esta formulación tuvo un edulcorante de intensidad natural que es la Stevia, en un porcentaje de 0,6%.

Tabla 15 — Formulación de caramelo duro sin azúcar (b.s.)

| Materia prima | Cantidad % |
|---|------------|
| Isomalt | 86,4 |
| Colorante verde | 0,17 |
| Extracto de tubérculo, hortaliza planta medicinal | 4,15 |
| Edulcorante | 0,35 |

Extraído de Méndez (2016)

Tabla 16 — Formulación A

| Materia prima | Cantidad % |
|---------------|------------|
| Isomalt | 86,4 |
| Stevia | 0,6 |
| Agua | 13 |

Extraído de Modificado de Méndez (2007)

- **Formulación B** (0,6% Stevia; 12,96% Maltitol; 73,44% Isomalt y 13% agua): Esta formulación tuvo como nuevo ingrediente al Maltitol, considerado por el comité mixto FAO/OMS de expertos en aditivos alimentarios (JECFA) como seguro y utilizado ampliamente en Estados Unidos en una gama de productos como chicles, caramelos, helados y productos de panadería o mermeladas. Sin embargo, se carece de información referente a concentraciones adecuadas de su uso en caramelo duro y además de lo citado fue considerado en el presente estudio por su costo, entre doce a quince veces más económico que el Isomalt.

Para definir las concentraciones de Maltitol a utilizar en el presente estudio se realizaron corridas preliminares, proponiéndose tres formulaciones, manteniéndose las concentraciones de Stevia y agua de la formulación A, variando el % del Maltitol (M): formulación M1 (25:75), formulación M2 (50:50) y formulación M3 (75:25), las cuales se detalla:

- Formulación M1: 0,6% Stevia; 21,6% Maltitol, 64,8% Isomalt y 13% Agua
- Formulación M2: 0,6% Stevia; 43,2% Maltitol y 43,2% Isomalt y 13% Agua
- Formulación M3: 0,6% Stevia; 64,8% Maltitol y 21,6% Isomalt y 13% Agua

Los resultados de las corridas preliminares mostraron que la formulación que presentó mejor aceptabilidad en sabor, aroma y textura fue la Formulación **M1**. Sin embargo, fue observado menor estabilidad de la textura a mayor concentración de Maltitol, por lo que se realizó los ajustes respectivos para incrementar la aceptabilidad del caramelo duro, disminuyéndose el porcentaje de Maltitol en 8,64%. Con la formulación M1 ajustada (15:85) fue observado mayor estabilidad en la dureza, proponiéndose en la presente tesis de

investigación como Formulación B: 0,6% Stevia; 12,96% Maltitol; 73,44% Isomalt y 13% agua (Tabla 17).

Tabla 17 — Formulación B (Formulación definida después de las pre-corridas)

| Materia prima | Cantidad % |
|---------------|------------|
| Isomalt | 73,44 |
| Maltitol | 12,96 |
| Stevia | 0,6 |
| Agua | 13 |

- **Formulación C** (13,05% Maltitol; 73,95% Isomalt y 13% agua): A diferencia de las formulaciones A y B, la formulación C no contenía Stevia, esta variación se realizó con el único objetivo de confirmar si había diferencia en el nivel del dulzor (Tabla 18).

Tabla 18 — Formulación C (es la formulación B pero sin Stevia)

| Materia prima | Cantidad % |
|---------------|------------|
| Isomalt | 73,95 |
| Maltitol | 13,05 |
| Agua | 13 |

4.4.2 Formulación de caramelos duros a nivel de laboratorio

- Recepción: La recepción de los edulcorantes utilizados (Isomalt, Maltitol y Stevia) se realizó en el Laboratorio de Química de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Fue verificado que los edulcorantes se encuentren en buenas condiciones siendo materia prima para la elaboración de caramelos duros. También se realizó la recepción de la Sacarosa y Glucosa para la muestra control.
- Pesado: En esta etapa se pesaron las materias primas para la elaboración de caramelos duros sin azúcar, según las cantidades descritas en las formulaciones A, B y C, seguidamente fue realizado el pesado de la Sacarosa y Glucosa para la elaboración de caramelos duros con azúcar.

c) Mezclado, disolución y cocción: Las materias primas fueron adicionadas según las formulaciones correspondientes, y durante la cocción fue realizado agitación constante con ayuda de paleta:

- Formulación A: Se adiciono Isomalt (864g) y agua (130g) en la olla de acero de capacidad 2,5 litros y seguidamente se concentró hasta 135°C.
- Formulación B: Se adiciono Isomalt (734,4g), Maltitol (129,6g) y agua (130g), en la olla acero de capacidad 2,5 litros y seguidamente se concentró hasta 135°C.
- Formulación C: Se adiciono Isomalt (739,5g), Maltitol (130,5g) y agua (130g), en la olla acero de capacidad 2,5 litros y seguidamente se concentró hasta 135°C.
- Formulación D: Se adiciono Sacarosa (614,1g), Glucosa (255,9g) y agua (130g), en la olla acero de capacidad 2,5 litros y seguidamente se concentró hasta 135°C.

d) Enfriamiento: Las mezclas fueron enfriadas hasta 120°C, luego se agregó Stevia (6g) en las formulaciones A y B, seguido de agitación constante. Las formulaciones C y D fueron enfriadas hasta 120°C, seguido de agitación constante.

e) Moldeado: Seguidamente las mezclas fueron vertidas sobre moldes para dar forma al caramelo.

f) Envoltura: Finalmente todos los caramelos formulados fueron embalados de forma manual.



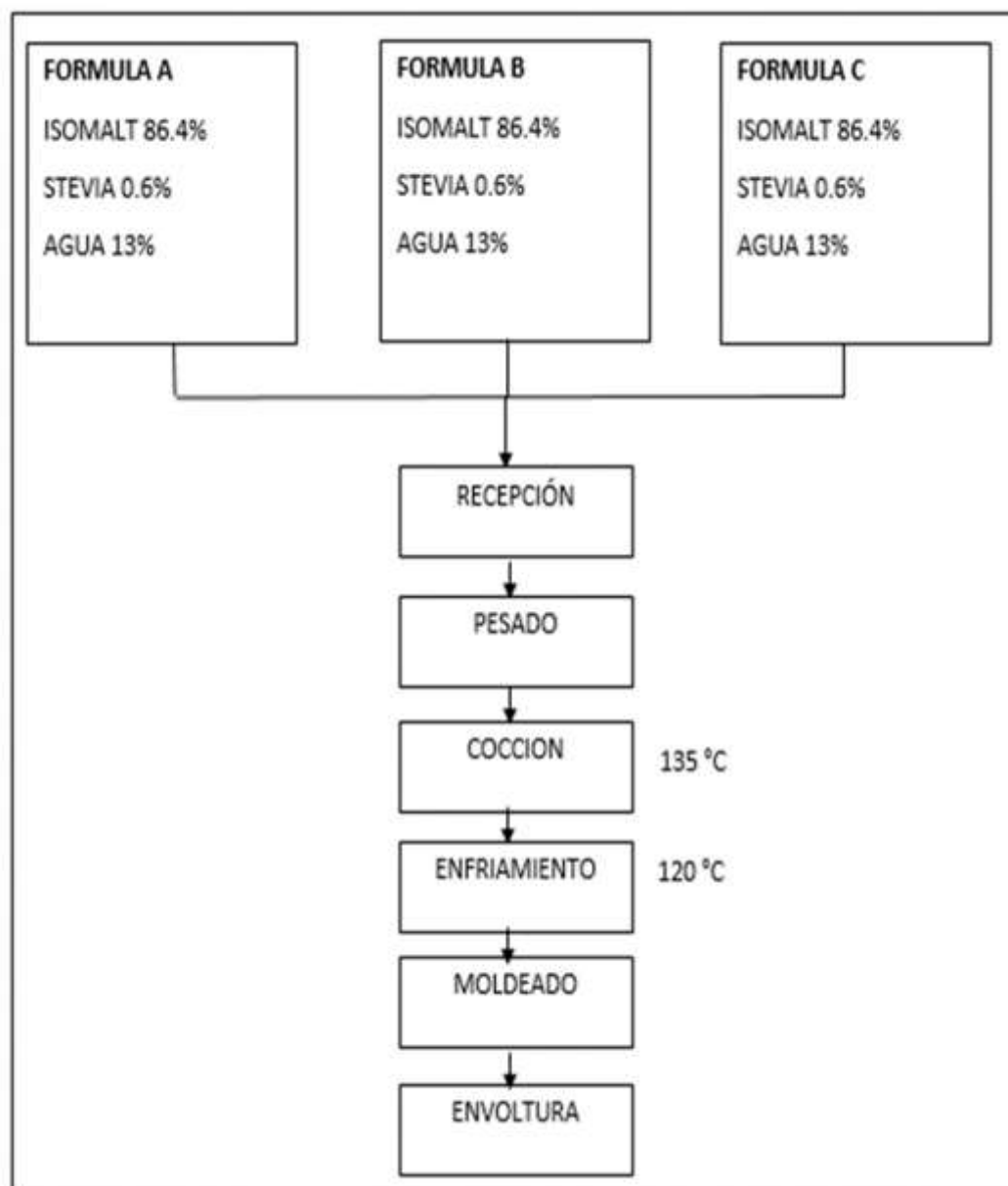


Figura 8 — Diagrama de flujo para elaboración de caramelo según formulaciones A, B y C

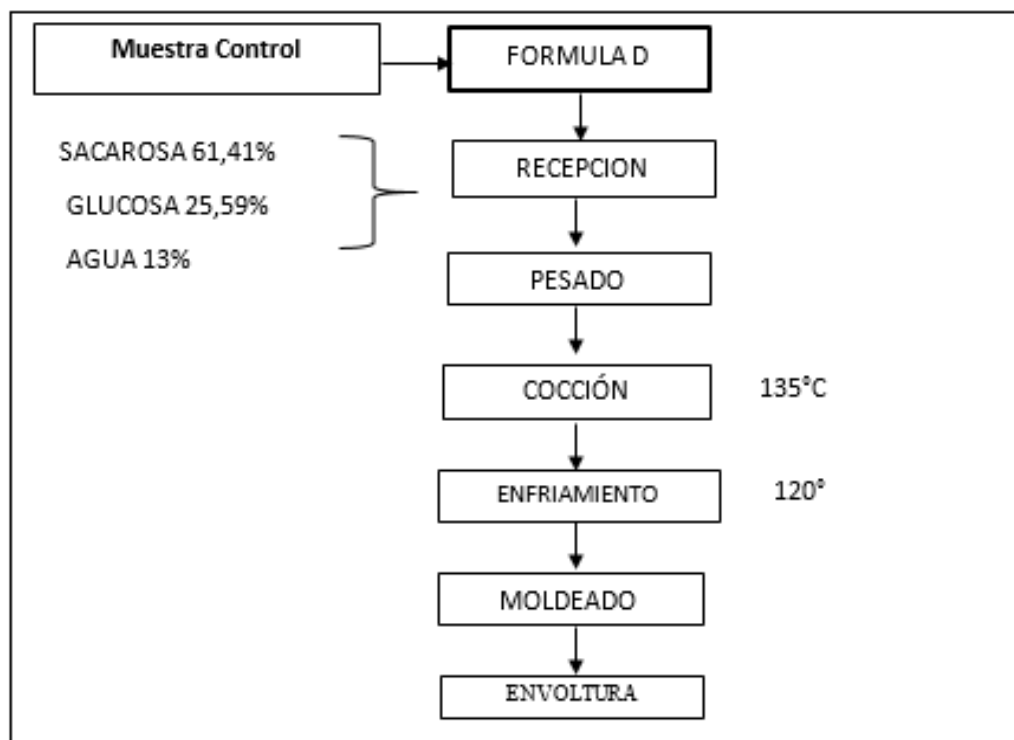


Figura 9 — Diagrama de flujo para elaboración de caramelo de la formulación control

4.4.3 Determinación de análisis de calorías

El valor calórico de los caramelos formulados fue determinado según la composición nutricional de los mismos: proteína, grasa y carbohidratos. Considerándose para el análisis 200g de muestra por cada formulación y con repetición en triplicado (Tabla 19).

Tabla 19 — Matriz para análisis de calorías

| Tratamientos | Formulaciones | Repetición 1, Repetición 2, Repetición 3 |
|---------------|---------------------------------|--|
| Tratamiento 1 | Formulación A | En base a 100g |
| Tratamiento 2 | Formulación B | |
| Tratamiento 3 | Formulación C | |
| Tratamiento 4 | Formulación D (Muestra control) | |

El valor calórico de las muestras fue realizado en el Laboratorio de Análisis Químico del Departamento Académico de Química de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, y los resultados se muestran en el Anexo 04. Los métodos utilizados para determinar el valor nutricional y calorías siguió el procedimiento descrito por F.L.Hart/I. J. Fisher (1998) y R. Lees (2000).

4.4.4 Evaluación para el análisis sensorial

Se elaboró tres formulaciones ya conocidas en la presente tesis, A, B y C, que fueron los caramelos procesados con edulcorantes bajo en calorías, y la formulación D que fue la muestra control (Caramelo elaborado con sacarosa y glucosa). Para el análisis sensorial se utilizó 50 unidades de caramelos por formulación, siendo acondicionados en el Laboratorio de Análisis de Control de Calidad de la universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, para la prueba de satisfacción.

En el análisis sensorial participaron 50 panelistas no entrenados, alumnos de la universidad. Previo a la evaluación sensorial por escala Hedónica, los panelistas fueron capacitados en el llenado del ficha, luego cada uno de ellos ingreso a la cabina personalizada y fue presentado los cuatro caramelos, con los siguientes códigos; código 307(formulación A), código 536(formulación B), código 172 (formulación C) y código 802 (formulación D) de manera simultánea, con sus respectivas fichas, que tuvieron una escala bipolar de 5 puntos (que van de 1 = Me disgusta muchísimo, hasta 5 = Me gusta muchísimo); y un vaso de agua mineral. Los atributos sensoriales a evaluar fueron los siguientes (firmeza, color cristalino y dulzor).

4.5 Técnica e instrumentos

La investigación, acondicionamiento de las muestras y evaluación sensorial, se realizó en los laboratorios de Química y Análisis de Control de Calidad de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac - UNAMBA, ubicados en la Avenida Inca Garcilaso S/N del distrito Tamburco, provincia Abancay, departamento Apurímac.

A continuación, se mencionan los materiales y equipos de Laboratorio que se utilizaron en la ejecución de la presente investigación (Tabla 20).



Tabla 20 — Descripción de equipos y materiales

| Equipo/Materiales | Modelo | Características |
|---|--|--|
| Balanza electrónica | Marca Digital precisión modelo (DP2000-2C) | capacidad (0,01g-2100g) |
| Termómetro | Marca Tecpel modelo (DTM-3101), | capacidad (-50°C-+300°C) |
| Moldes siliconados de caramelos en forma de osito | Marca PJ Bold 4 planchas, cada plancha tiene 50 ositos. | Medidas de cada molde de osito (1cm Ancho, 2cm altura y 0.7cm profundidad) |
| Olla de acero | Marca Libaneza | capacidad 2,5L |
| Vaso de precipitado (500 y 1000 ml) | BOECO, KIMAX, | Capacidad (250mL y 500mL) |
| Probetas | BOECO, KYNTEL | Capacidad (20mL) |
| Espátula siliconada | Facusa | Medidas 25cm largo y ancho 4cm |

4.6. Análisis estadístico

a) Hipótesis estadísticas (nula y alterna)

Ho: No existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos ($\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_n$)

Ha: Por lo menos la media de uno de los tratamientos es diferente a los demás ($\mu_1 \neq \mu_k$)

1. Primera hipótesis.

Ho: Los caramelos duros formulados con edulcorantes de bajo valor calórico (Isomalt, Maltitol y Stevia), será posible elaborarlos como los caramelos duros formulados con sacarosa y glucosa.

$$\text{Ho: } \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_9$$

Ha: Los caramelos duros formulados con edulcorantes de bajo valor calórico (Isomalt, Maltitol y Stevia), no será posible elaborarlos como los caramelos duros formulados con sacarosa y glucosa.

$$\text{Ha: } \mu_1 \neq \mu_k$$

2. Segunda hipótesis.

Ho: Los caramelos duros formulados con edulcorantes de bajo valor calórico (Isomalt, Maltitol y Stevia), tendrán menos calorías que los caramelos duros formulados con sacarosa y glucosa.

$$\mathbf{H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_9}$$

Ha: Los caramelos duros formulados con edulcorantes de bajo valor calórico (Isomalt, Maltitol y Stevia), no tendrán menos calorías que los caramelos duros formulados con sacarosa y glucosa.

$$\mathbf{H_a: \mu_1 \neq \mu_k}$$

3. Tercera hipótesis.

Ho: los caramelos duros formulados con edulcorantes bajo valor (Isomalt, Maltitol y Stevia), tendrá la misma aceptabilidad que los caramelos duros elaborados con sacarosa y glucosa.

$$\mathbf{H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_9}$$

Ha: los caramelos duros formulados con edulcorantes bajo valor (Isomalt, Maltitol y Stevia), no tendrá la misma aceptabilidad que los caramelos duros elaborados con sacarosa y glucosa.

$$\mathbf{H_a: \mu_1 \neq \mu_k}$$

b) Estadístico

Se utilizó el valor del estadístico F de Fisher mediante el análisis de varianza (ANOVA) para medir el efecto de los factores en estudio, y la comparación múltiple de medias por Tukey. Para esto se utilizó el programa INFOSTAT versión 2018.

b.1 Nivel de significancia

El nivel de significancia fue 5% ($\alpha=0,05$).

c) Región crítica o decisión

Si $p > 0,05$: no existe el efecto de los factores en estudio sobre las medias de las variables de respuesta; entonces se acepta la hipótesis nula.

Si $p < 0,05$: sí existe el efecto de los factores en estudio sobre las medias de las variables de respuesta; entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna.



CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados

5.1.1. Formulaciones de los caramelos duros con edulcorante de bajo valor calórico (Stevia, Maltitol e Isomalt)

5.1.1.1 Estandarización de las formulaciones de caramelos duros elaborados con edulcorante de bajo valor calórico (Stevia, Maltitol e Isomalt)

Siguiendo la metodología propuesta por Malagón, fueron preparadas formulaciones con diferentes cantidades de edulcorantes de bajo valor calórico (Isomalt, Maltitol y Stevia); Formulación A (0,6% Stevia; 86,4% Isomalt y 13% agua), Formulación B (0,6% Stevia; 12,96% Maltitol; 73,44% Isomalt y 13% agua), Formulación C (13,05% Maltitol, 73,95% Isomalt y 13% agua) y para realizar la comparación se utilizó la muestra control que viene hacer la Formulación D (61,41% Sacarosa, 25,59% Glucosa y 13% Agua), dichas corridas experimentales se realizaron por triplicado.

Tablas 21 — Parámetros de los edulcorantes utilizados en la elaboración de caramelos duros

| Tratamientos | Formulaciones | REPETICIÓN 1 | REPETICIÓN 2 | REPETICIÓN 3 |
|-------------------------------------|------------------|---|-----------------|-----------------|
| Tratamiento 1 | Formulación A | 0,6% Stevia 86,4% Isomalt 13% Agua | | |
| Tratamiento 2 | Formulación B | 0,6% Stevia 12,96% Maltitol 73,44% Isomalt. 13% Agua | | |
| Tratamiento 3 | Formulación C | 13,05% Maltitol 73,95% Isomalt 13% Agua | | |
| Tratamiento (muestra control) | Formulación D | 61,41% Sacarosa 25,59% Glucosa 13% Agua | | |

5.1.1.2 Valor calórico de las formulaciones propuestas para caramelos duros

Los resultados evidenciaron que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, formulación A, B y C (caramelos duros elaborados con edulcorantes de bajo valor calórico). Sin embargo, fue observado diferencia significativa cuando comparados con la muestra control (caramelo duro elaborado con glucosa y sacarosa). El valor de calorías fue menor, aproximadamente el 50%, en los caramelos elaborados con edulcorante de bajo valor calórico en relación a la muestra control.

En la Tabla 22 se muestra los resultados de las calorías (Anexo 03), que es el resultado del análisis realizado en la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

Tabla 22 — Valor calórico de los caramelos duros (en 100g de muestra)

| Tratamientos (%) | Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | Tratamiento 3 | Tratamiento 4 (muestra control) |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------------------------|
| Repeticiones (Kcal) | | | | |
| 1 | 200,02 | 200,10 | 200,80 | 392,80 |
| 2 | 200,09 | 199,88 | 200,40 | 398,92 |
| 3 | 200,21 | 200,02 | 200,22 | 395,04 |
| Promedio | 200,11 | 200,00 | 200,47 | 395,59 |

Tabla 23 — Análisis de Varianza para Calorías

| F.V | SC | Gl | CM | F | p-valor |
|-------------|----------|----|----------|----------|---------|
| Formulación | 85902,12 | 3 | 28634,04 | 11810,90 | <0,0001 |
| Error | 19,39 | 8 | 2,42 | | |
| Total | 85921,51 | 11 | | | |

Nota. Como el p-valor de calorías de la formulación fue $< 0,0001$, este valor está por debajo del nivel de significancia $\alpha = 0,05$, entonces existen diferencias estadísticas significativas; por lo que se procede a realizar la comparación de medias por Tukey.

De la Tabla 24 de comparación de medias se observó que existen dos grupos estadísticamente diferentes; en el primer grupo está la formulación D y en el segundo grupo las formulaciones C, A y B; siendo el tratamiento la formulación D, que mayor calorías presentó, se logró ver que las formulaciones A, B y C, tuvieron menor calorías y fueron iguales entre sí, con estos resultados podemos ver que los caramelos duros procesados con edulcorante de bajo valor calórico, formulación A, B y C, se obtuvieron caramelos de bajo valor calórico, siendo la mitad de los caramelos procesados con Sacarosa y Glucosa.

Tabla 24 — Comparación de medias por Tukey para Calorías

| Formulación | Medidas | N | E.E. | |
|-------------|---------|---|------|---|
| D | 395,59 | 3 | 0,90 | A |
| C | 200,47 | 3 | 0,90 | B |
| A | 200,11 | 3 | 0,90 | B |
| B | 200,00 | 3 | 0,90 | B |

Medidas con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

5.1.1.3 Evaluación sensorial de los caramelos formulados con edulcorante de bajo valor calórico y la muestra control

La Tabla 25 muestra los resultados del valor de aceptabilidad de los atributos sensoriales dulzor, color cristalino y firmeza, detallados en el Anexo 1 (la hoja de evaluación de la escala hedónica) y Anexo 2 (resultado del análisis sensorial). No se observaron diferencia significativa de aceptabilidad entre las formulaciones. Sin embargo, la formulación con mayor aceptabilidad fue la formulación A.

Tabla 25 — Resultados del valor de aceptabilidad (escala de 5 puntos) de los atributos sensoriales dulzor, firmeza y color cristalino

| Tratamientos Atributos Sensoriales | Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | Tratamiento 3 | Tratamiento (muestra control) |
|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------------|
| Dulzor | 3,90 | 3,94 | 3,72 | 3,86 |
| Color cristalino | 3,82 | 3,78 | 3,58 | 3,96 |
| Firmeza | 3,78 | 3,78 | 3,70 | 3,58 |

5.1.1.4 Valor de aceptabilidad del atributo sensorial dulzor en las formulaciones de caramelos duros

La Tabla 26 muestra el análisis de varianza para el atributo sensorial de dulzor, el p-valor de la formulación fue 0,7204, este valor estuvo por encima del nivel de significancia $\alpha= 0,05$, no existiendo diferencias estadísticas (Anexo 3); por lo que no se procedió a realizar la comparación de medias por Tukey. Es decir que todas las formulaciones fueron estadísticamente iguales en dulzor, tanto las formuladas con edulcorantes de bajo valor calórico como las formuladas convencionalmente con Sacarosa y Glucosa (muestra control).

Tabla 26 — Análisis de varianza del atributo sensorial dulzor

| F.V | SC | Gl | CM | F | p-valor |
|-------------|--------|-----|------|------|---------|
| Formulación | 1,38 | 3 | 0,46 | 0,45 | 0,7204 |
| Error | 201,42 | 196 | 1,03 | | |
| Total | 202,80 | 199 | | | |

5.1.1.5 Valor de aceptabilidad del atributo sensorial Color en las formulaciones de caramelos duros

La Tabla 27 muestra el análisis de varianza para el atributo sensorial color, el p-valor de color de la formulación fue 0,2995, este valor está por encima del nivel de significancia $\alpha= 0,05$, no existiendo diferencias estadísticas (Anexo 3); por lo que no se procedió a realizar la comparación de medias por Tukey. Es decir que todas las formulaciones fueron estadísticamente iguales en color, tanto las procesadas con edulcorantes de bajo valor calórico como las procesadas convencionalmente con Sacarosa y Glucosa (muestra control).

Tabla 27 — Análisis de varianza del atributo sensorial color

| F.V | SC | Gl | CM | F | p-valor |
|-------------|--------|-----|------|------|---------|
| Formulación | 3,69 | 3 | 1,23 | 1,23 | 0,2995 |
| Error | 196,06 | 196 | 1,00 | | |
| Total | 199,76 | 199 | | | |

5.1.1.6 Valor de aceptabilidad del atributo sensorial Firmeza en las formulaciones de caramelos duros

La Tabla 28 muestra el análisis de varianza para el atributo sensorial firmeza, el p valor de la formulación fue 0,2995, este valor estuvo por encima del nivel de significancia $\alpha= 0.05$, no existiendo diferencias estadísticas (Anexo 3); por lo que no procedió a realizar la comparación de medias por Tukey. Es decir que todas las formulaciones fueron estadísticamente iguales en firmeza, tanto las procesadas con edulcorantes de bajo valor calórico como las procesadas convencionalmente con sacarosa y glucosa (muestra control).

Tabla 28 — Análisis de varianza del atributo sensorial firmeza

| F.V | SC | Gl | CM | F | p-valor |
|-------------|--------|-----|------|------|---------|
| Formulación | 3,69 | 3 | 1,23 | 1,23 | 0,2995 |
| Error | 196,06 | 196 | 1,00 | | |
| Total | 199,76 | 199 | | | |

Nota De los resultados podemos concluir que no hubo diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$), entre los tratamientos (formulaciones A, B, C y D).

Los resultados mostraron que no hubo diferencia significativa ($p \leq 0,05$) entre las formulaciones, sin embargo, sí se observó mejores atributos sensoriales en la formulación A con los atributos de firmeza y color cristalino en comparación con las formulaciones B y C. Si tenemos en consideración costos que no es tema de investigación del presente trabajo, sin embargo, es importante resaltar de que se puede lograr una reducción de costos en la formulación de caramelos duros bajos en calorías.

5.2 Contrastación de hipótesis

- **Primera hipótesis**

Ho: Los caramelos duros formulados con edulcorantes de bajo valor calórico (Stevia, Maltitol e Isomalt), será posible elaborarlos como los caramelos duros formulados con sacarosa y glucosa.

Ha: Los caramelos duros formulados con edulcorantes de bajo valor calórico (Stevia, Maltitol e Isomalt), no será posible elaborarlos como los caramelos duros formulados con sacarosa y glucosa.

En la presente tesis, sí se logró formular caramelos duros con edulcorante de bajo valor calórico teniendo en consideración los antecedentes de elaboración de caramelos duros. Las formulaciones fueron las siguientes: formulación A (0,6% Stevia; 86,4% Isomalt y 13% Agua), formulación B (0,6% Stevia, 12,96% Maltitol, 73,44% Isomalt y 13% Agua) y formulación C (13,05% Maltitol, 73,95% Isomalt y 13% Agua), los resultados confirmaron la primera hipótesis nula por lo que se rechazó la hipótesis alterna

- **Segunda hipótesis**

Ho: Los caramelos duros formulados con edulcorantes de bajo valor calórico (Stevia, Maltitol e Isomalt), tendrán menos calorías que los caramelos duros formulados con sacarosa y glucosa.

Ha: Los caramelos duros formulados con edulcorantes de bajo valor calórico (Stevia, Maltitol e Isomalt), no tendrán menos calorías que los caramelos duros formulados con sacarosa y glucosa.

La tabla 16 se muestra los resultados del valor calórico de las cuatro formulaciones de caramelos duros, formulación A (200,11Kcal), formulación B (200,00Kcal) y formulación C (200,47Kcal), que fueron elaboradas con edulcorantes de bajo valor calórico mientras que la formulación D (395,59Kcal) fue la muestra control con la que se realizó la comparación. Los resultados confirmaron la segunda hipótesis nula por lo que se rechazó la hipótesis alterna.

- **Tercera hipótesis**

Ho: los caramelos duros formulados con edulcorantes bajo valor (Stevia, Maltitol e Isomalt), tendrá la misma aceptabilidad que los caramelos duros elaborados con sacarosa y glucosa.

Ha: los caramelos duros formulados con edulcorantes bajo valor (Stevia, Maltitol e Isomalt), no tendrá la misma aceptabilidad que los caramelos duros elaborados con sacarosa y glucosa.

En la tabla 25 se muestran los resultados de la prueba de aceptabilidad de las cuatro formulaciones de caramelos duros, donde las tres primeras formulaciones, A, B y C,



fueron elaboradas con edulcorantes de bajo valor calórico y la formulación D fue la muestra control con la que se realizó la comparación. Se evaluaron tres atributos sensoriales dulzor, color cristalino y firmeza. En ninguno de los atributos se encontraron diferencia significativa, los resultados confirman la tercera hipótesis nula por lo que se rechazan la hipótesis alterna.

5.3 Discusión

- Los resultados obtenidos en la presente tesis evidenciaron la diferencia de calorías de caramelos formulados con edulcorantes de bajo valor calórico [Formulaciones A (200,11Kcal/g), B (200,00Kcal/g) y C (200,4Kcal/g)] con respecto a la muestra control (formulación D 395,59Kcal/g), fue observado una disminución del 50 % de calorías en los caramelos elaborados con Isomalt, Maltitol y Stevia respecto a los caramelos a base de Sacarosa y Glucosa, confirmándose los valores calóricos ya compartido en la tesis de Sánchez y también lo establecido por el comité de Expertos de Aditivos Alimentarios JECFA, quienes indican valores para Isomalt 2,0Kcal/g, Maltitol 2,1Kcal/g y Stevia 0Kcal/g.
- No hubo diferencia significativa entre la aceptabilidad de los caramelos duros formulados con edulcorante de bajo valor calórico y formulación tradicional, con respecto al atributo dulzor. Sin embargo, fue confirmado lo relatado por Periche (2014), el dulzor del Isomalt es mejorado cuando combinado con un edulcorante de intensidad, observándose este resultado para el valor del dulzor de las formulaciones A(3,90) y B(3,94) que consideraron adicionalmente Isomalt y Stevia respecto a la muestra control (3,86). Similar comportamiento de dulzor fue observado en la formulación C (3,72) que no consideraba Stevia en su composición, siendo el valor menor en relación a la formulación control (3,86), debido a que el nivel de dulzor del Isomalt fue 50% menor al Maltitol y Sacarosa, cuya concentración también influyó en los resultados obtenidos.
- Al realizar la prueba de aceptabilidad, también se evaluó el atributo sensorial firmeza tanto en la formulación tradicional a base de Sacarosa y Glucosa como en las formulaciones de Isomalt, Maltitol y Stevia, en los resultados obtenidos no hubo diferencias significativas con respecto a la firmeza del producto final, sin embargo, fue observado mejores valores de firmeza para los tratamientos con edulcorantes. Méndez (2016) en su investigación elaboró un caramelo con Isomalt (94,6%) y edulcorante de intensidad (0,37%), donde su análisis sensorial fue aceptable. En la

formulación A, se utilizó Isomalt (99,4%) y Stevia (0,69%), habiendo una variación 4,8% de Isomalt con respecto al estudio de Méndez (2016), a pesar de esta variación se obtuvo un caramelo duro con firmeza aceptable. Para las formulaciones B (Isomalt 84,4%; Maltitol 14,9% y Stevia 0,7%) y C (Isomalt 85% y Maltitol 15%), no se encontraron en la literatura científica estudios relacionados, excepto el estudio de Sánchez indicando que el Maltitol se comporta de manera parecida a la Glucosa.

- Dentro de la prueba de aceptabilidad, también se evaluó el atributo sensorial color tanto en la formulación tradicional a base de sacarosa y glucosa como en las formulaciones de Isomalt los caramelos duros tratados, Formulaciones A, B y C, presentaron Color característico en relación a los caramelos duros, formulación control a, siendo similar a lo relatado por Sánchez (2014), es la sacarosa responsable de los colores deseados en los caramelos duros.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Se formuló caramelos duros utilizando ingredientes, de forma individual (Isomalt) como combinada (Isomalt+Maltitol), y la Stevia como aporte de dulzor, de bajo valor calórico y con propiedades benéficas para la salud.
- Se determinó la formulación adecuada de caramelo duro elaborado con edulcorantes de bajo valor calóricos (Stevia, Maltitol e Isomalt), a partir del método convencional de caramelos duros establecidos por Malagón (2007). Las formulaciones más adecuadas fueron la formulación A (0,6% Stevia; 86,4% Isomalt y 13% Agua) y formulación B (0,6% Stevia, 12,96% Maltitol, 73,44% Isomalt y 13% Agua).
- Se evaluó el valor calórico de los caramelos duros elaborados con edulcorantes Stevia, Maltitol e Isomalt, cuyos valores fueron la mitad del valor calórico de la formulación convencional. Se logró evaluar los atributos sensoriales sabor, color cristalino y firmeza de los caramelos duros elaborados con Stevia, Maltitol e Isomalt, no encontrándose diferencia significativa con la formulación convencional. Sin embargo, las formulaciones que presentaron mejores atributos sensoriales fueron las formulaciones A y B.

6.2 Recomendaciones

- A partir de los resultados de esta investigación se podría recomendar realizar investigaciones de caramelos duros saborizados con frutas que forman parte de la biodiversidad de la región, tales como Tumbo, Aguaymanto y Capulí.
- Realizar investigaciones relacionadas a formulaciones de caramelos duros con edulcorantes que cumplan las dos funciones importantes en su elaboración que son dulzor y volumen.
- Realizar investigaciones para reducir costos en los caramelos duros elaborados con Isomalt.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Astiasarán, I. & Martínez, A. (2003). Alimentos. Composición y Propiedades. México, Editorial Mc Graw Hill.

BENEO, Connecting nutrition and health. (s.f). Isomalt. <https://www.beneo.com/es/ingredientes/nutricion-humana/carbohidratos-funcionales/isomalt>

BOE 25 de marzo de 2011, RD 348/2011 por el que se aprueba la norma de calidad para caramelos, chicles, confites y golosinas.

Cakebread, S. (1981). Dulces elaborados con azúcar y chocolates. Zaragoza. Acribia.1975. (p 11).

Cardoso, A. & Abreu, W. (2004). Water and the glass transition temperature of organic (caramel) glasses. Journal of Non-Crystalline Solids. 348,51-58.

Celeghin, A. & Rubiolo, A. (2004). Variación de las características de formulaciones con edulcorantes similares a las de caramelos duros de bajas calorías con el contenido de agua. FABICIB, 8, 205-217.

Charley, H. (1997). Tecnología de Alimentos. Procesos Químicos y Físicos en la Preparación de Alimentos. México. LIMUSA S.A. (p. 767).

Cubero, N., Monferrer, A., & Villalta, J. (2002). Edulcorantes. En Aditivos Alimentarios (pp. 189-210). España: Grupo Mundi – Prensa.

Edwards, W. (2000). La ciencia de las golosinas. (pp. 93-94), Zaragoza, España: Acriba.

Esparza, G., Obregon, M. y Boe,. (1999). Aditivos edulcorantes. Los edulcorantes. <https://botplusweb.portalfarma.com/Documentos/2002/9/25/14067.pdf>



FDA. European Food Safety Authority. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre. EFSA Journal 2010 8(3):1462.

Fennema, O. (2000). Aditivos alimentarios. En R. Lindsay, Química de los alimentos (pp. 938-947). España: Acribia.

Formoso. (1999). Procedimientos Industriales al alcance de todos. Enciclopedia Formoso, 29(2), 34-44. Lima. Editorial Ediciones Limusa 13ava edición.

García, J., Gracia, M., Casado, F. y Garcia, A. (2013). Una visión global y actual de los edulcorantes. Aspectos de regulación, Nutrición hospitalaria, 29(4),17-31.

Hernández, E. (2005). Evaluación sensorial. Bogota, Colombia.

Herrera, R., Macías, D., Soto, M. & Ortiz, J. (2010). Desarrollo de Formulaciones de productos de confitería de bajo aporte calórico utilizando alcoholes polihídrico como edulcorante. Trabajo presentado en XII congreso nacional de ciencia y tecnología de alimentos de la Universidad Guanajuato, Guanajuato, México.

Hull, P. (2010). Sugar alcohols: an overview. En P. Hull, Glucose Syrups: Technology and application (pp. 107-118). India: Wiley-BlackWell.

INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, PE). (2011). NTP 208.001:1982. Caramelos, Confites y Similares. Definiciones, clasificación y requisitos. Perú. (p. 8)

Intintec, (1982). Caramelos, confitería y similares, 29(208). 001. Lima.

JECFA. (2003). Safety evaluation of certain food additives.59th meeting. Food additives Series:50. FAO/WHO.

JECFA. Joint FAO/WHO Expert Committe on Food Additives. Steviol glycosides. In Compendium of Food Additive Specifications, 69th Meeting, FAO/WHO Monographs 5, (2008). Rome, Italy.



Khan, R. (1993). *Low-Calorie foods and food ingredients* (Primera ed.). India: Blackie Academic and Professional.

Lemus, R., Vega, A., Zura, L. y Ah, K. (2012). Stevia rebaudiana Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. *Food Chemistry*.29(132),1121–1132.

Malagón, D. (2007). *Estandarización y validación de formulaciones base para confitería en caramelo duro y blando para la aplicación de agentes saborizantes en DISAROMAS S. A.* (tesis de grado). Universidad de la Salle. Bogota, Colombia.

Meiners, A y Joike, H. (1969). *Silesa Confiserie Manual N° 1 – Handbook for the Sugar Confectionery Industry*. Alemania. Silesa-Essenzen fabrick, Gerhard Hanke K.G. (p. 528).

Méndez, L. (2016). *Elaboración artesanal de caramelos saborizados a base de hortalizas, tubérculos y plantas medicinales, para el consumo normal y diabéticas en la ciudad en Ambato* (trabajo de grado). Universidad regional autónoma de los andes. Ambato, Ecuador.

Olivares, S., Andrade, M. y Zacarias, I. (1994). *Necesidades nutricionales y calidad de la dieta*. Santiago de Chile, Chile.

Orozco, N. (s.f.). *Tendencias Innovadoras En La Industria De La Confitería*. *Revista De Inventa Alimentos Y Bebidas*, (1),1-5. Productora del contenido Dirección de Innovación y Desarrollo Tecnológico Ministerio de Economía. México.

Potter, N. (1999). *Ciencia de los alimentos*. Zaragoza, Editorial Acribia S.A.

Saldaña, E. *Reacción de Maillard*. Recuperado el (09/07/2011), de <https://sites.google.com/site/cocina4ingenieros/ciencia-y-tecnologia/conceptos-basicos/Alimentacion/reaccion-de-maillard>

Renwick, A. & Tarka, S. (2008). Microbial hydrolysis of steviol glycosides. *Food and Chemical Toxicology*, (46),70–74.



Rodríguez, M. (2014). Efectos De Los Polioles en la nutrición y sus aplicaciones en la industria alimentaria. (Trabajo de grado). Universidad de Valladolid. España.

Salvador, D. (2006). Química de los alimentos, Pearson Educación, México.

Salvador, R., Sotelo, M. y Paucar, L. (2014). Estudio de la Stevia como edulcorante natural y su uso en beneficio de la salud. *Scientia Agropecuaria*, (5), 157-163.

Sánchez, M. (2014). Edulcorantes: utilización y aprovechamiento en diferentes procesos de la industria alimentaria (Tesina de Grado) Toluca, México. Recuperado de <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/14818>.

Yablanski, T. (Ed.). (2013). *Agricultural Science and Technology*. 2(5), 169-170.

Yantis, M. (2011). Refrescos bajos en calorías. *Nursing*, 29(3),52.

Zumbe, A., Lee, A. y Storey, D. (2001). Polioles en productos de confitería. Azúcar reducida y productos de confitería reducidos en calorías. *Nutr MAR*, (85), S31-S45.



ANEXOS



ANEXO 1 FICHA PARA ANÁLISIS SENSORIAL

PRUEBA DE ACEPTABILIDAD

NOMBRE: _____ **FECHA:** _____

Evalué cuidadosamente cada una de las muestras. Por favor coloque la puntuación según los atributos sensoriales que mejor describa su opinión sobre su apreciación en la firmeza, color cristalino y dulzor de los caramelos duros que acaba de probar.

CUADRO DE CALIFICACIÓN

| Código Atributos sensoriales | | | | |
|---------------------------------|--|--|--|--|
| FIRMEZA | | | | |
| COLOR CRISTALINO | | | | |
| DULZOR | | | | |

| Puntuación | Atributos |
|------------|----------------------------|
| 5 | Me gusta muchísimo |
| 4 | Me gusta |
| 3 | Ni me gusta ni me disgusta |
| 2 | Me disgusta |
| 1 | Me disgusta muchísimo |

Figura 10 — Ficha para análisis sensorial

ANEXO 2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL

Tabla 29 — Resultados del análisis sensorial

| PANELISTAS | FORMULA | FIRMEZA | COLOR | DULZOR | FORMULA | FIRMEZA | COLOR | DULZOR | FORMULA | FIRMEZA | COLOR | DULZOR | FORMULA | FIRMEZA | COLOR | DULZOR |
|------------|---------|---------|-------|--------|---------|---------|-------|--------|---------|---------|-------|--------|---------|---------|-------|--------|
| 1 | A | 3 | 5 | 4 | B | 4 | 5 | 5 | C | 1 | 5 | 3 | D | 5 | 5 | 3 |
| 2 | A | 4 | 5 | 4 | B | 5 | 4 | 4 | C | 2 | 3 | 3 | D | 3 | 4 | 4 |
| 3 | A | 4 | 4 | 3 | B | 4 | 5 | 4 | C | 4 | 3 | 4 | D | 4 | 5 | 3 |
| 4 | A | 5 | 5 | 5 | B | 4 | 5 | 5 | C | 2 | 4 | 4 | D | 4 | 5 | 3 |
| 5 | A | 4 | 3 | 5 | B | 5 | 4 | 5 | C | 3 | 2 | 3 | D | 4 | 4 | 3 |
| 6 | A | 4 | 3 | 4 | B | 4 | 4 | 4 | C | 2 | 3 | 3 | D | 4 | 4 | 4 |
| 7 | A | 3 | 3 | 4 | B | 3 | 2 | 4 | C | 4 | 2 | 5 | D | 2 | 4 | 3 |
| 8 | A | 5 | 5 | 3 | B | 3 | 5 | 3 | C | 2 | 5 | 3 | D | 3 | 5 | 4 |
| 9 | A | 4 | 4 | 3 | B | 4 | 4 | 4 | C | 3 | 3 | 4 | D | 5 | 5 | 5 |
| 10 | A | 3 | 3 | 4 | B | 4 | 4 | 3 | C | 5 | 3 | 3 | D | 2 | 5 | 3 |
| 11 | A | 4 | 5 | 5 | B | 4 | 4 | 4 | C | 2 | 4 | 4 | D | 4 | 4 | 4 |
| 12 | A | 5 | 2 | 3 | B | 4 | 3 | 3 | C | 5 | 2 | 1 | D | 5 | 5 | 5 |
| 13 | A | 4 | 2 | 4 | B | 4 | 2 | 4 | C | 4 | 2 | 2 | D | 4 | 4 | 2 |
| 14 | A | 5 | 3 | 5 | B | 3 | 3 | 4 | C | 5 | 3 | 5 | D | 4 | 3 | 4 |
| 15 | A | 4 | 4 | 4 | B | 4 | 4 | 3 | C | 3 | 4 | 5 | D | 3 | 4 | 3 |
| 16 | A | 4 | 4 | 4 | B | 4 | 4 | 5 | C | 2 | 3 | 3 | D | 4 | 5 | 5 |
| 17 | A | 5 | 5 | 5 | B | 5 | 3 | 3 | C | 3 | 3 | 3 | D | 3 | 4 | 4 |
| 18 | A | 4 | 3 | 4 | B | 4 | 4 | 4 | C | 4 | 3 | 3 | D | 3 | 4 | 5 |
| 19 | A | 4 | 4 | 5 | B | 5 | 5 | 5 | C | 3 | 4 | 5 | D | 5 | 5 | 3 |
| 20 | A | 4 | 4 | 4 | B | 4 | 4 | 5 | C | 3 | 4 | 4 | D | 2 | 4 | 2 |
| 21 | A | 2 | 3 | 3 | B | 4 | 4 | 5 | C | 1 | 5 | 1 | D | 4 | 4 | 4 |
| 22 | A | 5 | 4 | 5 | B | 4 | 5 | 5 | C | 3 | 3 | 4 | D | 5 | 5 | 5 |
| 23 | A | 2 | 3 | 1 | B | 1 | 2 | 2 | C | 4 | 4 | 5 | D | 3 | 1 | 3 |
| 24 | A | 4 | 5 | 5 | B | 5 | 5 | 5 | C | 5 | 4 | 5 | D | 4 | 5 | 5 |
| 25 | A | 4 | 4 | 4 | B | 4 | 4 | 5 | C | 4 | 4 | 5 | D | 5 | 5 | 4 |
| 26 | A | 4 | 4 | 4 | B | 4 | 4 | 4 | C | 3 | 5 | 4 | D | 2 | 3 | 3 |
| 27 | A | 3 | 2 | 4 | B | 2 | 4 | 3 | C | 5 | 5 | 3 | D | 4 | 2 | 5 |
| 28 | A | 3 | 5 | 3 | B | 3 | 5 | 4 | C | 4 | 4 | 3 | D | 2 | 5 | 3 |
| 29 | A | 4 | 4 | 4 | B | 5 | 5 | 5 | C | 5 | 3 | 4 | D | 1 | 3 | 4 |
| 30 | A | 4 | 4 | 3 | B | 2 | 5 | 3 | C | 4 | 5 | 5 | D | 1 | 3 | 3 |
| 31 | A | 4 | 4 | 4 | B | 2 | 4 | 4 | C | 4 | 5 | 3 | D | 5 | 2 | 3 |
| 32 | A | 5 | 5 | 5 | B | 1 | 2 | 1 | C | 4 | 5 | 4 | D | 4 | 2 | 4 |
| 33 | A | 4 | 4 | 2 | B | 4 | 2 | 2 | C | 5 | 5 | 4 | D | 5 | 3 | 5 |
| 34 | A | 4 | 3 | 4 | B | 5 | 3 | 5 | C | 4 | 4 | 3 | D | 4 | 4 | 4 |
| 35 | A | 3 | 4 | 3 | B | 3 | 4 | 5 | C | 4 | 4 | 5 | D | 4 | 3 | 4 |
| 36 | A | 4 | 5 | 5 | B | 2 | 3 | 3 | C | 5 | 5 | 3 | D | 3 | 4 | 5 |
| 37 | A | 3 | 4 | 4 | B | 5 | 3 | 3 | C | 4 | 4 | 4 | D | 4 | 3 | 4 |
| 38 | A | 3 | 4 | 5 | B | 4 | 3 | 3 | C | 5 | 5 | 5 | D | 3 | 4 | 5 |
| 39 | A | 5 | 5 | 3 | B | 3 | 4 | 5 | C | 4 | 4 | 5 | D | 4 | 2 | 4 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|---|-------------|------|-----|---|-------------|------|------|---|------------|------|------|---|-------------|------|------|
| 40 | A | 2 | 4 | 2 | B | 3 | 4 | 4 | C | 4 | 4 | 5 | D | 2 | 3 | 3 |
| 41 | A | 4 | 4 | 4 | B | 3 | 1 | 1 | C | 4 | 5 | 5 | D | 3 | 2 | 4 |
| 42 | A | 5 | 5 | 5 | B | 5 | 3 | 4 | C | 3 | 4 | 4 | D | 2 | 1 | 1 |
| 43 | A | 3 | 1 | 3 | B | 4 | 4 | 5 | C | 5 | 5 | 5 | D | 4 | 3 | 3 |
| 44 | A | 4 | 5 | 5 | B | 5 | 4 | 5 | C | 4 | 4 | 5 | D | 4 | 4 | 4 |
| 45 | A | 5 | 5 | 4 | B | 4 | 4 | 5 | C | 4 | 5 | 4 | D | 4 | 3 | 3 |
| 46 | A | 2 | 3 | 3 | B | 3 | 3 | 4 | C | 4 | 4 | 4 | D | 3 | 2 | 4 |
| 47 | A | 4 | 2 | 5 | B | 5 | 5 | 3 | C | 5 | 4 | 4 | D | 5 | 2 | 3 |
| 48 | A | 2 | 3 | 3 | B | 4 | 4 | 3 | C | 5 | 5 | 5 | D | 4 | 3 | 4 |
| 49 | A | 4 | 3 | 4 | B | 5 | 5 | 5 | C | 4 | 5 | 4 | D | 3 | 3 | 5 |
| 50 | A | 2 | 4 | 4 | B | 4 | 3 | 5 | C | 4 | 5 | 3 | D | 5 | 2 | 3 |
| | | 189 | 191 | 195 | | 189 | 189 | 197 | | 185 | 198 | 193 | | 179 | 179 | 186 |
| PROMEDIO | | 3.78 | 3.82 | 3.9 | | 3.78 | 3.78 | 3.94 | | 3.7 | 3.96 | 3.86 | | 3.58 | 3.58 | 3.72 |

ANEXO 3 ANÁLISIS DE VARIANZA

A) Análisis de varianza de calorías y comparación (prueba Tukey) entre el tratamiento con mayores calorías

InfoStat/L - Nueva tabla

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

Resultados

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|---------------|----|----------------|-------------------|------|
| CALORIAS Kcal | 12 | 1.00 | 1.00 | 0.63 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|----------|----------|----|----------|----------|---------|
| Modelo. | 85902.12 | 3 | 28634.04 | 11810.90 | <0.0001 |
| FORMULAS | 85902.12 | 3 | 28634.04 | 11810.90 | <0.0001 |
| Error | 19.39 | 8 | 2.42 | | |
| Total | 85921.51 | 11 | | | |

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=4.07121
 Error: 2.4244 gl: 8

| FORMULAS | Medias | n | E.E. | |
|----------|--------|---|------|---|
| D | 395.59 | 3 | 0.90 | A |
| C | 200.47 | 3 | 0.90 | B |
| A | 200.11 | 3 | 0.90 | B |
| B | 200.00 | 3 | 0.90 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

ANAVA ANAVA ANAVA

B) Análisis de varianza de aceptabilidad y comparación (prueba Tukey) entre el atributo firmeza

InfoStat/L - Nueva tabla_1

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

Resultados

Nueva tabla_1: 04/07/2020 - 09:41:15 p. m.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|-----|----------------|-------------------|-------|
| FIRMEZA | 200 | 0.06 | 0.04 | 32.50 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---------|--------|-----|------|------|---------|
| Modelo. | 3.69 | 3 | 1.23 | 1.23 | 0.2995 |
| FORMULA | 3.69 | 3 | 1.23 | 1.23 | 0.2995 |
| Error | 196.06 | 196 | 1.00 | | |
| Total | 199.76 | 199 | | | |

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.51475
 Error: 1.0003 gl: 196

| FORMULA | Medias | n | E.E. | |
|---------|--------|----|------|---|
| C | 3.96 | 50 | 0.14 | A |
| A | 3.82 | 50 | 0.14 | A |
| B | 3.78 | 50 | 0.14 | A |
| D | 3.58 | 50 | 0.14 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)



C) Análisis de varianza de aceptabilidad y comparación (prueba Tukey) entre el atributo color

InfoStat/L - Nueva tabla_1

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

Resultados

Nueva tabla_1: 04/07/2020 - 09:45:33 p. m.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|-----|----------------|-------------------|-------|
| COLOR | 200 | 0.02 | 3.5E-03 | 26.42 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---------|--------|-----|------|------|---------|
| Modelo. | 3.69 | 3 | 1.23 | 1.23 | 0.2995 |
| FORMULA | 3.69 | 3 | 1.23 | 1.23 | 0.2995 |
| Error | 196.06 | 196 | 1.00 | | |
| Total | 199.76 | 199 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.51475

Error: 1.0003 gl: 196

FORMULA Medias n E.E.

| | | | | |
|---|------|----|------|---|
| C | 3.96 | 50 | 0.14 | A |
| A | 3.82 | 50 | 0.14 | A |
| B | 3.78 | 50 | 0.14 | A |
| D | 3.58 | 50 | 0.14 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

D) Análisis de varianza de aceptabilidad y comparación (prueba Tukey) entre el atributo dulzor.

InfoStat/L - Nueva tabla_1

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda

Resultados

Nueva tabla_1: 04/07/2020 - 09:50:00 p. m.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|-----|----------------|-------------------|-------|
| DULZOR | 200 | 0.01 | 0.00 | 26.30 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|---------|--------|-----|------|------|---------|
| Modelo. | 1.38 | 3 | 0.46 | 0.45 | 0.7204 |
| FORMULA | 1.38 | 3 | 0.46 | 0.45 | 0.7204 |
| Error | 201.42 | 196 | 1.03 | | |
| Total | 202.80 | 199 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.52174

Error: 1.0277 gl: 196

FORMULA Medias n E.E.

| | | | | |
|---|------|----|------|---|
| B | 3.94 | 50 | 0.14 | A |
| A | 3.90 | 50 | 0.14 | A |
| C | 3.86 | 50 | 0.14 | A |
| D | 3.72 | 50 | 0.14 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)

ANAVA ANAVA ANAVA ANAVA ANAVA ANAVA



ANEXO 4 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CALORÍAS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú

UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0662-19-LAQ

SOLICITANTE: HEIDY ALDEA QUINCHO
MUESTRA : CARAMELOS CON POLIOLES
CODIGO : CR1, CR2 y CR3
FORMULA : ISOMALT 73.95%, MALTITOL 13.05%, AGUA 13%
DISTRITO : ABANCAY
PROVINCIA : ABANCAY
REGION : APURIMAC
FECHA : C/11/11/2019

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

| | CR1 | CR2 | CR3 |
|------------------|--------|--------|--------|
| Humedad % | 0.62 | 0.74 | 0.83 |
| Proteína % | 1.02 | 0.96 | 0.94 |
| Grasa % | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Ceniza % | 0.00 | 0.02 | 0.00 |
| Carbohidrato % | 98.36 | 98.28 | 98.23 |
| Energía Kcal/100 | 200.80 | 200.40 | 200.22 |

* ANALISIS MODERNO DE ALIMENTOS, F.L.HART/I.J. FISHER

MANUAL DE ANALISIS DE ALIMENTOS, R. Lees

Cusco, 22 de Noviembre 2019

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Unidad de Prestación de Servicios de Análisis
Miguelina Herrera Arceles
RESPONSABLE DEL LABORATORIO
DE ANALISIS QUÍMICO





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0660-19-LAQ

SOLICITANTE: HEIDY ALDEA QUINCHO
 MUESTRA : CARAMELOS CON POLIOLES
 CODIGO : AR1, AR2 y AR3
 FORMULA : ISOMALT 86.4 %, STEVIA 0.6%, AGUA 13%
 DISTRITO : ABANCAY
 PROVINCIA : ABANCAY
 REGION : APURIMAC
 FECHA : C/11/11/2019

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

| | AR1 | AR2 | AR3 |
|------------------|--------|--------|--------|
| Humedad % | 1.09 | 1.02 | 1.10 |
| Proteína % | 1.03 | 1.09 | 1.12 |
| Grasa % | 0.02 | 0.01 | 0.03 |
| Ceniza % | 0.00 | 0.06 | 0.02 |
| Carbohidrato % | 97.86 | 97.82 | 97.73 |
| Energía Kcal/100 | 200.02 | 200.09 | 200.21 |

* ANALISIS MODERNO DE ALIMENTOS, F.L.HART/I.J.FISHER

MANUAL DE ANALISIS DE ALIMENTOS, R. Lees

Cusco, 22 de Noviembre 2019


 Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
 Unidad de Prestación de Servicios: Análisis
Melquiades Herrera Arvilca
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO
 DE ANÁLISIS QUÍMICO





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0661-19-LAQ

SOLICITANTE: HEIDY ALDEA QUINCHO
 MUESTRA : CARAMELOS CON POLICLES
 CODIGO : BR1, BR2 y BR3
 FORMULA : ISOMALT 73.44%, MALTITOL 12.96%, STEVIA 0.6%, AGUA 13%
 DISTRITO : ABANCAY
 PROVINCIA : ABANCAY
 REGION : APURIMAC
 FECHA : C/11/11/2019

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

| | BR1 | BR2 | BR3 |
|------------------------------|--------|--------|--------|
| Humedad % | 1.09 | 1.13 | 1.15 |
| Proteína % | 1.07 | 1.04 | 1.10 |
| Grasa % | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Ceniza % | 0.00 | 0.04 | 0.01 |
| Carbohidrato % | 97.82 | 97.77 | 97.72 |
| Energía Kcal/100 (Factor 2) | 200.10 | 199.88 | 200.02 |

* ANALISIS MODERNO DE ALIMENTOS, F.L.HART/I.J. FISHER

MANUAL DE ANALISIS DE ALIMENTOS, R.Lees

Cusco, 22 de Noviembre 2019


 Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
 Unidad de Prestación de Servicios Químicos
 MICAELA BASTIDAS
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO
 DE ANÁLISIS QUÍMICO





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0659-19-LAQ

SOLICITANTE: HEIDY ALDEA QUINCHO
 MUESTRA : CAMELOS CON POLIOLES
 CODIGO : R1, R2 y R3 (MUESTRAS DE CONTROL)
 FORMULA : GLUCOSA 25.59%, SACAROSA 61.41, AGUA 13%
 DISTRITO : ABANCAY
 PROVINCIA : ABANCAY
 REGION : APURIMAC
 FECHA : 0/11/11/2019

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

| | R1 | R2 | R3 |
|------------------|--------|--------|--------|
| Humedad % | 1.08 | 1.11 | 1.12 |
| Proteína % | 1.00 | 0.95 | 1.02 |
| Grasa % | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Ceniza % | 0.12 | 0.16 | 0.12 |
| Carbohidrato % | 97.20 | 97.78 | 97.74 |
| Energía Kcal/100 | 392.80 | 394.92 | 395.04 |

* ANALISIS MODERNO DE ALIMENTOS, F.L.HART/I.J.FISHER

MANUAL DE ANALISIS DE ALIMENTOS, R. Lees

Cusco, 22 de Noviembre 2019


 Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
 Unidad de Prestación de Servicios de Análisis
Malquines Herrera Artilca
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO



ANEXO 5 NORMA ESPAÑOLA, DETERMINACIÓN DE ISOMALT, MALTITOL, SORBITOL Y XILITOL EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS

norma española

UNE-EN 15086

Abril 2007

| | |
|------------------------|--|
| TÍTULO | <p>Productos alimenticios</p> <p>Determinación de isomalta, lactitol, maltitol, manitol, sorbitol y xilitol en productos alimenticios</p> <p><i>Foodstuffs. Determination of isomalt, lactitol, maltitol, mannitol, sorbitol and xylitol in foodstuffs.</i></p> <p><i>Produits alimentaires. Dosage de l'isomalt, du lactitol, du maltitol, du mannitol, du sorbitol et du xylitol dans les produits alimentaires.</i></p> |
| CORRESPONDENCIA | <p>Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 15086:2006.</p> |
| OBSERVACIONES | |
| ANTECEDENTES | <p>Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 34 <i>Productos Alimentarios</i> cuya Secretaría desempeña FIAB.</p> |

Copyright documento autorizado
Realizado por INACAL con autorización de AENOR
Prohibida su reproducción total o parcial

Editada e impresa por AENOR
Depósito legal: M 17473-2007

© AENOR 2007
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación
C Génova, 6 Teléfono 91 432 60 00
28004 MADRID-España Fax 91 310 40 32

23 Páginas

Grupo 16

Esta norma ha sido distribuida por INACAL con la autorización de AENOR



NORMA EUROPEA
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM

EN 15086

Marzo 2006

ICS 67.050

Versión en español

Productos alimenticios
Determinación de isomalt, lactitol, maltitol,
manitol, sorbitol y xilitol en productos alimenticios

Foodstuffs. Determination of isomalt, lactitol, maltitol, mannitol, sorbitol and xylitol in foodstuffs.

Produits alimentaires. Dosage de l'isomalt, du lactitol, du maltitol, du mannitol, du sorbitol et du xylitol dans les produits alimentaires.

Lebensmittel. Bestimmung von Isomalt, Lactit, Maltit, Mannit, Sorbit und Xylit in Lebensmitteln.

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2006-02-03.

Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional. Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales pueden obtenerse en el Centro de Gestión de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada al Centro de Gestión, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumania, Suecia y Suiza.

CEN
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung
CENTRO DE GESTIÓN: Rue de Stassart, 36 B-1050 Bruxelles

© 2006 Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CEN.

Copyright documento autorizado
Realizado por INACAL con autorización de AENOR

Prohibida su reproducción total o parcial

Esta norma ha sido distribuida por INACAL con la autorización de AENOR



EN 15086:2006

- 4 -

ÍNDICE

| | Página |
|---|--------|
| PRÓLOGO | 5 |
| 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN..... | 6 |
| 2 NORMAS PARA CONSULTA | 6 |
| 3 PRINCIPIO..... | 6 |
| 4 REACTIVOS | 6 |
| 5 APARATOS..... | 7 |
| 6 PROCEDIMIENTO..... | 8 |
| 7 CÁLCULOS..... | 9 |
| 8 PRECISIÓN..... | 9 |
| 9 INFORME DEL ANÁLISIS..... | 12 |
| ANEXO A (Informativo) DATOS DE PRECISIÓN | 13 |
| ANEXO B (Informativo) SISTEMAS DE HPLC ALTERNATIVOS | 17 |
| ANEXO C (Informativo) EJEMPLOS DE CROMATOGRAMAS..... | 18 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 22 |

Esta norma ha sido distribuida por INACAL con la autorización de AENOR

PRÓLOGO

Esta Norma Europea EN 15086:2006 ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 275 *Análisis de los productos alimenticios. Métodos horizontales*, cuya Secretaría desempeña DIN.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a ella o mediante ratificación antes de finales de septiembre de 2006, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de septiembre de 2006.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Austria, Bélgica, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumania, Suecia y Suiza.

Copyright documento autorizado
Realizado por INACAL con autorización de AENOR
Prohibida su reproducción total o parcial

Esta norma ha sido distribuida por INACAL con la autorización de AENOR

EN 15086:2006

- 6 -

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma europea describe un método basado en HPLC para la determinación de isomaltas y de otros polialcoholes, tales como el lactitol, el maltitol, el manitol, el sorbitol y el xilitol, en los productos alimenticios. A nivel químico, la isomaltas se describe como una mezcla de 6-O- α -D-glucopiranosil-D-sorbitol (1,6-GPS) y 1-O- α -D-glucopiranosil-D-manitol (1,1-GPM).

El método se ha validado para la isomaltas (suma de GPS y GPM) en un estudio colaborativo realizado sobre galletas, chicle, chocolate y caramelos. Los datos de GPS y GPM correspondientes a la validación se muestran en el capítulo 8 y en el anexo A, en las tablas A.1 y A.2.

La determinación de otros alcoholes de azúcar se ha validado empleando el mismo método en otro estudio colaborativo adicional. Las muestras fueron pudding (lactitol, manitol, xilitol), galletas (lactitol, maltitol, manitol, sorbitol y xilitol), caramelos (lactitol, manitol, xilitol, sorbitol) y chicle (maltitol, manitol, sorbitol). Los datos de la validación se muestran en el capítulo 8 y en el anexo A, tablas A.3 a A.7.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se indican son indispensables para la aplicación de esta norma. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de ésta).

EN ISO 3696 *Agua para uso en análisis de laboratorio. Especificación y métodos de ensayo (ISO 3696:1987)*.

3 PRINCIPIO

Se diluye la muestra, se disuelve o se extrae con agua y probablemente deba filtrarse. En caso necesario, se realiza un aclarado de la muestra utilizando disoluciones de Carrez modificadas. Los polialcoholes se separan mediante HPLC en un intercambiador catiónico con Ca^{++} o Pb^{++} como contra-ión, utilizando agua de gran pureza a una temperatura de entre 60 °C y 80 °C, se detectan utilizando un detector de índice de refracción (refractómetro diferencial, detector-IR) y se determinan mediante el método de patrón externo [1].

4 REACTIVOS

4.1 Generalidades

Durante los análisis, y salvo que se indique lo contrario, se utilizan exclusivamente reactivos de grado analítico reconocido y agua que cumpla como mínimo los requisitos de grado 1 de acuerdo con la Norma EN ISO 3696, o agua bidestilada.

4.2 Patrones

4.2.1 Generalidades

Cuando se utilicen patrones que contengan agua constituyente, este contenido debe tenerse en cuenta.

Ejemplo: la masa molar del GPS = 344,32 g/mol, la del GPM dihidratado = 380,32. El contenido exacto de agua de los patrones se determina mediante valoración de Karl-Fischer.

Alternativamente a la calibración con sustancias puras, puede utilizarse una muestra de referencia de isomaltas de concentraciones de masa de GPM y de GPS conocidas con exactitud.

4.2.2 6-O- α -D-Glucopiranosil-D-sorbitol (1,6-GPS), sin agua constituyente.

Esta norma ha sido distribuida por INACAL con la autorización de AENOR





4.2.3 1-O- α -D-Glucopiranosil-D-manitol (1,1-GPM)¹⁾, cristalizado con 2 moles de agua (contenido aproximado de agua del 10%).

4.2.4 Lactitol, cristalizado con 1 mol de agua (contenido aproximado de agua del 5%).

4.2.5 Maltitol

4.2.6 Manitol

4.2.7 Sorbitol

4.2.8 Xilitol

4.3 Disoluciones patrón

Se disuelven en agua las cantidades adecuadas de los patrones de polialcoholes (apartados 4.2.2 a 4.2.8) y esta disolución se vuelve a diluir con agua hasta obtener disoluciones patrón de una concentración en masa total de aproximadamente 2 g/100 ml, considerando la suma de todos los componentes.

Esta disolución puede almacenarse durante un tiempo de seis semanas en una nevera a +4 °C. Alternativamente, se puede almacenar la disolución patrón en condiciones de ultracongelación (-18 °C) durante un tiempo de hasta un año.

4.4 Disolución de Carrez I, modificada

Se disuelven en agua 53,45 g de ferrocianuro(II) potásico ($K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3 H_2O$), se mezcla bien y se diluye con agua hasta un volumen de 500 ml. Se almacena en una botella de color topacio y se reemplaza periódicamente por una nueva.

4.5 Disolución de Carrez II, modificada

Se disuelven en agua 148,75 g de nitrato de zinc ($Zn(NO_3)_2 \cdot 6 H_2O$), se mezcla bien y se diluye con agua hasta un volumen de 500 ml. Se almacena en una botella de color topacio y se reemplaza periódicamente por una nueva.

5 APARATOS

5.1 Generalidades

Los aparatos habituales de laboratorio y, en particular, lo siguiente:

5.2 Filtro de membrana, para filtrar la disolución para análisis de la muestra, de un tamaño de poro de por ejemplo 0,45 μm .

NOTA Se supone que la filtración de la fase móvil y de la disolución de la muestra a través de un filtro de membrana previamente a su uso o su inyección aumenta la vida útil de las columnas.

5.3 Agitador magnético

5.4 Sistema de HPLC, consistente en una bomba, un sistema de inyección de muestras, un detector de índice de refracción (IR) de temperatura regulable, un horno de columna y un sistema de evaluación.

5.5 Columna de separación analítica, de unas dimensiones de por ejemplo 300 mm \times 7,8 mm, rellena con una resina de intercambio iónico con Ca^{++} o Pb^{++} como contra-ión. Se recomienda utilizar una precolumna de características similares como protección de la columna analítica. El uso de columnas de menor longitud (por ejemplo de 100 mm \times 7,8 mm) puede ocasionar que las separaciones resulten insuficientes.

1) Para conocer la disponibilidad del patrón, contacte con su Organismo Nacional de Normalización.

Copyright documento autorizado
Realizado por INACAL con autorización de AENOR
Prohibida su reproducción total o parcial



EN 15086:2006

- 8 -

6 PROCEDIMIENTO

6.1 Preparación de la muestra para análisis

Se homogeneiza la muestra para análisis. Esto puede conseguirse triturando a baja temperatura con un molinillo apropiado las muestras sólidas como los caramelos o el chocolate, y mezclando a continuación las muestras trituradas para conseguir su homogeneización. El chicle se ultracongela antes de triturarse. Las muestras semisólidas como por ejemplo los helados se homogeneizan por descongelación seguida de agitación.

Las disoluciones turbias que pueden aparecer cuando se preparan por ejemplo tartas y pasteles se tratan con las disoluciones de Carrez modificadas.

NOTA Aunque este punto no se ha analizado en el estudio interlaboratorios, se recomienda desionizar las disoluciones de análisis de las muestras cuando se hayan tratado con las disoluciones de Carrez con objeto de proteger la columna de separación. Los iones introducidos por dichos reactivos pueden eliminarse mediante el uso de resinas de intercambio iónico adecuadas (por ejemplo, cartuchos o sistemas de eliminación de cenizas) previamente a su inyección en la columna analítica.

6.2 Preparación de la disolución de análisis de la muestra

6.2.1 Muestras solubles (por ejemplo caramelos, productos compactados)

Se pesan 2 g de muestra homogeneizada, se introducen en un matraz aforado de 100 ml y se disuelven con agua, se mezcla y se enrasa. Las disoluciones turbias se filtran a través de un filtro de membrana (5.2), o se aclaran con las disoluciones de Carrez modificadas (4.4) (4.5).

6.2.2 Muestras no completamente solubles (por ejemplo pasteles, chicle, chocolate)

Se pesan entre 5 g y 10 g de muestra homogeneizada en un matraz aforado de 100 ml y se mezclan con 50 ml de agua, se agita durante 30 min a una temperatura de entre 40 °C y 60 °C utilizando el agitador magnético y se aclara utilizando las disoluciones de Carrez modificadas. Se deja el matraz en reposo hasta que alcance la temperatura ambiente y se enrasa con agua. Cuando el precipitado haya sedimentado, se filtra la fase acuosa sobrenadante a través de un filtro de membrana (5.2). En ocasiones, las disoluciones de muestras que contengan materia grasa pueden necesitar una segunda filtración a través de un filtro de membrana de un tamaño de poro más pequeño.

6.3 Determinación mediante HPLC

6.3.1 Condiciones de HPLC

Se ha demostrado que la resolución y la cuantificación resultan satisfactorias cuando se adoptan las siguientes condiciones experimentales:

| | |
|----------------------------|-------------------------|
| Fase móvil: | Agua |
| Velocidad de flujo: | 0,5 ml/min |
| Volumen de inyección: | 20 µl |
| Temperatura de la columna: | Desde 60 °C hasta 80 °C |

6.3.2 Identificación

Se inyectan en el sistema de HPLC volúmenes adecuados, e iguales, por ejemplo 20 µl, de la disolución de análisis patrón (4.3) y de la disolución de análisis de la muestra (6.2).

Los alcoholes de azúcar se identifican comparando el tiempo de retención del pico obtenido en el cromatograma de la disolución de análisis de la muestra con el correspondiente a la disolución patrón. La identificación de los picos también puede realizarse añadiendo unas pequeñas cantidades de las correspondientes disoluciones patrón a la disolución de análisis de la muestra.

6.3.3 Determinación

Para realizar una determinación mediante calibración externa, se integran las áreas bajo los picos de la muestra y se comparan los resultados con los valores correspondientes del patrón, o bien se utiliza una gráfica de calibración. Se comprueba la linealidad de la gráfica de calibración.

Debe tenerse en cuenta que por ejemplo los picos de GPM y fructosa (columna de Pb^{++}), de GPS y maltitol (columna de Ca^{++}), de maltitol y lactitol o de xilitol y sorbitol (columna de Ca^{++}) pueden solaparse en determinadas circunstancias (véanse los cromatogramas del anexo C). En estos casos, deberían optimizarse las condiciones cromatográficas. En la resolución cromatográfica influyen principalmente el tipo de contra-ión, Pb^{++} o Ca^{++} , y la temperatura de la columna.

7 CÁLCULOS

La concentración en masa, ρ , de cada polialcohol en forma de compuesto libre de agua, en g/100 g, o la fracción de masa, w , en g/100 ml de la muestra, se calcula utilizando la ecuación (1):

$$w \text{ o } \rho = \frac{A_1 \cdot V_1 \cdot m_1}{A_2 \cdot V_2 \cdot m_0} \cdot 100 \quad (1)$$

donde

A_1 es el área del pico del correspondiente polialcohol obtenido en la disolución de análisis de la muestra (6.2), en unidades de superficie;

A_2 es el área del pico del correspondiente polialcohol obtenido en la disolución de análisis patrón (4.3), en unidades de superficie;

V_1 es el volumen total de la disolución de análisis de la muestra (6.2), en mililitros;

V_2 es el volumen total de la disolución de análisis patrón (4.3), en mililitros;

m_1 es la masa del polialcohol (calculada en forma de sustancia seca) presente en V_2 , en gramos;

m_0 es la masa de la muestra, en mililitros o en gramos;

El resultado se expresa con una cifra decimal.

8 PRECISIÓN

8.1 Generalidades

Los datos de precisión correspondientes a la determinación de GPM y GPS se establecieron en el año 2 000 mediante un estudio colaborativo realizado sobre galletas, chicle, chocolate y caramelos. En el año 2001 se establecieron datos de validación adicionales para la determinación de lactitol, maltitol, manitol, xilitol y sorbitol mediante un segundo estudio colaborativo realizado sobre galletas, pudding, caramelos y chicle. Los datos procedentes de este estudio colaborativo pueden no resultar aplicables a rangos de concentraciones de analitos y matrices diferentes de las indicadas en el anexo A.

8.2 Repetibilidad

La diferencia absoluta entre los resultados de dos análisis individuales obtenidos sobre un material para análisis idéntico, realizados dentro del intervalo de tiempo más corto posible por el mismo analista, y utilizando el mismo equipamiento, no será superior al valor del límite de la repetibilidad r en más de un 5% de los casos. La repetibilidad es dependiente del nivel de concentración del analito en la muestra.

Copyright documento autorizado
Realizado por INACAL con autorización de AENOR

Prohibida su reproducción total o parcial

Esta norma ha sido distribuida por INACAL con la autorización de AENOR

EN 15086:2006

- 10 -

Los valores para GPM son:

| | | |
|-----------|--|-------------|
| galletas | $\bar{x} = 12,674 \text{ g}/100 \text{ g}$ | $r = 0,237$ |
| chicle | $\bar{x} = 13,409 \text{ g}/100 \text{ g}$ | $r = 1,228$ |
| chocolate | $\bar{x} = 17,911 \text{ g}/100 \text{ g}$ | $r = 0,636$ |
| caramelos | $\bar{x} = 47,058 \text{ g}/100 \text{ g}$ | $r = 1,623$ |

Los valores para GPS son:

| | | |
|-----------|--|-------------|
| galletas | $\bar{x} = 13,471 \text{ g}/100 \text{ g}$ | $r = 0,199$ |
| chicle | $\bar{x} = 15,153 \text{ g}/100 \text{ g}$ | $r = 1,230$ |
| chocolate | $\bar{x} = 18,448 \text{ g}/100 \text{ g}$ | $r = 0,987$ |
| caramelos | $\bar{x} = 49,174 \text{ g}/100 \text{ g}$ | $r = 1,456$ |

Los valores para lactitol son:

| | | |
|-----------|--|-------------|
| galletas | $\bar{x} = 6,107 \text{ g}/100 \text{ g}$ | $r = 0,314$ |
| pudding | $\bar{x} = 0,664 \text{ g}/100 \text{ g}$ | $r = 0,047$ |
| caramelos | $\bar{x} = 80,529 \text{ g}/100 \text{ g}$ | $r = 1,857$ |

Los valores para maltitol son:

| | | |
|----------|--|-------------|
| galletas | $\bar{x} = 1,830 \text{ g}/100 \text{ g}$ | $r = 0,128$ |
| chicle | $\bar{x} = 32,288 \text{ g}/100 \text{ g}$ | $r = 3,888$ |

Los valores para manitol son:

| | | |
|-----------|---|-------------|
| galletas | $\bar{x} = 4,343 \text{ g}/100 \text{ g}$ | $r = 0,154$ |
| chicle | $\bar{x} = 1,669 \text{ g}/100 \text{ g}$ | $r = 0,079$ |
| pudding | $\bar{x} = 1,716 \text{ g}/100 \text{ g}$ | $r = 0,094$ |
| caramelos | $\bar{x} = 3,897 \text{ g}/100 \text{ g}$ | $r = 0,382$ |

Los valores para sorbitol son:

| | | |
|-----------|--|-------------|
| galletas | $\bar{x} = 3,760 \text{ g}/100 \text{ g}$ | $r = 0,161$ |
| chicle | $\bar{x} = 27,238 \text{ g}/100 \text{ g}$ | $r = 1,930$ |
| caramelos | $\bar{x} = 4,720 \text{ g}/100 \text{ g}$ | $r = 0,423$ |

Los valores para xilitol son:

| | | |
|-----------|---|-------------|
| galletas | $\bar{x} = 3,028 \text{ g}/100 \text{ g}$ | $r = 0,139$ |
| pudding | $\bar{x} = 4,658 \text{ g}/100 \text{ g}$ | $r = 0,181$ |
| caramelos | $\bar{x} = 6,460 \text{ g}/100 \text{ g}$ | $r = 0,319$ |

8.3 Reproducibilidad

La diferencia absoluta entre los resultados de dos análisis individuales obtenidos sobre un material para análisis idéntico por dos laboratorios diferentes no será superior al valor del límite de la reproducibilidad R en más de un 5% de los casos.

Esta norma ha sido distribuida por INACAL con la autorización de AENOR.

Los valores para GPM son:

| | | |
|-----------|------------------------------------|-------------|
| galletas | $\bar{x} = 12,674 \text{ g/100 g}$ | $R = 1,601$ |
| chicle | $\bar{x} = 13,409 \text{ g/100 g}$ | $R = 2,804$ |
| chocolate | $\bar{x} = 17,911 \text{ g/100 g}$ | $R = 3,073$ |
| caramelos | $\bar{x} = 47,058 \text{ g/100 g}$ | $R = 6,159$ |

Los valores para GPS son:

| | | |
|-----------|------------------------------------|-------------|
| galletas | $\bar{x} = 13,471 \text{ g/100 g}$ | $R = 1,299$ |
| chicle | $\bar{x} = 15,153 \text{ g/100 g}$ | $R = 4,813$ |
| chocolate | $\bar{x} = 18,448 \text{ g/100 g}$ | $R = 2,111$ |
| caramelos | $\bar{x} = 49,174 \text{ g/100 g}$ | $R = 5,077$ |

Los valores para lactitol son:

| | | |
|-----------|------------------------------------|-------------|
| galletas | $\bar{x} = 6,107 \text{ g/100 g}$ | $R = 1,356$ |
| pudding | $\bar{x} = 0,664 \text{ g/100 g}$ | $R = 0,276$ |
| caramelos | $\bar{x} = 80,529 \text{ g/100 g}$ | $R = 2,630$ |

Los valores para maltitol son:

| | | |
|----------|------------------------------------|-------------|
| galletas | $\bar{x} = 1,830 \text{ g/100 g}$ | $R = 0,663$ |
| chicle | $\bar{x} = 32,288 \text{ g/100 g}$ | $R = 7,889$ |

Los valores para manitol son:

| | | |
|-----------|-----------------------------------|-------------|
| galletas | $\bar{x} = 4,343 \text{ g/100 g}$ | $R = 0,437$ |
| chicle | $\bar{x} = 1,669 \text{ g/100 g}$ | $R = 0,486$ |
| pudding | $\bar{x} = 1,716 \text{ g/100 g}$ | $R = 0,153$ |
| caramelos | $\bar{x} = 3,897 \text{ g/100 g}$ | $R = 0,477$ |

Los valores para sorbitol son:

| | | |
|-----------|------------------------------------|-------------|
| galletas | $\bar{x} = 3,760 \text{ g/100 g}$ | $R = 0,416$ |
| chicle | $\bar{x} = 27,238 \text{ g/100 g}$ | $R = 5,096$ |
| caramelos | $\bar{x} = 4,720 \text{ g/100 g}$ | $R = 1,863$ |

Los valores para xilitol son:

| | | |
|-----------|-----------------------------------|-------------|
| galletas | $\bar{x} = 3,028 \text{ g/100 g}$ | $R = 0,324$ |
| pudding | $\bar{x} = 4,658 \text{ g/100 g}$ | $R = 0,400$ |
| caramelos | $\bar{x} = 6,460 \text{ g/100 g}$ | $R = 2,730$ |

Copyright documento autorizado
Realizado por INACAL con autorización de AENOR
Prohibida su reproducción total o parcial

EN 15086:2006

- 12 -

9 INFORME DEL ANÁLISIS

El informe del análisis debe incluir como mínimo los siguientes datos:

- a) toda la información necesaria para la completa identificación de la muestra;
- b) una referencia a esta norma europea o al método utilizado;
- c) la fecha y el tipo de procedimiento de toma de muestras (si se conoce);
- d) la fecha de la recepción de las muestras;
- e) la fecha del análisis;
- f) los resultados y las unidades en las que se han expresado los resultados;
- g) todos los detalles concretos observados durante el desarrollo del análisis;
- h) todas las operaciones no descritas en el método, o consideradas opcionales, que pudieran haber influido sobre los resultados.

Esta norma ha sido distribuida por INACAL con la autorización de AENOR.

ANEXO A (Informativo)

DATOS DE PRECISIÓN

Los siguientes datos de precisión se han definido en un estudio colaborativo. El análisis fue dirigido por el anterior Federal Institute for Health Protection of Consumers and Veterinary Medicine, Berlín.

Tabla A.1 – GPM

| Muestra | galletas | chicle | chocolate | caramelos |
|---|----------|--------|-----------|-----------|
| Año del análisis interlaboratorios | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| Número de laboratorios | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Número de muestras | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Número de laboratorios mantenidos tras la eliminación de los discrepantes | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Número de discrepantes | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Número de series de datos | 36 | 36 | 36 | 36 |
| Valor medio (g/100 g) y (g/100 ml) | 12,674 | 13,409 | 17,911 | 47,058 |
| Desviación estándar de la repetibilidad s_r g/100 g o g/100 ml | 0,084 | 0,434 | 0,225 | 0,574 |
| Desviación estándar relativa de la repetibilidad (%) | 0,663 | 3,237 | 1,256 | 1,220 |
| Valor de la repetibilidad r [2,83 s_r] g/100 g o g/100 ml | 0,237 | 1,228 | 0,636 | 1,623 |
| Desviación estándar de la reproducibilidad s_R g/100 g o g/100 ml | 0,566 | 0,991 | 1,086 | 2,176 |
| Desviación estándar relativa de la reproducibilidad (%) | 4,466 | 7,391 | 6,063 | 4,624 |
| Valor de la reproducibilidad R [2,83 s_R] g/100 g o g/100 ml | 1,601 | 2,804 | 3,073 | 6,159 |
| Valor de Horwitz, calculado (H) | 2,73 | 2,71 | 2,59 | 2,24 |
| Relación de Horwitz (RSD _R /H) | 1,64 | 2,73 | 2,43 | 2,06 |

Tabla A.2 – GPS

| Muestra | galletas | chicle | chocolate | caramelos |
|---|----------|--------|-----------|-----------|
| Año del análisis interlaboratorios | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| Número de laboratorios | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Número de muestras | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Número de laboratorios mantenidos tras la eliminación de los discrepantes | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Número de discrepantes | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Número de series de datos | 36 | 36 | 36 | 36 |
| Valor medio (g/100 g) y (g/100 ml) | 13,471 | 15,153 | 18,448 | 49,174 |
| Desviación estándar de la repetibilidad s_r g/100 g o g/100 ml | 0,070 | 0,435 | 0,349 | 0,514 |
| Desviación estándar relativa de la repetibilidad (%) | 0,520 | 2,871 | 1,892 | 1,045 |
| Valor de la repetibilidad r [2,83 s_r] g/100 g o g/100 ml | 0,199 | 1,230 | 0,987 | 1,456 |
| Desviación estándar de la reproducibilidad s_R g/100 g o g/100 ml | 0,459 | 1,701 | 0,746 | 1,794 |
| Desviación estándar relativa de la reproducibilidad (%) | 3,407 | 11,225 | 4,044 | 3,648 |
| Valor de la reproducibilidad R [2,83 s_R] g/100 g o g/100 ml | 1,299 | 4,813 | 2,11 | 5,077 |
| Valor de Horwitz, calculado (H) | 2,70 | 2,66 | 2,58 | 2,23 |
| Relación de Horwitz (RSD _R /H) | 1,26 | 4,23 | 1,57 | 1,64 |

ANEXO 6 PROCESO DE ELABORACIÓN DE CARAMELOS DUROS CON STEVIA, MALTITOL E ISOMALT



Figura 11 — Proceso de elaboración de caramelos duros con Stevia, Maltitol e Isomalt

ANEXO 7 ENTREGA DE MUESTRAS DE CAMELOS EN EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO



Figura 12 — Muestras de los caramelos para el Analisis de Caloria



CAPACITACIÓN PARA LA PRUEBA DE ACEPTABILIDAD

CAMELOS LISTOS PARA LA PRUEBA DE ACEPTABILIDAD

Figura 13 — Análisis de aceptabilidad en el laboratorio de control calidad de la Universidad Nacional Micaela bastida de Apurímac



Figura 14 — Imágenes de los Eulcorantes utilizados en los Caramelos duros de bajo valor Calórico



INSUMOS PARA LOS CAMELOS DUROS BAJOS EN CALORIAS

Figura 15 — imágenes de los edulcorantes utilizados en los caramelos duros de bajo valor calórico