

Nut. Marta Elichalt Gomez
Escuela de Nutrición y Dietética
Dpto. de Alimentos

Los sustitutos de azúcares tienen importancia por las modificaciones en la composición química y por ende calidad nutricional, y por la funcionalidad que estos tienen en los alimentos y preparaciones.

Recordamos la funcionalidad de los alimentos de naturaleza lipídica (aceites ,grasas animales, grasas hidrogenadas) y particularmente el azúcar:

- en salsas de tipo emulsiones, las grasas forman una de las fases o actúan como agente activo de superficie o surfactante
- en las masas las grasas actúan como barreras físicas entre la harina y el agua, limitando el crecimiento del gluten, formando capas, dando plasticidad, y los azúcares contribuyen al proceso de fermentación de levaduras en el leudado, a la incorporación de aire, al pardeamiento
- en los helados las grasas, alteran la formación de cristales de hielo, actuando como barreras físicas o sustancias de interferencia y contribuyendo a la formación de cristales más pequeños, y disminuyen el punto de congelación, por lo que esto se relaciona con el cuerpo del helado a temperatura ambiente. Los emulsionantes contribuyen a la incorporación de aire o sea formación de la espuma; son esenciales para la desestabilización parcial de la emulsión al congelarse. La grasa liberada por la desestabilización migra a la interfase aire/líquido de la espuma.
- en los dulces, el azúcar contribuye a la viscosidad, solubilidad, cristalización y por supuesto, al esperado sabor dulce.

Por lo tanto cuando se piensa en sustituir alguno de estos alimentos, partiendo de un objetivo de diseño de alimentos como por ejemplo modificar la concentración energética, glucídica o lipídica, debemos pensar qué características estructurales tienen los compuestos químicos que forman estos ingredientes a sustituir, pues la evaluación por parte del consumidor será integral, y esperará seguramente responder a una necesidad nutricional pero también sensitiva.

¿Cómo se han conseguido hasta hoy suplir estas funciones cumpliendo con los objetivos nutricionales? ¿A partir de qué compuestos?

SUSTITUTOS DE LAS GRASAS Y ACEITES

Básicamente podemos agruparlos en aquellos derivados de

a) **PROTEINAS**

Las más empleadas son los microparticulados a partir de albúmina de huevo, de proteínas de suero de leche y de soja que sustituyen a las grasas. El valor energético es de 4 kcal/g. Otorgan a los productos similar textura a los ingredientes convencionales, pero no son aptos para la fritura ya que hay una desnaturalización de las proteínas. Se emplean en productos lácteos, helados por ejemplo.

Las proteínas son por naturaleza moléculas que tienen regiones hidrófilas e hidrófobas, por lo que pueden servir de “puente”, entre componentes hidrosolubles y liposolubles como se da en las emulsiones. También son moléculas que son adsorbidas en las

interfases aire/líquido, formando una película con cierta rigidez y con propiedades viscoelástica, como lo es por ejemplo la gelatina.

Las proteínas aumentan la viscosidad acuosa, y evita que las moléculas de aceite o de naturaleza lipídica se unan, actuando por lo tanto como emulsionante.

b) **POLISACARIDOS**

Son moléculas de alto Peso Molecular, almidones modificados, carragenato, goma xantano, garrofín, pectina, celulosa microcristalina, maltodextrina con ED menores a 20. Todos son componentes que retienen agua, sirven de relleno, espesante, emulsionante, dan textura y son estabilizadores de los sistemas alimentarios.

POLIDEXTROSA

La polidextrosa es un compuesto de naturaleza glucídica, que presenta una funcionalidad justificada en su carácter hidrófilo.

Es un polímero de la glucosa (90% glucosa- 2% sorbitol), que tiene resistencia a la hidrólisis de la amilasa, el calor de combustión se estima en 1 Kcal/g.

Es no cariogénico, y aumenta la presión osmótica, encontrándose recomendaciones bibliográficas que consideran un máximo de 15 g por porción de alimento, pues en caso contrario debería advertirse en el etiquetado; un consumo máximo de 90 gramos/día por tener efecto laxante.

Dentro de las propiedades funcionales se destaca la no cristalización, no poder edulcorante, pero sí emulsifica, aumenta la viscosidad y actúa como agente espesante.

c) **COMPUESTOS DE NATURALEZA LIPIDICA**

Aquí encontramos:

- monoglicéridos y diglicéridos, que actúan como emulsionantes por tener una región hidrófila y otra hidrófoba en la molécula,
- compuestos con estructuras similares a los triglicéridos:
- ésteres de hidratos de carbono y ácidos grasos (recordemos los triglicéridos como ésteres de ácidos grasos y glicerol
- ésteres de glicerol y ácidos grasos de cadena corta, media y larga

Los compuestos que sustituyen a las grasas parten de ciertos supuestos teóricos:

- el calor de combustión está influido por la relación H/O de las moléculas. A medida que disminuye la relación H/O, disminuye el calor de combustión.
- los AGCC (ácidos grasos de cadena corta) tienen menor calor de combustión que los AGCL (ácidos grasos de cadena larga)
- los AGCL saturados, son sólo disponibles parcialmente, o sea no son usados completamente (18:0)
- los ácidos grasos caprílico y cáprico se metabolizan en forma similar a los hidratos de carbono y se utilizan con menor eficiencia que los AGCL
- los puntos de fusión de los triglicéridos están condicionados a la proporción de AGS (saturados) y AGI (insaturados), siendo los primeros sólidos a temperatura ambiente y los segundos líquidos. La digestibilidad está relacionada con el punto de fusión, siendo más digeribles las grasas con punto de fusión cercanos a la temperatura corporal. El punto de fusión se relaciona con:
 - la posición del AG en el triglicérido
 - el grado de saturación (a mayor saturación aumenta el punto de fusión)
 - la longitud de la cadena del ácido graso (a mayor longitud aumenta el punto de fusión)
- el aumento de enlaces ésteres, disminuye la digestibilidad; 6 o más, hacen

- al compuesto indigerible
- impedimentos estéricos impiden ocupar a las enzimas digestivas los sitios activos, dificultando la actividad enzimática y por lo tanto la digestibilidad del compuesto
 - la especificidad de la lipasa para los enlaces ésteres y no para los éteres correspondientes, pueden ser una estrategia de modificación estructural de los compuestos de sustitución

OLESTRA

Olestra es la marca comercial de un producto que su estructura química responde a un poliéster de sacarosa (PES). Vemos que es una grasa de síntesis en donde los grupos funcionales hidroxilos (OH) de la sacarosa son esterificados con los grupos carboxilo (COOH) de los ácidos grasos. Es una mezcla de hexa, hepta y octaésteres de sacarosa con ácidos grasos de cadena larga (provenientes de maíz, soja, palma, coco, algodón). El número de esterificaciones puede ir de 5 a 8. El número de esterificaciones incide sobre su capacidad emulsificante o como sustituto de grasas; a menor grado de esterificación aumenta su funcionalidad como agente emulsionante.

Su absorción es inferior al 5%; presenta interferencias con la absorción de Colesterol, y lipoproteínas de baja densidad (LDL), pero simultáneamente interfiere con la absorción de nutrientes liposolubles como carotenoides, vitaminas liposolubles cuando son consumidos en forma simultánea.

Algunos trabajos experimentales han demostrado que los grupos de personas que consumían Olestra, presentaron mayor duración en cólicos intestinales que los grupos control. Las deposiciones intestinales se presentaron disgregadas cuando se incluyó Olestra en la alimentación.

Es un compuesto estable a altas temperaturas, por lo que puede ser empleado como medio de cocción en frituras.

La Federación de Drogas y Alimentos de los EEUU (FDA) lo declara no tóxico, no cancerígeno y no teratogénico en 1996, pero su aprobación es de uso limitado para algunos productos tipo snacks.

CAPRENINA

La Caprenina es la marca comercial de una grasa sintética, producida por hidrogenación, esterificación o interesterificación controlada.

El glicerol se esterifica con AGSCC (C6 caproico), AGSCM (C10 cáprico) y AGSCL (C22 behénico) en aproximadamente un 50%, los que provienen de la hidrogenación del aceite de colza o maní.

Los ácidos grasos caproico y cáprico se metabolizan como los hidratos de carbono, y se usan con menor eficiencia que los AGCL.

Tiene un calor de combustión de 5 Kcal/g, una digestibilidad estimada en 29% y su uso ha sido experimentado en bombones.

SOLATRIM

Deriva su nombre de **Short and Long acyltriglyceride molecule**. Su nombre expresa la estructura, que es una mezcla de AGCC (acéticoC2, propiónicoC3, butíricoC4) y CL esteárico (C18) por hidrogenación de aceite de soja o canola).

No se ha observado con este producto efectos sobre las lipoproteínas de alta densidad (HDL) ni baja densidad (LDL); tampoco efectos perjudiciales sobre la absorción de vitaminas liposolubles.

El calor de combustión se estima entre 4,7- 5,1 Kcal/g.

Desde el punto de vista funcional, no es un grasa apta para fritura.

SUSTITUTOS DEL AZUCAR

La propiedad funcional tal vez más obvia del azúcar, es su sabor dulce.

Los principios químicos con función edulcorante que actualmente son empleados solos o en alimentos industrializados son:

- Aspartamo
- Ciclamato
- Sacarina
- Clorados de sacarosa
- Acesulfame-K

Se presentan independientes, o combinaciones de algunos de ellos.

Tradicionalmente se clasifican en:

a- nutritivos

- **Polialcoholes (sorbitol, manitol, xilitol)**, los cuales se absorben en aproximadamente un 20%, el calor de combustión varía entre ellos pero se fija en 2,4 Kcal/g. Tienen un efecto osmótico debido a su bajo Peso Molecular por lo que se recomienda no superar un rango entre 30 a 80 g/día (dependiendo de que polialcohol se trate) para prevenir diarrea osmótica. Su presencia debe ser advertida obligatoriamente en la rotulación de alimentos. Tienen poco efecto sobre la secreción de insulina.

b- no nutritivos

Pueden agruparse en

a- *sintéticos*

Sacarina, Ciclamato, Acesulfame-K, Aspartamo.

El Ciclamato por hidrólisis produce ciclohexilamina, que es co-cancerígeno. EEUU tiene prohibido su uso, pero está aprobado en más de 40 países ya que no parece haberse comprobado este efecto cancerígeno en el hombre.

La Sacarina tiene absorción y excreción rápida. Algunos estudios en animales asocian el consumo con la presencia de tumores de vejiga, pero esto se ha comprobado en megadosis. Los datos no parecen ser definitivos en el hombre, por lo que su consumo está aprobado en 90 países.

El Acesulfame-K es un compuesto estable al pH y temperatura, por lo que es muy usado en mezclas con otros edulcorante como el Aspartamo.

b- *naturales*

Derivados de proteínas (Aspartamo), glúcidos modificados (Clorados de Sacarosa).

SUCRALOSA

Químicamente es la sustitución selectiva de grupos hidroxilos (OH) de la sacarosa, por Cloro (Cl).

Fue aprobado como edulcorante en 1991 por las autoridades de Canadá, y por la Comisión de estudios de toxicidad del CODEX Alimentarius en 1990.

Presenta alta cristalinidad y solubilidad, estabilidad a pH ácidos y altas temperaturas.

Se hidroliza a monosacáridos en el almacenamiento de bebidas.

¿ SON LOS ADITIVOS INOCUOS?

Intentaremos resumir el método de Análisis de Riesgo que aplica el CODEX Alimentarius, a través del Comité Conjunto FAO/OMS de Peritos en Aditivos Alimentarios (JECFA), a efectos de que podamos jerarquizar la metodología de trabajo y valorar el consumo de estos compuestos.

El Análisis de Riesgo puede esquematizarse en:

1- Evaluación del riesgo:

Consiste en **identificar** el peligro (en este caso químico: aditivo), **caracterizarlo** a través de evaluaciones cualitativas y cuantitativas de los efectos adversos, **evaluar la exposición** o ingestión probable, **evaluar la probabilidad de un efecto adverso** y su **gravedad** en la población expuesta.

2- Gerenciamiento del riesgo

3- Comunicación del riesgo

Intentamos explicar las etapas, a través del análisis de riesgo realizado para el Aspartamo.

EVALUACION DEL RIESGO

¿Cuál es el daño que produciría el Aspartamo? identificación

- daño cerebral, afecta al sistema endócrino, inducción a tumores cerebrales en ratas, debido a producción de dicetopiperazina a partir de Aspartamo.

caracterización

En esta etapa corresponde:

- describir la absorción, distribución, excreción, metabolismo efecto de enzimas y otros parámetros
- realizar estudios de toxicidad en donde se emplean animales de diferentes especies, con metabolismos similares al humano, valorando

la **toxicidad aguda:** con sobredosis y la LD50 (dosis letal 50) que corresponde a la cantidad de compuesto que mata al 50% de la población expuesta por una sola vez.

la **toxicidad subcrónica:** evaluada entre los 28 a 90 días de haber recibido una dieta, y se mide la **dosis sin efectos observables adversos (NOAEL)** y la **dosis máxima tolerada (DMT)** que es la cantidad máxima que puede ser administrada sin provocar síntomas de toxicidad. En este último caso no se está siendo muy preciso, ya que para evaluar los síntomas no se emplean indicadores bioquímicos, si no que se mide por ej. la pérdida de peso que es inespecífico.

la **toxicidad crónica :** son estudios que llevan hasta 2 años de duración, y evalúan la naturaleza de la toxicidad en órganos, y los efectos acumulativos dosis/respuesta efectos sobre la **reproducción**

estudios especiales: **inmunológicos, neurológicos y comportamentales**

Con estos estudios podemos preguntarnos?

Existe evidencia epidemiológica de aumento de tumores cerebrales en consumidores de Aspartamo? La fenilalanina representa un riesgo para consumidores sanos? El ácido

aspártico es un riesgo de daño cerebral o endócrino? El metanol es un peligro? La respuesta es que parece no haber evidencias.

La caracterización toma en cuenta la identificación, y evaluación de la exposición.

evaluación de la exposición

En el caso del Aspartamo, la toxicidad se presenta con una concentración plasmática de 100 micromoles de fenilalanina y 50 micromoles en el embarazo.

Los estudios de exposición (consumo) indican que abarcando el 99 percentil de la población, es de 34mg/kg de peso corporal.

Para alcanzar niveles plasmáticos evaluados como tóxicos, se requieren concentraciones plasmáticas de 200 mg/Kg de Aspartamo lo que equivaldría a 50 micromoles. Para esto se requiere consumir 600 tabletas diarias de Aspartamo (12000 mg) o 24 L de bebida edulcorada con Aspartamo.

Estudios de ingesta diaria promedio de Aspartamo en diferentes países, indican por ejemplo que en Brasil puede alcanzar un máximo de 18,3 mg/kg de peso corporal (PC) con un promedio de 1,2 mg/kg PC, en EEUU un promedio de 1,6-2,3 mg/kg PC. Estos consumos son muy inferiores a los evaluados como tóxicos.

La ingesta diaria admitida, **IDA**, es la cantidad de aditivo que una persona puede ingerir por día (expresado en relación al peso corporal), durante toda la vida, sin riesgo apreciable para la salud, fijando un cantidad 100 veces menor como margen de seguridad.

Para el Aspartamo, el IDA sugerido por CODEX es de 40 mg/Kg de PC, debido a que los estudios de toxicidad realizados por JECFA, determinaron que luego de 110 semanas de exposición en animales de experimentación de diferentes especies, la concentración más alta de dicetopiperazina plasmática en el que no aparecieron efectos adversos (NOAEL) fue de 4000 mg/kg. Una cantidad 100 veces menor es 40 mg/Kg, cantidad esta sugerida como IDA DEL ASPARTAMO PARA EL CODEX.

GERENCIAMIENTO DEL RIESGO

El Código Alimentario (CODEX Alimentarius), está formado por países miembros de FAO y OMS. El Código es una forma de gerenciar a nivel internacional los estudios realizados. En él, se acuerdan normas que servirán de base para las legislaciones particulares de los distintos países, y su posterior implementación con o sin modificaciones. El objetivo fundamental de estas normas es proteger la salud del consumidor y asegurar la aplicación de prácticas equitativas en el comercio de alimentos.

La Legislación Alimentaria Nacional puede tomar como referencia las Normas Codex, las cuales no tienen carácter obligatorio para los países (pero de hecho se consideran como una guía para los acuerdos regionales en la materia) y fija con criterios propios los límites máximos de diferentes aditivos, evaluando si esto es necesario o no, según cada producto, estos sí con carácter obligatorio.

En nuestra legislación hay límites máximos para Apartamo, Ciclamato de Na y Sacarina. Los límites máximos expresan la cantidad máxima de compuesto en relación a determinada cantidad de producto (100 g o mL). Estas cantidades pueden variar por ejemplo si el alimento es sólido o líquido. Para el caso de los polialcoholes se exige en la rotulación la advertencia de los efectos laxantes, así como el no consumo en fenilcetonúricos en caso de que contenga Aspartamo.. En la Sacarina debe constar en la

rotulación que el alimento lo contiene, aunque este figure en la lista de ingredientes; para el Ciclamato debe expresarse que en uso prolongado hay que consultar al médico.

COMUNICACIÓN DEL RIESGO

La comunicación implica definir la forma en la que se realizará la divulgación de los conocimientos científicos a la comunidad científica, a las autoridades gubernamentales, a los consumidores.

Una mala comunicación puede traer consecuencias mayores que el consumo del aditivo.

Una vez tenido esto en cuenta, resta saber, dónde encontramos los sustitutos de grasas y azúcar en los alimentos comercializados en plaza.

Leches fermentadas: almidón modificado, polidextrosa, gelatina, acesulfame-K, aspartamo

Helados: polidextrosa, sorbitol, maltodextrina, carragenina, proteína de suero, aspartamo

Carnes

Fiambres: caseinato, carragenina

Hamburguesas: proteína vegetal

Grasas

Manteca: caseinato de Na

Mayonesa: almidón, goma xántica

Simil mayonesa: proteína

Golosinas: goma arábica, sorbitol, jarabe de maltitol, mono y diglicéridos, acesulfame-K, aspartamo

Dulces: aspartamo, acesulfame-K, sacarina, polidextrosa, sorbitol, pectina, jarabe de maíz de alta fructosa, sucralosa

Bebidas: aspartamo

Bibliografía

Revista de Asociación de Química y Farmacia del Uruguay. Aditivos Alimentarios. Concepto riesgo/beneficio.- No.13, 1995

Comité Nacional del Codex Alimentario. Seminario sobre Reglamentación del Uso de Aditivos Alimentarios- Prof. Ma.C. Figueredo Toledo, consultora de FAO. 2001