



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Evaluación de aditivos en una dieta habitual
Evaluation of additives in a regular diet

Autor/es

Alberto Morlanes Alonso

Director/es

Mónica Ramos Álvarez

Área de Toxicología

Facultad de Ciencias de la salud y el deporte
2020

Fecha: 13/09/20

Resumen

En la actualidad los aditivos forman parte de nuestra vida cotidiana. Podemos encontrarlos en la mayoría de los alimentos que consumimos a diario, ya que desempeñan una función vital en el actual abastecimiento de alimentos, al permitir que la creciente población pueda adquirir productos seguros, saludables y sabrosos durante todo el año. Esto se debe a que tienen funciones tecnológicas y funcionales, ayudando a mejorar la calidad del producto, ya sea preservando su vida útil o ayudando a mantener su inocuidad, entre otras. Sin embargo, pese a que su uso está legislado, sigue existiendo por parte del consumidor una cierta inseguridad sobre si realmente son seguros o no. Pero, realmente ¿sabemos cuántos aditivos consumimos al día? En este estudio vamos a centrarnos en averiguar cuántos aditivos consumimos, cuales son aquellos aditivos más consumidos, cuales los que presentan un mayor riesgo tóxico, en que productos los encontramos y valorar si realmente en una dieta cotidiana podríamos llegar a sobrepasar las cantidades recomendadas de alguno de ellos.

Índice de contenidos

1. Introducción.....	1
1.1 Clasificación.....	2
1.2 Nomenclatura.....	6
1.3 Justificación en el uso de aditivos.....	6
1.4 Legislación.....	7
1.5 Toxicidad.....	9
2. Objetivos.....	10
3. Metodología.....	11
4. Resultados.....	12
5. Discusión.....	20
6. Conclusiones.....	24
7. Bibliografía.....	25

1. Introducción.

En la actualidad existen gran variedad de compuestos químicos que son añadidos en los productos que consumimos a diario en nuestra alimentación y debido a su desconocimiento por parte de la mayor parte de los consumidores, generan inseguridades e inquietudes sobre que se está consumiendo y si realmente es seguro. Estas sustancias químicas son conocidas como aditivos alimentarios

Podemos definir aditivo alimentario como cualquier sustancia o mezcla de sustancias distintas de los componentes naturales de los alimentos que se añaden en una proporción científicamente controlada para mejorar las propiedades físicas, conservación o sabor del alimento.

El Comité Mixto de la FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios “The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives” (JEFCA) define aditivo alimentario como “cualquier sustancia que por sí misma no se consume como alimento, ni tampoco se usa como ingrediente básico en alimentos, tenga o no valor nutritivo, y cuya adición al alimento en sus fases de producción, fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento, resulte directa o indirectamente por sí o sus subproductos, un componente del alimento o bien afecte a sus características.”¹

Podemos encontrar aditivos directos, siendo aquellos que se agregan durante el procesamiento con la finalidad de mejorar el producto. Mientras que también podemos encontrar aditivos “indirectos”, siendo sustancias que pueden encontrarse en el alimento durante o después del procesamiento, pero que no se han utilizado ni se han colocado a propósito, pudiendo encontrar pequeñas cantidades en el producto final.

En esta revisión vamos a centrarnos únicamente en los aditivos directos, que son aquellos que podemos encontrar en el etiquetado del producto.

En el caso de que los aditivos se eliminen durante los procesos de transformación o su concentración residual sea mínima, se consideran auxiliares de fabricación.

Aunque el término aditivo se puede asociar a sustancia química sintética característica de nuestra era, la realidad es que los aditivos nos han acompañado a lo largo de toda la historia, ya en la antigüedad podemos encontrar la sal, el vinagre o las especias como ejemplos de aditivos utilizados para la conservación de los alimentos o la mejora de sus características organolépticas. Los griegos y los romanos sabían que las frutas y algunas verduras se conservaban bien aislándolas del aire y por ello las cubrían con cera o resinas o añadían vinagre con el fin de conservarlas un mayor tiempo antes de su consumo, y los egipcios usaban colorantes para que los alimentos tuviesen un aspecto más atractivo.

En la actualidad podemos encontrar aditivos en la mayoría de los alimentos que consumimos ya que desempeñan una función vital, al permitir que la creciente población pueda adquirir productos seguros, saludables y sabrosos durante todo el año. De hecho, el sector de los aditivos y complementos para la

industria alimentaria no deja de crecer. Desde 2009 las ventas de este segmento siguen su tendencia positiva, incrementándose de forma acumulada un 40% en el período 2009-2018, según los datos ofrecidos por el Observatorio Sectorial DBK de informa. Sin embargo, también está creciendo el grado de concienciación por parte del consumidor sobre los aditivos, que pese a ser seguros según las autoridades competentes, siguen generando cierta controversia. Es por esto que cada vez más se está priorizando la búsqueda de productos naturales por parte del consumidor para evitar el consumo excesivo de sustancias químicas.

1.1 Clasificación.

Podemos clasificar los aditivos en función de su origen: ²

- Aditivos naturales: Son aquellos que se obtienen de productos presentes en la naturaleza, dicha obtención se realiza mediante operaciones de carácter físico que no impliquen la adición de sustancias de origen sintético. En este grupo podemos encontrar la pectina de origen vegetal o el agar obtenido de algas, entre otros.

- Aditivos sintéticos: Son considerados aquellos obtenidos mediante el empleo de sustancias de síntesis no presentes en la naturaleza o mediante operaciones que suponen generar sustancias no naturales. Algunos ejemplos de aditivos sintéticos son el ácido ascórbico o el nitrito de sodio.

Según sus fines tecnológicos o clases funcionales la legislación de la Unión Europea (UE) divide los aditivos alimentarios en 27 grupos. ¹

Edulcorantes	Espumantes
Colorantes	Gelificantes
Conservadores	Agentes de recubrimientos
Antioxidantes	Humectantes
Soportes	Almidones modificados
Acidulantes	Gases de envasado
Correctores de acidez	Gases propelentes
Antiaglomerantes	Gasificantes
Antiespumantes	Secuestrantes
Agentes de carga	Estabilizantes
Emulgentes	Agentes de tratamiento de harinas
Sales de fundido	Agentes de contraste
Endurecedores	Espesantes
Potenciadores de sabor	

Tabla 1. Tipos de aditivos reconocidos por la UE según su función.

Definición de cada grupo de aditivos, según el ANEXO1 1 del Reglamento (CE) N°1333/2008.

1. «*Edulcorantes*»: sustancias que se emplean para dar un sabor dulce a los alimentos o en edulcorantes de mesa.
2. «*Colorantes*»: sustancias que dan color a un alimento o le devuelven su color original; pueden ser componentes naturales de los alimentos y sustancias naturales que normalmente no se consumen como alimentos en sí mismas ni se emplean como ingredientes característicos de los alimentos. Se considerarán colorantes en el sentido del presente Reglamento los preparados obtenidos a partir de alimentos y otros materiales comestibles naturales de base mediante una extracción física, química, o física y química, conducente a la separación de los pigmentos respecto de los componentes nutritivos o aromáticos.

3. «*Conservadores*»: sustancias que prolongan la vida útil de los alimentos protegiéndolos del deterioro causado por microorganismos o que protegen del crecimiento de microorganismos patógenos.
4. «*Antioxidantes*»: sustancias que prolongan la vida útil de los alimentos protegiéndolos del deterioro causado por la oxidación, como el enranciamiento de las grasas y los cambios de color.
5. «*Soportes*»: sustancias empleadas para disolver, diluir, dispersar o modificar físicamente de otra manera un aditivo alimentario, un aromatizante, una enzima alimentaria o un nutriente u otra sustancia añadidos a un alimento con fines nutricionales o fisiológicos sin alterar su función (y sin tener por sí mismas ningún efecto tecnológico), a fin de facilitar su manipulación, aplicación o uso.
6. «*Acidulantes*»: sustancias que incrementan la acidez de un producto alimenticio o le confieren un sabor ácido, o ambas cosas.
7. «*Correctores de la acidez*»: sustancias que alteran o controlan la acidez o alcalinidad de un producto alimenticio.
8. «*Antiaglomerantes*»: sustancias que reducen la tendencia de las partículas de un producto alimenticio a adherirse unas a otras.
9. «*Antiespumantes*»: sustancias que impiden o reducen la formación de espuma.
10. «*Agentes de carga*»: sustancias que aumentan el volumen de un producto alimenticio sin contribuir significativamente a su valor energético disponible.
11. «*Emulgentes*»: sustancias que hacen posible la formación o el mantenimiento de una mezcla homogénea de dos o más fases no miscibles, como el aceite y el agua, en un producto alimenticio.
12. «*Sales de fundido*»: sustancias que reordenan las proteínas contenidas en el queso de manera dispersa, con lo que producen la distribución homogénea de la grasa y otros componentes.
13. «*Endurecedores*»: sustancias que vuelven o mantienen los tejidos de frutas u hortalizas firmes o crujientes o actúan junto con agentes gelificantes para producir o reforzar un gel.
14. «*Potenciadores del sabor*»: sustancias que realzan el sabor o el aroma, o ambos, de un producto alimenticio.
15. «*Espumantes*»: sustancias que hacen posible formar una dispersión homogénea de una fase gaseosa en un producto alimenticio líquido o sólido.
16. «*Gelificantes*»: sustancias que dan textura a un producto alimenticio mediante la formación de un gel.
17. «*Agentes de recubrimiento*» (*incluidos los lubricantes*): sustancias que, cuando se aplican en la superficie exterior de un producto alimenticio, confieren a este un aspecto brillante o lo revisten con una capa protectora.

18. «*Humectantes*»: sustancias que impiden la desecación de los alimentos contrarrestando el efecto de una atmósfera con un grado bajo de humedad, o que favorecen la disolución de un polvo en un medio acuoso.
19. «*Almidones modificados*»: sustancias obtenidas por uno o más tratamientos químicos de almidones comestibles, que pueden haber sufrido un tratamiento físico o enzimático y ser diluidas o blanqueadas con ácidos o bases.
20. «*Gases de envasado*»: gases, distintos del aire, introducidos en un recipiente antes o después de colocar en él un producto alimenticio, o mientras se coloca.
21. «*Gases propelentes*»: gases diferentes del aire que expulsan un producto alimenticio de un recipiente.
22. «*Gasificantes*»: sustancias o combinaciones de sustancias que liberan gas y, de esa manera, aumentan el volumen de una masa.
23. «*Secuestrantes*»: sustancias que forman complejos químicos con iones metálicos.
24. «*Estabilizantes*»: sustancias que posibilitan el mantenimiento del estado físico-químico de un producto alimenticio; incluyen las sustancias que permiten el mantenimiento de una dispersión homogénea de dos o más sustancias no miscibles en un producto alimenticio, las que estabilizan, retienen o intensifican el color de un producto alimenticio y las que incrementan la capacidad de enlace de los alimentos, en especial el entrecruzamiento de las proteínas, que permite unir trozos de alimento para formar un alimento reconstituido.
25. «*Espesantes*»: sustancias que aumentan la viscosidad de un alimento.
26. «*Agentes de tratamiento de las harinas*»: sustancias, distintas de los emulgentes, que se añaden a la harina o a la masa para mejorar su calidad de cocción.
27. «*Potenciadores del contraste*»: sustancias que, al ser aplicadas a la superficie exterior de frutas o verduras tras la despigmentación de determinadas partes (por ejemplo, mediante láser), ayudan a distinguir estas partes del resto de la superficie al aplicar color a raíz de su interacción con determinados componentes de la epidermis.

1.2 Nomenclatura.

Para asegurar el cumplimiento de las normas, la información del consumidor y el correcto etiquetado de los alimentos la EFSA (European food safety authority) ha asignado una nomenclatura específica a cada aditivo, compuesto por una letra y un número de tres dígitos. La letra E corresponde a la normativa europea, el dígito de las centenas indica el grupo y los otros números identifican al producto dentro del grupo, esto se encuentra plasmado en el Reglamento (UE) N^o 1333/2008.¹

El hecho de que un aditivo tenga un número “E” asignado garantiza que ha pasado controles de seguridad y la UE lo ha aprobado.

En la siguiente tabla se pueden observar las diferentes categorías de los aditivos y su nomenclatura.

Numeración	Categoría
1XX.	Colorantes
2XX	Conservantes
3XX	Antioxidantes y reguladores del pH
4XX	Agentes que actúan sobre la textura (estabilizantes, espesantes, gelificantes y emulsionantes)
5XX	Correctores de la acidez y sustancias minerales
6XX	Potenciadores del sabor
9XX	Otros aditivos (agentes de recubrimiento, gases de envasado y edulcorantes)
11XX	Enzimas
14XX	Almidones modificados
*La letra H indica una autorización provisional	

Tabla 2. Nomenclatura de las distintas categorías de los aditivos alimentarios.

1.3 Justificación del uso de aditivos.

El uso de aditivos alimentarios está justificado únicamente si ello ofrece alguna ventaja, no presenta riesgos apreciables para la salud de los consumidores, no induce a error a éstos, cumple una o más de las funciones tecnológicas establecidas por el Codex* y únicamente cuando estos fines no pueden alcanzarse por otros medios que son factibles económica y tecnológicamente.²

- a) Conservar la calidad nutricional del alimento.
- b) Proporcionar los ingredientes o constituyentes necesarios para los alimentos fabricados para grupos de consumidores que tienen necesidades dietéticas especiales;
- c) Aumentar la calidad de conservación o la estabilidad de un alimento o mejorar sus propiedades organolépticas, a condición de que ello no altere la naturaleza, sustancia o calidad del alimento de forma que engañe al consumidor;
- d) Proporcionar ayuda en la fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, transporte o almacenamiento del alimento, a condición de que el aditivo no se utilice para encubrir los efectos del empleo de materias primas defectuosas o de prácticas (incluidas las no higiénicas) o técnicas indeseables durante el curso de cualquiera de estas operaciones.

* Codex: Compilación de todas las normas, códigos de comportamientos, directrices y recomendaciones de la comisión del Codex Alimentarius. La comisión del Codex Alimentarius es el organismo internacional más importante en materia de normas de alimentación. El código se creó para proteger la salud de los consumidores, garantizar comportamientos correctos en el mercado internacional de los alimentos y coordinar todos los trabajos internacionales sobre normas alimentarias.

1.4 Legislación.

El uso de aditivos está regulado por distintos organismos con el objetivo de garantizar la seguridad de los productos que llegan al consumidor.

La mayoría de las legislaciones de aditivos se basan en listas positivas, en las que se consideran prohibidas aquellos aditivos alimentarios que no han sido autorizados expresamente, estas listas están abiertas constantemente en función del progreso del conocimiento de los aditivos, ya sea para eliminar algunos, incorporar nuevos o variar los límites propuestos.

A nivel internacional la comisión del Codex Alimentarius es el organismo internacional más importante en materia de normas de alimentación. El Comité mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) informa a la Comisión del Codex sobre los aditivos. Mediante este trabajo conjunto crearon el *Codex Alimentarius*, donde se encuentran todas las normas, códigos de comportamientos, directrices y recomendaciones de la comisión del Codex Alimentarius.

Sin embargo las listas que figuran en el Codex Alimentarius respecto a aditivos no son demasiado restrictivas, por lo que la Unión Europea mediante la EFSA publicó unas directivas propias, pudiendo diferir a lo publicado en el Codex Alimentarius.

En esta revisión vamos a centrarnos tanto en la reglamentación proporcionada por la comisión del Codex Alimentarius como por las autoridades europeas, en este caso por la EFSA.

Estos son los reglamentos de la EFSA vigentes en la actualidad.⁶

Reglamento (CE) N° 1331/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, por el que se establece un procedimiento de autorización común para los aditivos, las enzimas y los aromas alimentarios.

Reglamento (UE) N° 234/2011 de la Comisión, de 10 de marzo de 2011, de ejecución del Reglamento (CE) n° 1331/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establece un procedimiento de autorización común para los aditivos, las enzimas y los aromas alimentarios.

Reglamento (CE) N° 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre aditivos alimentarios.

- Modificado por: Reglamento (UE) 2020/351 de la Comisión de 28 de febrero de 2020, por el que se modifica el anexo II del Reglamento (CE) n° 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo al uso de ácido cítrico (E 330) en los productos de cacao y de chocolate.
- Modificado por: Reglamento (UE) 2020/355 de la Comisión de 26 de febrero de 2020, por el que se modifica el anexo II del Reglamento (CE) n° 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que concierne a la utilización de polirricinoleato de poliglicerol (E 476) en emulsiones líquidas de aceite vegetal.
- Modificado por: Reglamento (UE) 2020/356 de la Comisión de 4 de marzo de 2020, por el que se modifica el anexo II del Reglamento (CE) n° 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a la utilización de polisorbatos (E 432-436) en bebidas gaseosas.

Reglamento (UE) N° 231/2012 de la Comisión, de 9 de marzo de 2012, por el que se establecen especificaciones para los aditivos alimentarios que figuran en los anexos II y III del Reglamento (CE) n° 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo.

Reglamento (UE) N° 257/2010 de la Comisión, de 25 de marzo de 2010, por el que se establece un programa para la reevaluación de aditivos alimentarios autorizados de conformidad con el Reglamento (CE) n° 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre aditivos alimentarios.

1.5 Toxicidad.

Para que una sustancia se admita como aditivo debe estar bien caracterizada desde el punto de vista químico y superar los controles toxicológicos establecidos por los organismos sanitarios correspondientes. Los aditivos alimentarios deben ser inocuos y, antes de permitir su uso, deben pasar una serie de pruebas con el objetivo de evaluar la toxicidad del aditivo. Se realizan estudios de:

- *Toxicidad aguda* para conocer la dosis letal 50 (DL₅₀, cantidad de sustancia necesaria, en ingestión única, para provocar la muerte del 50 % del total de individuos que la ingieren). Cuanto menor sea la cantidad de principio activo requerida para alcanzar la DL₅₀, mayor será la toxicidad del mismo.
- *Toxicidad crónica*, en los que se observa los efectos que puede tener la sustancia durante un periodo de tiempo más largo, durando dichos estudios entre 6 meses y un año. Se realizan a su vez estudios en los que se estudia el poder mutagénico o cancerígeno de la sustancia.

Mediante estas pruebas o estudios se determinan la Dosis Diaria Admisible (DDA) o Ingesta diaria admisible (IDA), y que es establecida o fijada por organismos como el JEFCA (Joint FAO/OMS Expert Committee on Food Additives) o la EFSA (European Food Safety Authority), entre otros.

Ingesta diaria admisible (IDA):

- Es la dosis diaria de una sustancia expresada en mg/kg de peso corporal que carece de riesgo apreciable.
- Se calcula dividiendo la dosis que carece de efecto tóxico por el factor de seguridad.
- No representa un nivel de toxicidad, es un nivel de ingesta seguro.
- Ha demostrado ser la mejor herramienta práctica para los legisladores, contribuyendo a la uniformidad de un sistema a nivel mundial para expresar la inocuidad de una sustancia en lo que respecta a la ingesta humana.

En muchos aditivos podemos encontrar el término “*quantum satis*” a la hora de referirse a la cantidad máxima que se puede utilizar. Dicho concepto se define como: “*Que no se especifica un nivel numérico máximo y las sustancias se utilizarán de conformidad con la buena práctica de fabricación, en una cantidad no superior a la necesaria para lograr el fin perseguido y a condición de que no se induzca a error al consumidor.*” Por lo tanto, es difícil conocer si realmente podrían presentar un riesgo para el consumidor o no.²

Los aditivos que apenas causan problemas toxicológicos pueden añadirse a casi todos los productos alimenticios transformados. Entre ellos, cabe citar el carbonato de calcio (E 170), el ácido láctico (E 270), el ácido cítrico (E 330), las pectinas (E 440), los ácidos grasos (E 570) y el oxígeno (E 941).

Otros aditivos tienen un uso más restringido, como por ejemplo:

- La natamicina (E 235) solo puede utilizarse como conservante en el tratamiento de superficie del queso y de los embutidos secos.
- El ácido eritórbico (E 315) solo puede utilizarse como antioxidante en determinados productos cárnicos y pesqueros.
- El ferrocianuro sódico (E 535) puede usarse únicamente como agente antiaglomerante en la sal y sus sustitutos.

2. Objetivos.

En esta revisión vamos a centrarnos en analizar cuáles son aquellos aditivos más consumidos en la dieta de una persona normal durante 14 días. Mediante estas observaciones se podrá concluir si en algún caso podría existir riesgo de toxicidad en el consumo de algún aditivo, ya sea por tener un riesgo alto de toxicidad o por la cantidad de veces que se consume a lo largo del día dicho aditivo.

Tras el incremento del uso de aditivos en nuestros días y, el desconocimiento por parte del consumidor a la hora de identificar los distintos aditivos, se propusieron los siguientes objetivos:

- Identificar los aditivos consumidos por una persona que sigue una dieta normal, a lo largo de 14 días.
- Estimar las cantidades consumidas de dichos aditivos.
- Valorar si en algún caso se puede sobrepasar las cantidades de aditivos recomendadas.

3. Metodología.

El siguiente análisis se va a llevar a cabo realizando la recogida de los datos de la alimentación de una persona sana en un periodo de tiempo de 14 días. En dicha recogida se tendrán en cuenta los alimentos consumidos junto con su cantidad, así como la presencia –o no- de aditivos. Una vez recogidos los datos, se procederá a identificar cuáles son los aditivos presentes en los diferentes alimentos consumidos. Tras esto, se procederá a analizar cada aditivo, valorando la toxicidad que tiene y la cantidad y frecuencia en la que es consumido.

Encontramos un problema a la hora de conocer la cantidad exacta del aditivo presente en el alimento ya que los fabricantes no indican la cantidad presente de aditivo en los alimentos. Por ello, se ha procedido a realizar una estimación basándonos en los gramos de alimento consumido y la concentración máxima permitida de aquellos aditivos que la tengan definida. En el caso de los aditivos cuyo consumo permitido se clasifica como “Quantum satis” no se establece una cantidad máxima de consumo, por lo que no se ha estimado la cantidad ingerida. Con esta estimación podremos obtener la cantidad aproximada de aditivo que tiene el alimento, viendo así si nos encontramos cerca de los niveles del ADI (Ingesta Diaria Admisible).

Para la recogida se proporcionará una tabla en la que se deberá apuntar aquellos alimentos consumidos cada día, así como la cantidad en la que son consumidos. Una vez hayan sido recogidos los datos, se procederá a sus análisis.

4. Resultados.

Se ha llevado a cabo una recogida de datos de los alimentos consumidos a lo largo del día, como la persona no suele almorzar, la toma de desayuno y almuerzo se ha unificado. Con el fin de centrar la atención en aquellos alimentos que poseen aditivos, se han eliminado los que no los presentan. Las tablas recogen el producto junto con los aditivos que posee, siendo estos aditivos nombrados según la legislación de la ¹.

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Desayuno	(Leche): E-451 (Tostadas integrales): E-170, E-472e, E-300, E-412.	(Leche): E-451 (Tostadas integrales): E-170, E-472e, E-300, E-412	(Leche): E-451 (Tostadas integrales): E-170, E-472e, E-300, E-412	(Leche): E-451 (Tostadas integrales): E-170, E-472e, E-300, E-412	(Leche): E-451 (Galletas): E322 E223 E306 E500ii E503ii (Margarina): E509 E471 E322, E270, E202, E415, E160	(Leche): E-451 (Tostadas integrales): E-170, E-472e, E-300, E-412	(Leche): E-451 (Tostadas integrales): E-170, E-472e, E-300, E-412
Almuerzo							
Comida		(Tacos de jamón): E-331, E-301, E-252, E-250	(Garbanzos en conserva): E223			(Tacos de jamón): E-331, E-301, E-252, E-250	(Tacos de jamón): E-331, E-301, E-252, E-250
Merienda	(Galletas saladas): E503ii, E500ii, E341i, E524, E322, E471			(Fuet): E301, E249 (Galletas saladas): E503ii, E500ii, E341i, E524, E322, E471	(Cerveza con limón): E410 E202	(Fuet): E301, E249 (Queso semicurado): E202 E235 E153	(Fuet): E301, E249 (Queso semicurado): E202 E235 E153
Cena	(Jamón serrano): E250 E249	(Mayonesa): E-270, E-202, E-160c, E-385	(Jamón york): E451, E407, E-316, E331, E250, E120 (Queso sabanita): E331 E330 E339 E407 E202	(Tacos de jamón): E-331, E-301, E-252, E-250 (Beicon): E451 E452 E262 E243 E250 E316 E301			(Queso sabanita): E331 E330 E339 E407 E202

Tabla 3. Semana 1 de seguimiento.

	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14
Desayuno	(Leche): E-451 (Tostadas integrales): E-170, E-472e, E-300, E-412	(Leche): E-451 (Tostadas integrales): E-170, E-472e, E-300, E-412	(Leche): E-451 (Tostadas integrales): E-170, E-472e, E-300, E-412	(Leche): E-451 (Galletas): E322 E223 E306 E500ii E503ii			
Almuerzo							
Comida			(Tacos de jamón): E-331, E-301, E-252, E-250	(Chorizo): E160c	(Jamón serrano): E250 E249		(Melocotón en almíbar): E330 E300
Merienda	(Quesito Caserio): E452 E331 E341 E270 E202 E234	(Galletas saladas): E503ii, E500ii, E341i, E524, E322, E471	(Nocilla): E322	(Fuet): E301, E249	(Fuet): E301, E249		(Quesito): E452 E331 E341 E270 E202 E234
Cena	(Yogurt): E120 E950 E955		(Pimientos rellenos con jamón): E250 E252 E316 E415				

Tabla 4. Semana 2 de seguimiento.

A continuación, se ha realizado una clasificación de los aditivos encontrados a lo largo de los 14 días de seguimiento según el nivel de toxicidad que poseen, en función de los estudios realizados de toxicidad aguda, a corto y a largo plazo, que determinan la absorción, distribución y excreción del producto y los posibles efectos perjudiciales tanto del propio aditivo como de sus subproductos para determinados niveles de exposición. En la tabla se puede observar el número E, junto con el nombre del aditivo y las veces que han sido encontrados a lo largo del seguimiento.^{2,3}

NIVEL DE TOXICIDAD		
BAJO O INOCUO	MEDIO	ALTO
E-170 : CARBONATO CALCICO (9)	E-252: NITRATO DE POTASIO (6)	E-120 : ÁCIDO CARMÍNICO (2)
E-160c : EXTRACTO DE PIMENTÓN (2)	E-341ii: FOSFATO DICALCICO (3)	E-250: NITRITO DE SODIO (10)
E-160 : CAROTENOS (1)	E-339: FOSFATOS SÓDICOS (3)	E-249: NITRITO DE POTASIO (7)
E-153: CARBÓN VEGETAL (2)	E-341: FOSFATOS CÁLCICOS (2)	E-223: METABISULFITO DE SODIO (6)
E-270: ÁCIDO LÁCTICO (4)	E-451: TRIFOSFATOS (16)	E-385: ETILENO DIAMINA TETRA ACETATO (1)
E-202: SORBATO DE POTASIO (9)	E-472e: ESTERES MONO Y DIACETILTARTARICO DE MONO/DIGLICERIDOS DE AC. GRASOS (9)	E-407: CARRAGENANOS (2)
E-262: ACETATOS SÓDICOS (1)	E-471: MONO Y DIGLICERIDOS DE AC. GRASOS (4)	E-509: CLORURO DE CALCIO (1)
E-243: ETIL LAUROIL ARGINATO (1)	E-452: POLIFOSFATOS (3)	E-950: ACESULFAMO K (1)
E-235: NATAMICINA (2)	E-415: GOMA XANTANA (2)	E-955: SUCRALOSA (1)
E-234: NISINA (2)	E-524: HIDROXIDO DE SODIO (3)	
E-300: ÁCIDO ASCORBICO (10)		
E-322: LECITINAS (10)		
E-331: CITRATOS SÓDICOS (10)		
E-301: ASCORBATO DE SODIO (11)		
E-330: ÁCIDO CÍTRICO (3)		
E-316: ERITORBATO DE SODIO (3)		
E-306: EXTRACTOS NATURALES RICOS EN TOCOFEROLES (5)		
E-412: GOMA GUAR (9)		
E-410: GOMA GARROFIN (1)		
E-503ii: BICARBONATO DE AMONIO (8)		
E-500ii: BICARBONATO DE SODIO (8)		

Tabla 5. Aditivos clasificados según su toxicidad.^{2,3}

En total se han identificado 40 tipos diferentes de aditivos consumidos durante los 14 días que tuvo lugar el seguimiento. Todos los aditivos consumidos entran dentro de la lista positiva publicada por la UE. El grupo más consumido pertenece a los E-3XX, denominados *Antioxidantes y reguladores del pH*, con un total de 61 veces consumidos a lo largo de los 14 días. No se ha encontrado ningún aditivo perteneciente a los E-6XX (*Potenciadores del sabor*).

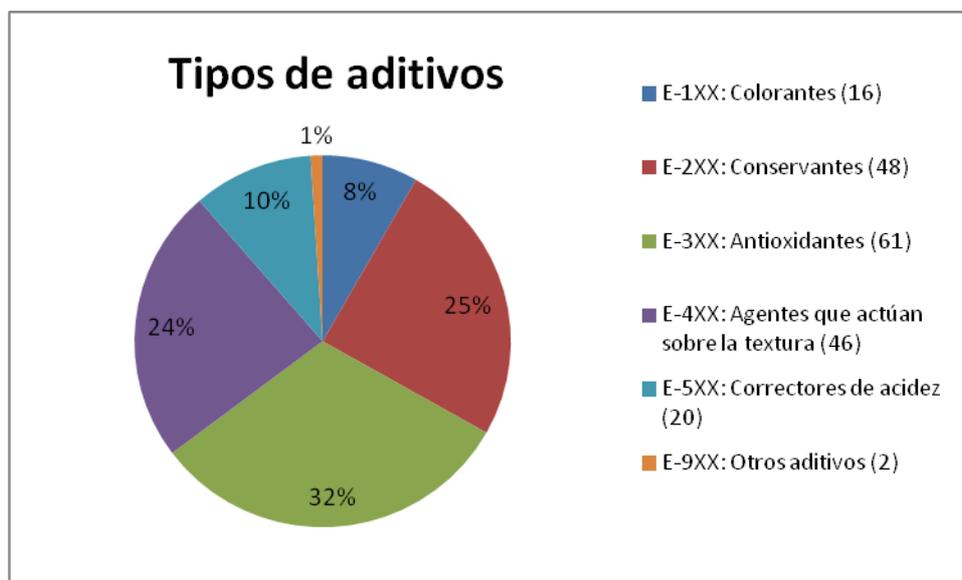


Gráfico 1. Tipos de aditivos identificados.

En cuanto a la cantidad de aditivos, el consumo medio al día fue de 13,78. Siendo el día 4 el que mayor cantidad se consumió, con un total de 24. Por lo general el consumo de aditivos, salvo días puntuales, está siempre en un rango en torno de 10 a 15 aditivos por días.

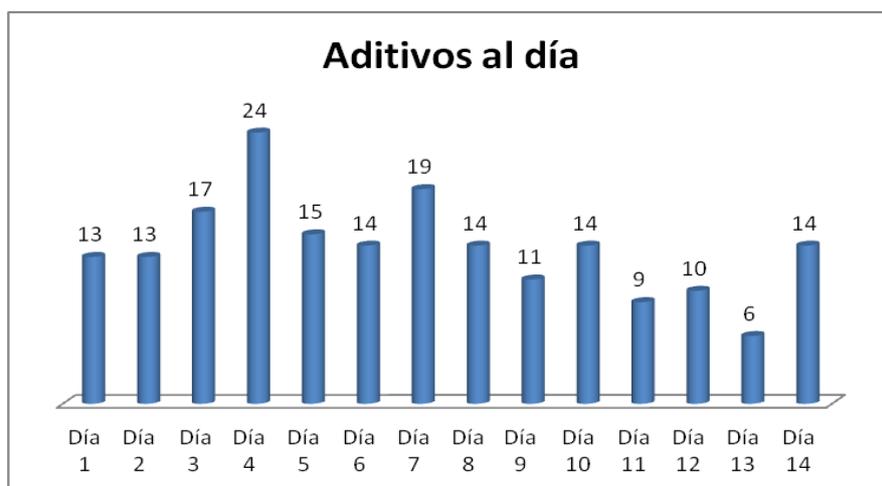


Gráfico 2. Nº de aditivos consumidos por día.

- De los 40 tipos diferentes de aditivos encontrados, 21 presentan un riesgo de toxicidad bajo, la mayoría considerados inocuos para el consumo y de los que no se establecen unas dosis máximas permitidas de uso, lo que supone el 52% de los aditivos consumidos en total a lo largo del seguimiento realizado.

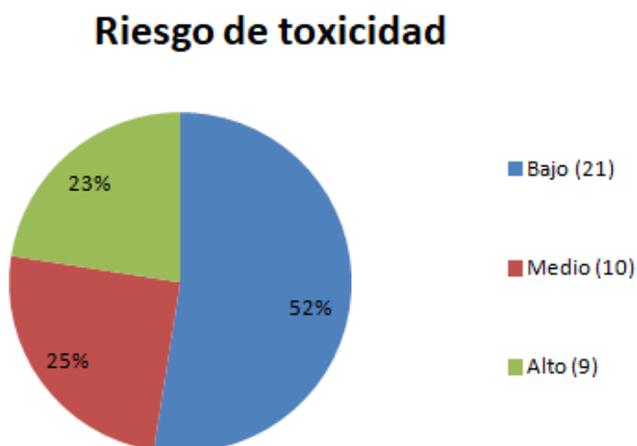


Gráfico 3. Aditivos consumidos según su toxicidad.

Para estimar las cantidades consumidas de aditivos vamos a centrarnos principalmente en aquellos aditivos de los que disponemos de una dosis máxima de trabajo, ya que en los que encontramos “quantum satis” como valor máximo teóricamente es improbable sobrepasar el ADI.

Para aquellos de los que si disponemos dosis máxima, se va a utilizar dicho valor para calcular la cantidad de aditivo que podríamos encontrarnos en los distintos alimentos.

En la siguiente tabla aparecen los aditivos encontrados a lo largo del seguimiento, junto con su ADI y la concentración máxima permitida en aquellos aditivos donde se ha definido. Los aditivos señalados con (-) no disponen de una dosis máxima de trabajo.

ADITIVO	ADI	CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMITIDA	ADITIVO	ADI	CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMITIDA
E-120	5mg/kg	0,01%	E-330	Quantum satis	(-)
E-153	Quantum satis	(-)	E-331	Quantum satis	(-)
E-160	Quantum satis	(-)	E-339	70mg/kg	0,1%
E-160c	Quantum satis	(-)	E-341	70mg/kg	0,1%
E-170	Quantum satis	(-)	E-341ii	70mg/kg	0,1%
E-202	25mg/kg	0,05-0,2%	E-385	25mg/kg	0,01%
E-223	0,7mg/kg	0,005%	E-407	50mg/kg	1%
E-234	0,13mg/kg	0,00125%	E-410	Quantum satis	(-)
E-235	0,3 mg/kg	0,0001%	E-412	Quantum satis	(-)
E-243	Quantum satis	(-)	E-415	Quantum satis	(-)
E-249	0,1mg/kg	0,015%	E-451	70mg/kg	0,5%
E-250	0,1mg/kg	0,015%	E-452	Quantum Satis	(-)
E-252	3,7-5 mg/kg	0,025%	E-471	Quantum satis	(-)
E-262	Quantum satis	(-)	E-472e	Quantum satis	(-)
E-270	Quantum satis	(-)	E-500ii	Quantum satis	(-)
E-300	15mg/kg	0,02%	E-503ii	Quantum satis	(-)
E-301	Quantum satis	(-)	E-509	Quantum satis	(-)
E-306	2mg/kg	0,01%	E-524	Quantum satis	(-)
E-316	Quantum satis	(-)	E-950	15mg/kg	0,035%
E-322	Quantum satis	(-)	E-955	15mg/kg	0,04%

Tabla 6. Aditivos con su ADI y concentración máxima permitida.

Se han calculado las cantidades estimadas de los distintos aditivos consumidos durante el seguimiento, cálculo realizado utilizando los gramos de alimento y la concentración máxima permitida en aquellos aditivos donde están definidas. Aquellos alimentos cuya dosis máxima permitida no está cuantificada no han sido incluidos en la tabla, al no poder valorar si superarían los niveles de su ADI.

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Desayuno Almuerzo	(Leche 200mL): E-451: 1gr (Tostadas 25gr): E-472e: 0,125gr E-300: 0,005gr	(Leche 200mL): E-451: 1gr (Tostadas 25gr): E-472e: 0,125gr E-300: 0,005gr	(Leche 200mL): E-451: 1gr (Tostadas 25gr): E-472e: 0,125gr E-300: 0,005gr	(Leche 200mL): E-451: 1gr (Tostadas 25gr): E-472e: 0,125gr E-300: 0,005gr	(Leche 200mL): E-451: 1gr (Galletas 32gr): E223: 0,0016gr E306: 0,0032gr (Margarina 5gr): E202: 0,01gr	(Leche 200mL): E-451: 1gr (Tostadas 25gr): E-472e: 0,125gr E-300: 0,005gr	(Leche 200mL): E- 451: 1gr (Tostadas 25gr): E-472e: 0,125gr E-300: 0,005gr
Comida		(Tacos de jamón 20gr): E-252: 0,005gr E-250: 0,003gr	(Garbanzos en conserva 50gr): E223: 0,0025gr			(Tacos de jamón 20gr): E-252: 0,005gr E-250: 0,003gr	(Tacos de jamón 20gr): E-252: 0,005gr E-250: 0,003gr
Merienda	(Galletas saladas 20gr): E341ii: 0,02gr			(Fuet 40gr): E249: 0,006gr (Galletas saladas 20gr): E341ii: 0,02gr	(Cerveza con limón 330ml): E202: 0,66gr	(Fuet 40gr): E249: 0,006gr (Queso semicurado 32gr): E202: 0,064gr E235: 0,000032gr	(Fuet 40gr): E249: 0,006gr (Queso semicurado 32gr): E202: 0,064gr E235: 0,000032gr
Cena	(Jamón serrano 30gr): E250: 0,0045gr E249: 0,0045gr	(Mayonesa 10gr): E-202: 0,02 gr E-385: 0,001gr	(Jamón york 30gr): E451: 0,15gr E407: 0,30gr E250: 0,0045gr E120: 0,003gr (Queso sabanita 20gr): E339: 0,002gr E407: 0,2gr E202: 0,04gr	(Tacos de jamón 20gr): E-252: 0,005gr E-250: 0,003gr (Beicon 10gr): E451: 0,05gr E250: 0,0015gr			(Queso sabanita 20gr): E339: 0,002gr E407: 0,2gr E202: 0,04gr
TOTAL	E-451: 1gr E-472e: 0,125gr E-300: 0,005gr E341ii: 0,02gr E471: 0,10gr E250: 0,0045gr E249: 0,0045gr	E-451: 1gr E-472e: 0,125gr E-300: 0,005gr E-252: 0,005gr E-250: 0,003gr E-202: 0,02 gr E-385: 0,001gr	E-451: 1,15gr E-472e: 0,125gr E-300: 0,005gr E223: 0,0025gr E407: 0,50gr E250: 0,0045gr E120: 0,003gr E339: 0,002gr E202: 0,04gr	E-451: 1,05gr E-472e: 0,125gr E-300: 0,005gr E249: 0,006gr E341ii: 0,02gr E-252: 0,005gr E-250: 0,0045gr E262 : 0,05gr	E-451: 1gr E223: 0,0016gr E306: 0,0032gr E202: 0,01gr E202: 0,66gr	E-451: 1gr E-472e: 0,125gr E-300: 0,005gr E-252: 0,005gr E-250: 0,003gr E249: 0,006gr E202: 0,064gr E235: 0,000032gr	E-451: 1gr E-472e: 0,125gr E-300: 0,005gr E-252: 0,005gr E-250: 0,003gr E249: 0,006gr E202: 0,104gr E235: 0,000032gr E339: 0,002gr E407: 0,2gr

Tabla 7. Cantidad de aditivos consumidos durante la semana 1.

	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14
Desayuno Almuerzo	(Leche 200mL): E-451: 1gr (Tostadas 25gr): E-472e: 0,125gr E-300: 0,005gr	(Leche 200mL): E-451: 1gr (Tostadas 16gr): E-472e: 0,125gr E-300: 0,0032gr	(Leche 200mL): E-451: 1gr (Tostadas 25gr): E-472e: 0,125gr E-300: 0,005gr	(Leche 200mL): E-451: 1gr (Galletas 48gr): E223: 0,0024gr E306: 0,0048gr	(Leche 200mL): E-451: 1gr (Galletas 32gr): E223: 0,0016gr E306: 0,0032gr	(Leche 200mL): E-451: 1gr (Galletas 32gr): E223: 0,0016gr E306: 0,0032gr	(Leche 200mL): E-451: 1gr (Galletas 32gr): E223: 0,0016gr E306: 0,0032gr
Comida			(Tacos de jamón 20gr): E-252: 0,005gr E-250: 0,003gr		(Jamón serrano 30gr): E250: 0,0045gr E249: 0,0045gr		(Melocotón en almíbar 60gr): E300: 0,012gr
Merienda	(Quesito Caserio 15gr): E341: 0,015 E202: 0,03gr E234: 0,00018gr	(Galletas saladas 20gr): E341ii: 0,02gr E471: 0,10gr		(Fuet 40gr): E249: 0,006gr	(Fuet 40gr): E249: 0,006gr		(Quesito Caserio 15gr): E341: 0,015 E202: 0,03gr E234: 0,00018gr
Cena	(Yogurt 120gr): E120: 0,012gr E950: 0,042gr E955: 0,048gr		(Pimientos rellenos con jamón 400gr(36gr))*: E250: 0,0054gr E252: 0,009gr				
TOTAL	E-451: 1gr E-472e: 0,125gr E-300: 0,005gr E341: 0,015 E202: 0,03gr E234: 0,00018gr E120: 0,012gr E950: 0,042gr E955: 0,048gr	E-451: 1gr E-472e: 0,125gr E-300: 0,0032gr E341ii: 0,02gr E471: 0,10gr	E-451: 1gr E-472e: 0,125gr E-300: 0,005gr E-252: 0,014gr E-250: 0,0084gr	E-451: 1gr E223: 0,0024gr E306: 0,0048gr E249: 0,006gr	E-451: 1gr E223: 0,0016gr E306: 0,0032gr E250: 0,0045gr E249: 0,0105gr	E-451: 1gr E223: 0,0016gr E306: 0,0032gr	E-451: 1gr E223: 0,0016gr E306: 0,0032gr E300: 0,012gr E341: 0,015 E202: 0,03gr E234: 0,00018gr

Tabla 8. Cantidad de aditivos consumidos durante la semana 2.

*En la descripción de los ingredientes del producto “Pimientos rellenos con jamón” aparece lo siguiente: *jamón curado 9% (jamón de cerdo, sal, conservantes (nitrito de sodio y nitrato de potasio) y antioxidante (isoascorbato de sodio))*. Por lo que los cálculos para dichos aditivos se han hecho respecto a los 36 gramos procedentes del jamón curado.

Se ha calculado la cantidad de aditivo máxima admitida que podría ingerir la persona a la que se le ha realizado el seguimiento, utilizando el ADI (mg/kg) por su peso, 60kg.

ADITIVO	ADI (para 60Kg de peso)	ADITIVO	ADI (para 60Kg de peso)
E-120	0,3gr	E-306	0,12g
E-202	1,5gr	E-339	4,2gr
E-223	0,042gr	E-341	4,2gr
E-234	0,0078gr	E-341ii	4,2gr
E-235	0,018gr	E-385	1,5gr
E-249	0,0060gr	E-407	3gr
E-250	0,0060gr	E-451	4,2gr
E-252	0,222gr	E-950	0,9gr
E-300	0,9gr	E-955	0,9gr

Tabla 9. Cantidades máximas admitidas de los distintos aditivos, para una persona de 60 Kg

En las siguientes tablas se indican en rojo, los aditivos que se han consumido en cantidad cercana a la permitida y en rojo intenso en las situaciones en las que la cantidades consumidas sobrepasan a la permitida.

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Desayuno Almuerzo	(Leche 200mL): E-451: 1gr (Tostadas 25gr): E-472e: 0,125gr E-300: 0,005gr	(Leche 200mL): E-451: 1gr (Tostadas 25gr): E-472e: 0,125gr E-300: 0,005gr	(Leche 200mL): E-451: 1gr (Tostadas 25gr): E-472e: 0,125gr E-300: 0,005gr	(Leche 200mL): E-451: 1gr (Tostadas 25gr): E-472e: 0,125gr E-300: 0,005gr	(Leche 200mL): E-451: 1gr (Galletas 32gr): E223: 0,0016gr E306: 0,0032gr (Margarina 5gr): E202: 0,01gr	(Leche 200mL): E-451: 1gr (Tostadas 25gr): E-472e: 0,125gr E-300: 0,005gr	(Leche 200mL): E-451: 1gr (Tostadas 25gr): E-472e: 0,125gr E-300: 0,005gr
Comida		(Tacos de jamón 20gr): E-252: 0,005gr E-250: 0,003gr	(Garbanzos en conserva 50gr): E223: 0,0025gr			(Tacos de jamón 20gr): E-252: 0,005gr E-250: 0,003gr	(Tacos de jamón 20gr): E-252: 0,005gr E-250: 0,003gr
Merienda	(Galletas saladas 20gr): E341ii: 0,02gr E471: 0,10gr			(Fuet 40gr): E249: 0.006gr (Galletas saladas 20gr): E341ii: 0,02gr	(Cerveza con limón 330ml): E202: 0,66gr	(Fuet 40gr): E249: 0.006gr (Queso semicurado 32gr): E202: 0,064gr E235: 0,000032gr	(Fuet 40gr): E249: 0.006gr (Queso semicurado 32gr): E202: 0,064gr E235: 0,000032gr
Cena	(Jamón serrano 30gr): E250: 0,0045gr E249: 0,0045gr	(Mayonesa 10gr): E-202: 0,02 gr E-385: 0,001gr	(Jamón york 30gr): E451: 0,15gr E407: 0,30gr E250: 0,0045gr E120: 0,003gr (Queso sabanita 20gr): E339: 0,002gr E407: 0,2gr E202: 0,04gr	(Tacos de jamón 20gr): E-252: 0,005gr E-250: 0,003gr (Beicon 10gr): E451: 0,05gr E262 : 0,05gr E250: 0,0015gr			(Queso sabanita 20gr): E339: 0,002gr E407: 0,2gr E202: 0,04gr
TOTAL	E451: 1gr E472e: 0,125gr E300: 0,005gr E341ii: 0,02gr E471: 0,10gr E250: 0,0045gr E249: 0,0045gr	E451: 1gr E472e: 0,125gr E300: 0,005gr E252: 0,005gr E250: 0,003gr E202: 0,02 gr E385: 0,001gr	E451: 1,15gr E472e: 0,125gr E300: 0,005gr E223: 0,0025gr E407: 0,50gr E250: 0,0045gr E120: 0,003gr E339: 0,002gr E202: 0,04gr	E451: 1,05gr E472e: 0,125gr E300: 0,005gr E249: 0,006gr E341ii: 0,02gr E252: 0,005gr E250: 0,0045gr E262: 0,05gr	E451: 1gr E223: 0,0016gr E306: 0,0032gr E202: 0,67gr	E451: 1gr E472e: 0,125gr E300: 0,005gr E-252: 0,005gr E-250: 0,003gr E249: 0,006gr E202: 0,064gr E235: 0,000032gr	E451: 1gr E472e: 0,125gr E300: 0,005gr E252: 0,005gr E250: 0,003gr E249: 0,006gr E202: 0,104gr E235: 0,000032gr E339: 0,002gr E407: 0,2gr

	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14
Desayuno Almuerzo	(Leche 200mL): E-451: 1gr (Tostadas 25gr): E-472e: 0,125gr E-300: 0,005gr	(Leche 200mL): E-451: 1gr (Tostadas 16gr): E-472e: 0,125gr E-300: 0,0032gr	(Leche 200mL): E-451: 1gr (Tostadas 25gr): E-472e: 0,125gr E-300: 0,005gr	(Leche 200mL): E-451: 1gr (Galletas 48gr): E223: 0,0024gr E306: 0,0048gr	(Leche 200mL): E-451: 1gr (Galletas 32gr): E223: 0,0016gr E306: 0,0032gr	(Leche 200mL): E-451: 1gr (Galletas 32gr): E223: 0,0016gr E306: 0,0032gr	(Leche 200mL): E-451: 1gr (Galletas 32gr): E223: 0,0016gr E306: 0,0032gr
Comida			(Tacos de jamón 20gr): E-252: 0,005gr E-250: 0,003gr		(Jamón serrano 30gr): E250: 0,0045gr E249: 0,0045gr		(Melocotón en almíbar 60gr): E300: 0,012gr
Merienda	(Quesito Caserio 15gr): E341: 0,015 E202: 0,03gr E234: 0.00018gr	(Galletas saladas 20gr): E341ii: 0,02gr E471: 0,10gr		(Fuet 40gr): E249: 0.006gr	(Fuet 40gr): E249: 0.006gr		(Quesito Caserio 15gr): E341: 0,015 E202: 0,03gr E234: 0.00018gr
Cena	(Yogurt 120gr): E120: 0,012gr E950: 0,042gr E955: 0,048gr		(Pimientos rellenos con jamón 400gr(36gr))*: E250: 0,0054gr E252: 0,009gr				
TOTAL	E451: 1gr E472e: 0,125gr E300: 0,005gr E341: 0,015 E202: 0,03gr E234: 0.00018gr E120: 0,012gr E950: 0,042gr E955: 0,048gr	E451: 1gr E472e: 0,125gr E300: 0,0032gr E341ii: 0,02gr E471: 0,10gr	E451: 1gr E472e: 0,125gr E300: 0,005gr E252: 0,014gr E250: 0,0084gr	E451: 1gr E223: 0,0024gr E306: 0,0048gr E249: 0.006gr	E451: 1gr E223: 0,0016gr E306: 0,0032gr E250: 0,0045gr E249: 0,0105gr	E451: 1gr E223: 0,0016gr E306: 0,0032gr	E451: 1gr E223: 0,0016gr E300: 0,012gr E341: 0,015 E202: 0,03gr E234: 0.00018gr

5. Discusión.

Tras el seguimiento a lo largo de 14 días del consumo de aditivos en una dieta habitual se ha observado que el aditivo más consumido con un total de 16 veces es el E-451 o Trifosfatos con una cantidad estimada de 1g/día, y consumido todos los días del seguimiento. El E-451 es un estabilizante sintético y regulador de la acidez, tratándose de un derivado del ácido fosfórico (E-338). En grandes dosis puede provocar hiperactividad y problemas digestivos. A largo plazo puede reducir el equilibrio natural de calcio/fósforo en el organismo¹⁶. El E-451 es utilizado en chicles, refrescos, bebidas isotónicas, café soluble, nata montada, leche, lácteos, marisco pelado, sucedáneos de cangrejo o pescado, fideos orientales, legumbres precocinadas, salsas, quesos, patés, salchichas, embutidos, preparados hechos con carne de ave y productos que lleven jamón o cerdo.

Al tratarse de un aditivo utilizado en gran variedad de alimentos diferentes las cantidades ingeridas a lo largo del día pueden llegar a ser elevadas, sin embargo en nuestro caso las cantidades permitidas son muy superiores a las que se han consumido, con un de ADI 70mg/kg se podría llegar a consumir hasta 4,2g en una persona de 60 g sin presentar riesgo, y se han consumido en torno a 1g/día. Por lo que podemos afirmar que es difícil sobrepasar las cantidades recomendadas, teniendo que hacerse un abuso considerable de los alimentos que lo contienen para llegar a sobrepasarlas.

Un dato curioso es el hecho de no haber encontrado ningún aditivo perteneciente a los E-6XX (*Potenciadores del sabor*). Los potenciadores de sabor son compuestos químicos que se añaden a ciertos alimentos procesados para que aumente su sabor. La principal razón por la que se utilizan es para que resulten más sabrosos y adictivos. Pese a estar permitidos por la UE, la EFSA (European food safety authority) está constantemente revisando dichos aditivos, especialmente el ácido glutámico y sus sales (**E 620, E621, E622, E623, E624 y E625**), con el fin de confirmar su inocuidad y establecer unos límites a la hora de utilizarlos. Se ha estimado una IDA conjunta (para la suma de las 6 sales) de 30 mg / kg de peso por día. También son numerosas las peticiones realizadas para retirar estos aditivos (en concreto el glutamato monosódico) de la “lista positiva”.¹⁶ Esto se debe a que están relacionados con diversos efectos, tales como regulación del apetito, favoreciendo el consumo de productos que los contienen, generando adicción. En el caso explícito del GMS (Glutamato monosódico) está relacionado con el ‘síndrome del restaurante chino’, ya que los restaurantes chinos utilizan gran cantidad de este aditivo con el fin de potenciar el sabor de sus platos. Este síndrome lo padecen aquellas personas que son altamente sensibles a este tipo de compuestos, suelen presentarse dolores de cabeza, mareos, sudoración excesiva y enrojecimiento en la cara.

Sin embargo, como se ha podido comprobar, siguiendo una dieta saludable podemos lograr no consumir este tipo de aditivos, ya que sólo los encontramos en productos procesados.

De los resultados observados, sin duda los datos que nos resulta más preocupante son esas cantidades cercanas e incluso superiores a las recomendadas en la que son consumidos aditivos con un riesgo de toxicidad alta como son **E-250: NITRITO DE SODIO (Consumido en 10 ocasiones)**, **E-249: NITRITO DE POTASIO (Consumido en 7 ocasiones)** y **E-223: METABISULFITO DE SODIO (Consumido en 6)**.

En cuanto a los resultados del consumo de estos aditivos, en algún caso superior al recomendado, hay que tener en cuenta la existencia de un sesgo debido a una posible sobreestimación de la cantidad utilizada, ya que para el cálculo de las cantidades se ha utilizado la concentración máxima permitida. Pese a esto, observamos que en nuestro caso, teniendo en cuenta el sesgo, los niveles de E249 y E250 consumidos estuvieron cerca de sus ADI, llegando a sobrepasarlos en 2 ocasiones dicha cantidad. Es por esto que debería ponerse mayor atención en su consumo ya que estos resultados nos lleva a pensar que es fácil sobrepasar las cantidades recomendadas en este tipo de aditivos.

De los aditivos con mayor toxicidad consumida a lo largo de los 14 días de estudio, el **E-250 o NITRITO DE SODIO** es un conservante sintético obtenido por síntesis de Hidróxido de sodio (E524) con mezclas de Óxido nitroso (E942) y Óxido nítrico, mientras que el **E-249 o NITRITO DE POTASIO** es un conservante sintético que se obtiene por síntesis del Nitrato de potasio (E252). Se

emplean para prevenir el crecimiento de bacterias y microbios. El **E-250** con frecuencia se añade junto al Nitrato de potasio (E252) con la finalidad de potenciar el efecto de este conservante.

El **E-250** y el **E-249** son utilizados habitualmente en productos elaborados con carne, jamón o pescados. También sirven para elaborar la Sal nitro o Sal cura, que es una mezcla de sal refinada de mesa con nitritos y nitratos que se aplica en la conservación y curación de carnes y embutidos salados. Se conocen como efectos secundarios que en grandes dosis pueden reaccionar con la hemoglobina e impedir el transporte de oxígeno en la sangre por formación de metahemoglobina (metahemoglobinemia). Su uso no está permitido en productos dirigidos a niños menores de 6 meses ya que estos poseen un tipo diferente de hemoglobina, la cual es mucho más reactiva que la hemoglobina normal. Además se ha descrito, que la mezcla de estos aditivo con cloruro de sodio (sal común) puede dar lugar a nitrosaminas, sustancias potencialmente cancerígenas, las cuales se forman en el estomago a partir de nitritos y proteínas.

Aunque se conocen el riesgo tóxico que presentan el consumo de nitritos su uso habitual es debido a que ejercen un efecto de gran trascendencia en la elaboración de preparados cárnicos curados como es el hecho de inhibir el crecimiento de la *Clostridium botulinum*. Además, los nitritos, desde un punto de vista tecnológico, ejercen también unas funciones muy importantes, ya que refuerzan, por una parte, la acción conservadora de otras tecnologías (salazonado, ahumado, deshidratación) y, por otra, participan en el sabor y aroma característicos de los productos nitrificados.

El uso de nitratos y nitritos en la elaboración de productos cárnicos curados conlleva la producción de N-nitrosaminas que se forman por nitrosación de aminas y amidas y otros compuestos nitrogenados.

Las N-nitrosaminas pueden surgir mediante formación exógena (en el producto dependiendo de diversos factores que, en el caso de los alimentos, el más importante es el tratamiento térmico aplicado en el cocinado, fritura, asado, cocción, etc.) y por síntesis endógena (en el organismo, fundamentalmente en la saliva y el estómago).

Las nitrosaminas, o, más correctamente, N-nitrosoaminas, son moléculas que contienen un grupo funcional nitroso y que suscitan preocupación debido a que sus impurezas podrían ser cancerígenas para el ser humano.

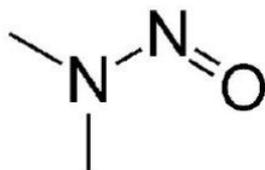


Figura 1: N-nitrosodimetilamina (NDMA)

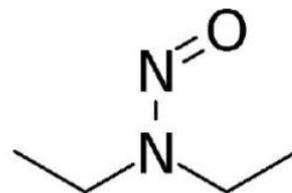


Figura 2: N-nitrosodietilamina (NDEA)

Existen evidencias de que la mayoría de las N-nitrosaminas analizadas (alrededor de 300) poseen actividad tóxica, genotóxica y cancerígena para un amplio número de especies animales, incluyendo primates. Por ejemplo, la N-nitrosodietilamina mostró tener actividad cancerígena en las doce especies que se ensayó, desde peces hasta primates superiores.⁹ Debido a la presencia de Nitrosaminas, entre otras cosas, la carne procesada ha sido considerada cancerígena por parte de la OMS. La carne procesada se clasificó como carcinógena para los humanos (Grupo 1), basada en evidencia suficiente en humanos de que el consumo de carne procesada causa cáncer colorrectal.¹³

Como hemos podido observar es fácil sobrepasar las cantidades máximas recomendadas en una dieta normal, por lo que el consumo de los alimentos que los contienen debería restringirse a un consumo esporádico y no frecuente de nuestra dieta.

Otro de los aditivos con un poder de toxicidad alto de los que hemos podido cuantificar un mayor consumo es el **E-223** o **METABISULFITO DE SODIO**. Un conservante sintético derivado de la combustión de minerales con azufre. Los conocidos sulfitos que lleva el vino se forman al poner en contacto el dióxido de azufre con disoluciones alcalinas. Se emplea para prevenir enzimas, bacterias, evitar la decoloración de los alimentos y en panadería para mejorar la capacidad de amasado del pan. Se utiliza en numerosos alimentos tales como vinagres, vinos, cervezas, zumos, legumbres, ensaladas, frutos secos, postres dulces, etc. En dosis bajas provoca irritaciones en el tubo digestivo y hace inactiva la Vitamina B. A largo plazo su consumo regular podría provocar avitaminosis (déficit de vitaminas en el organismo). En grandes dosis puede provocar dolores de cabeza, náuseas, vómitos, alergia, irritación de los bronquios y asma. No se recomienda el consumo de carne fresca envasada con este aditivo porque podría enmascarar la pérdida de color que causa el deterioro bacteriano, aunque la ley permite su uso. Pese a que en nuestro caso no hemos reportado valores cercanos al ADI, debido a su toxicidad y el hecho de que está presente en bebidas como el vino donde puede existir un consumo abusivo es uno de los aditivos que deberíamos vigilar y reducir su consumo.

6. Conclusiones.

- Todos los aditivos encontrados en el seguimiento están controlados y han sido autorizados por las autoridades competentes.
- En la actualidad el consumo de aditivos es muy frecuente, registrando una media de 13,9 aditivos por día en el caso del seguimiento realizado, teniendo en cuenta que la persona a la que se le ha realizado el estudio lleva una dieta saludable, este número podría verse incrementado muy notoriamente en otro tipo de dietas.
- Los aditivos analizados no han superado, salvo en una ocasión, los niveles ADI establecidos por lo que no se observa riesgo de posible toxicidad en el consumo de dichas sustancias. Sin embargo, existen problemas para encontrar las cantidades consumidas pudiendo nuestros resultados presentar sesgos por haber tenido que trabajar con concentraciones estimadas.
- En el caso de los nitritos E-249 y E-250 si que se observan cantidades de consumo cercanas a las permitidas, dado que dichos aditivos pueden estar implicados en la formación de productos cancerígenos, donde no existe una relación directa causa-efecto, se debería limitar su consumo a ocasiones esporádicas y no habituales dentro de nuestra dieta.
- Existen aditivos de uso muy frecuente como el E451 donde las cantidades ingeridas diarias son importantes por estar presentes en un gran número de productos, pero cuyos límites establecidos son muy superiores a los observados en un consumo normal. No obstante se deberían vigilar en el caso de que se abuse de alguno de los alimentos en los que están presentes.
- En el caso del E-223 o Metabisulfito de sodio, pese a que en nuestro caso no hemos reportado valores cercanos al ADI debido a su elevada toxicidad y a el hecho de que está presente en bebidas como el vino o la cerveza donde puede existir un consumo abusivo, es uno de los aditivos que deberíamos vigilar y limitar su consumo.
- En numerosos aditivos se hace referencia al término *Quantum satis* para referirse a la dosis máxima y pese a que dichos aditivos se consideren inocuos, la falta de definición de una dosis máxima para su uso en algunos casos podría provocar la existencia de riesgos que no se pueden evaluar.

7. Bibliografía.

1. Reglamento por el que se establece un procedimiento de autorización común para los aditivos, las enzimas y los aromas alimentarios. CE n ° 1333/2008 de 16 de diciembre. Parlamento Europeo y del Consejo (Texto pertinente a efectos del EEE)
2. FAO. OMS. Codex Alimentarius. Norma general para los aditivos alimentarios. Disponible en: http://www.fao.org/gsfaonline/docs/CXS_192s.pdf
3. Aditivos alimentarios [Internet]. Disponible en: <https://www.aditivos-alimentarios.com/>
4. Reglamento por el que se modifica el anexo II del Reglamento (CE) n o 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo para establecer una lista de aditivos alimentarios de la Unión. CE n° 1299/2011 de 11 de noviembre de 2011. (Texto pertinente a efectos del EEE)
5. AECOSAN. Agencia Española de consumo sayn. Preguntas y respuestas sobre aditivos alimentarios. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad., Subdirección General de Promoción de la Seguridad Alimentaria.2015. Disponible en: http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/subdetalle/aditivos_alimentarios.htm
6. Melham B. Food additives: An ethical evaluation. British Medical Bulletin. 2011; 99(1). Disponible en: <https://academic.oup.com/bmb/article/99/1/7/297198>
7. Romeiro S, Delgado M. Aditivos alimentares: Conceitos básicos, legislação e controvérsias. Revista Nutricias. 2013;(18). Disponible en: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2182-72302013000300006
8. Teixeira Polônio ML, Peres F. Consumo de aditivos alimentares e efeitos à saúde: desafios para a saúde pública brasileira. Cadernos de Saúde Pública. 2009; 25(8). Disponible en: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-311X2009000800002&script=sci_abstract&tlng=pt
9. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre una cuestión planteada por la Dirección Ejecutiva de la AESAN, en relación con el riesgo de la posible presencia de N-nitrosaminas en productos cárnicos crudos adobados. www.aecosan.msssi.gob
10. Información sobre los ADIs. <https://www.my-personaltrainer.it/>
11. María de la Concepción Calvo Carrillo, Eduardo Mendoza Martínez. Toxicología de los alimentos. McGraw Hill, cop. 2012
12. Enedina Lucas Viñuela, consultora internacional de la FAO. Características generales de los aditivos alimentarios y evaluación de su ingesta.

13. Comunicado de la OMS sobre evaluación de la carcinogenicidad de la carne roja y la carne procesada. Disponible en: <https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2015/cancer-red-meat/es/>
14. EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS). Re-evaluation of potassium nitrite (E 249) and sodium nitrite (E 250) as food additives. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2017.4786>
15. Base de datos sobre aditivos autorizados por la UE junto con su legislación existente. https://webgate.ec.europa.eu/foods_system/main/?event=display
16. Grupo de Investigación ERC Aragón. Fuentes ocultas de fósforo: presencia de aditivos con contenido en fósforo en los alimentos procesados. <https://www.scielo.isciii.es>
17. Petición n.º 1001/2016, presentada por F. M., de nacionalidad alemana, sobre la prohibición de uso del glutamato en alimentos destinados a consumo humano y piensos para animales. <https://www.europarl.europa.eu>