



**FACULTAD DE FARMACIA
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE**

**TRABAJO FIN DE GRADO
TÍTULO: ADITIVOS ALIMENTARIOS EN EL
SECTOR DERIVADOS DE CEREALES**

Autor: Marina Rodríguez Marín

Tutor: María José Villanueva Suárez

Convocatoria: Junio 2018

ÍNDICE

RESUMEN	3
PALABRAS CLAVE	3
ABSTRACT	3
KEY WORDS	4
1- INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	4
1.1 Aditivos y marco legislativo	4
• Agentes de tratamiento de la harina.....	4
• Antioxidantes:	4
• Colorantes.....	6
• Conservantes.....	6
• Correctores de la acidez:	6
• Edulcorantes	6
• Emulgentes y estabilizadores:.....	6
• Espesante y gelificante:	7
• Gasificante.....	7
1.2 El sector de los derivados de cereales: panes de moldes y galletas.....	9
2- OBJETIVOS	10
3- METODOLOGÍA	10
4- RESULTADOS.....	11
5- DISCUSIÓN.....	14
6- CONCLUSIONES	20
7- AGRADECIMIENTOS	20
8- BIBLIOGRAFÍA	20

RESUMEN

En un mundo superpoblado las industrias se ven en la necesidad de emplear aditivos por razones de índole económica, nutricional, tecnológicas o psicológicas. Pero como un trabajo de todos sería muy extenso se ha acotado al sector panadero y galletero, alimentos que tienen un amplio consumo entre la población. Para ello se ha llevado un trabajo de campo visitando todos los establecimientos alimentarios de la Comunidad de Madrid que son franquicia.

Existen una gran cantidad de aditivos aprobados para usarse en la elaboración de alimentos con distintas funciones reunidos en los reglamentos 1333/2008 y 1129/2011. Los objetivos de este trabajo son describir estos componentes, analizar su legislación y seguridad, así como las necesidades de su uso en un momento en el cual parece que solo lo natural es bueno.

Se observa que los aditivos más empleados entre los panes de molde son los emulgentes, conservantes y antioxidantes, y entre las galletas reguladores de la acidez, emulgentes y agentes de tratamiento de la harina. En la discusión se ha profundizado en la necesidad de utilización de los aditivos concretos indicados en el etiquetado y su posible riesgo para la salud del consumidor. Se llega a la conclusión de que los aditivos usados en la industria alimentaria tienen un control riguroso y su presencia debe ser comunicada al consumidor.

PALABRAS CLAVE: aditivos alimentarios, pan de molde, galletas

ABSTRACT

In an overpopulated world, industries are in need of using additives for economic, nutritional, technological or psychological reasons. But as a work of all would be very extensive has been bounded to the bakery and biscuit sector, foods that have a wide consumption among the population. To do this, a fieldwork has been carried out visiting all the food establishments in the Community of Madrid that are franchised.

There are a large number of additives approved for use in the preparation of foods with different functions gathered in regulations 1333/2008 and 1129/2011. The objectives of this work are to describe these components, analyze their legislation and safety, as well as the needs of their use at a time when it seems that only the natural is good.

It is observed that the most used additives between the mold loaves are the emulsifiers, preservatives and antioxidants, and between the acidity regulating cookies, emulsifiers and flour treatment agents. In the discussion the need for the use of the specific additives indicated in the labeling and its possible risk for the health of the consumer has been deepened. It is

concluded that the additives used in the food industry have a strict control and their presence must be communicated to the consumer.

KEY WORDS: food additives, sliced bread, biscuits

1- INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

1.1 Aditivos y marco legislativo

El reglamento (CE) número 1333/2008 sobre aditivos alimentarios define a estos como: *“Toda sustancia que normalmente no se consume como alimento en sí misma, ni se use como ingrediente característico de los alimentos, tenga o no valor nutritivo, y cuya adición intencionada- con un propósito tecnológico a un alimento durante su fabricación, transformación, preparación, tratamiento, envasado, transporte o almacenamiento tenga por efecto, que el propio aditivo o sus subproductos se conviertan directa o indirectamente en un componente del alimento”*¹, por lo que tendrá que figurar como un ingrediente más en el etiquetado del alimento.

De acuerdo con el reglamento (CE) nº 1333/2008, existen 26 clases funcionales (anexo I) de aditivos, según la acción tecnológica que lleven a cabo en el alimento. De todas ellas, solo voy a referir a las encontradas en las etiquetas del muestreo realizado: agentes de tratamiento de las harinas, antioxidantes, colorantes, conservantes, correctores de la acidez, edulcorantes, emulgentes, estabilizantes, gasificantes, y gelificantes.

A continuación, comentaré brevemente la función general de cada uno de los aditivos mencionados. Posteriormente, en el apartado de discusión comentaré con detalle el motivo de añadirlo a los productos muestreados, así como los aditivos concretos con sus números E identificativos.

- Agentes de tratamiento de la harina: también llamados mejorantes panarios. Son usados buscando dos objetivos: el blanqueo de la harina con la destrucción de los carotenoides y mejorar el amasado de la harina al modificar la estructura del gluten⁸.
- Antioxidantes: necesarios para neutralizar a los radicales libres entre los cuales se establece un equilibrio. Si las especies reactivas de oxígeno (ROS), de nitrógeno (RSN), o de sulfuro (RSS) modifican el equilibrio oxidativo causando estrés que puede ocasionar lesiones celulares y metabólicas en el hombre por su acción en lípidos, proteínas y DNA que al final se relacionan con más de cien enfermedades patológicas

como las cardiovasculares, artritis reumatoide, cataratas, inflamatorias, envejecimiento o algunos tipos de cáncer.

Los antioxidantes que encontramos en nuestra alimentación se engloban dentro de las defensas exógenas. Tal es el caso de la vitamina C (E-300 ácido ascórbico) o las distintas isoformas de la vitamina E (E-306-309 tocoferoles). Éste último es el principal antioxidante en el caso de moléculas oleosas y por lo tanto se encuentra en la mayoría de los alimentos, que cuentan con aceites, margarinas o lípidos en su composición.

Estas moléculas pueden actuar previniendo o retardando la formación de los compuestos oxidantes, para ello cada una tiene su propio mecanismo que le reporta su capacidad antioxidante. En la figura 1 se observa como el ácido ascórbico es un éster cíclico, con una cetona en posición α y puede donar dos electrones a las moléculas de su alrededor pasando a estar oxidado.⁹

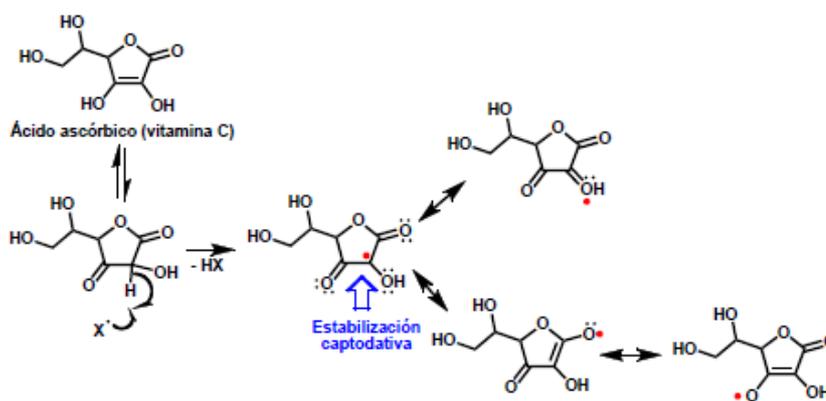


Figura 1: Mecanismo donde se observa la capacidad oxidativa de la vitamina C Tomado de las diapositivas del profesor José Carlos Menéndez de la asignatura de Química Farmacéutica II de la Universidad Complutense de Madrid.

En cambio, los tocoferoles son muy liposolubles por su anillo aromático de cromano el cual se une a una cadena de fitilo (cadena polipronoide. Esto les hace idóneos para evitar la peroxidación lipídica de todos los alimentos que tengan grasas, como el pan de molde y galletas con la mantequilla, por ejemplo, tal y como se ve en la figura 2.

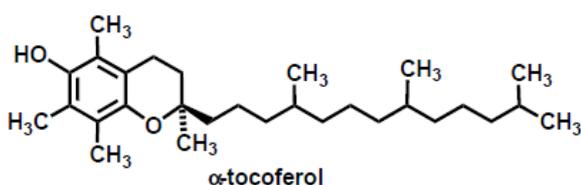


Figura 2: Vitamina E (isoforma α del tocoferol) Tomado de las diapositivas del profesor José Carlos Menéndez de la asignatura de Química Farmacéutica II de la Universidad Complutense de Madrid

- **Colorantes:** son el grupo de aditivos que tiene más cuestionado su uso. Pero la realidad es que constituye un factor importante a la hora de alimentarnos. Habitualmente cada color está asociado con un sabor específico o intensidad (caso del limón con el amarillo). A su vez mejoran la apariencia que podría haberse visto afectada o aseguran la uniformidad de color en todo el alimento.
- **Conservantes** Se usan para asegurar la calidad sanitaria del alimento, alargar la vida útil del producto y limitar el crecimiento de microorganismos patógenos. Para ello deben cumplir con una serie de características: tener un amplio espectro de acción, no provocar resistencia antimicrobiana, no afectar a los microorganismos útiles, como los de la levadura, ser estables en los alimentos, no reaccionar con componentes de éstos o del envase, sería deseable que fueran incoloros, inodoros, insípidos, solubles en alimentos y baratos, como no son bactericidas sino bacteriostáticos es importante contar con una materia prima de buena calidad².
- **Correctores de la acidez:** se usan en el control del pH de un alimento ya sea aumentando su acidez o alcalinidad. Aunque en algunos sitios aparezca como sinónimo de acidulantes o acidificantes, esto no es correcto pues solo se han de llamar así los que disminuyen el pH. Casi todos suelen tener también la función de antiapelmazantes y pueden ser también antioxidantes, endurecedores, emulsionantes o colorantes. El pH de un alimento es un factor intrínseco cuya variación modifica el sabor, la oxidación o la conservación².
- **Edulcorantes:** empleados para crear productos bajos en calorías, o aptos para diabéticos sin perder el sabor dulce que tanto gusta a los consumidores, siendo esta preferencia innata y relacionada con la sensación de placer y felicidad¹¹.
- **Emulgentes y estabilizadores:** son uno de los aditivos más necesarios a la hora de elaborar estos alimentos derivados de cereales. Acorde al reglamento 1333/2008 “son 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”¹. Para que un compuesto sea considerado emulgente debe: prevenir la coalescencia (colisión entre dos gotas que crea una sola) de las gotas dispersas, ser soluble en las diferentes fases del sistema, reducir la tensión superficial e interfacial, formar una capa monomolecular en la interfase, presentar una concentración superior en la interfase que la disuelta en la fase líquida.²

- **Espesante y gelificante:** Los primeros son sustancias que aumentan la viscosidad de un alimento. Mientras que los segundos son sustancias que dan textura a un producto alimenticio mediante la formación de un gel¹. Estos aditivos son hidrocoloides alimentarios. Estos compuestos se disuelven completamente en el alimento y son parcial o totalmente solubles en el agua, hinchándose en presencia de ésta. Esto es debido a la gran cantidad de grupos hidroxilo (OH⁻) que tienen. Lo que les hace idóneos para formar geles, aumentar la viscosidad, emulsionar o estabilizar el medio. Generan un estado intermedio entre las disoluciones reales y las suspensiones.²
- **Gasificante:** sustancias o combinaciones de sustancias que liberan gas y, de esa manera, aumentan el volumen de una masa.¹ Son los componentes de las llamadas levaduras químicas compuestas por bicarbonatos y carbonatos con un ácido lo cual en disolución desarrollan una reacción ácido base en la cual desprenden el gas tal y como se observa en la figura 3:

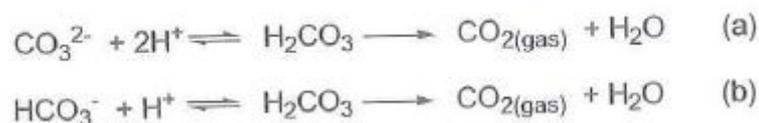


Figura 3: Ecuaciones químicas para la formación de dióxido de carbono a partir de carbonatos (a) y bicarbonatos (b) por reacción con ácidos. Modificado de: Mateos-Aparicio Cediél I, editor. Aditivos alimentarios. Madrid: Dextra; 2017. 314 p.

Los aditivos son necesarios en la industria alimentaria para satisfacer las demandas, necesidades y exigencias del consumidor. Si bien existe una polémica en torno a estas sustancias, los aditivos son seguros, ya que el reglamento citado anteriormente (nº 1333/2008) armoniza todas las leyes europeas anteriores referidas a los aditivos y establece los criterios, por el cual estos componentes deben ser evaluados, autorizados y listados como aprobados antes de su utilización. Todos los aditivos autorizados en la UE (Unión Europea) previamente al 20 de enero de 2009, tienen que ser reevaluados y valorar su riesgo acorde a la última información científica que tenga la EFSA³.

Cuando se va a solicitar la aprobación de un aditivo, se elabora un documento con cuatro secciones: especificaciones químicas (purezas, métodos de identificación, posibles impurezas, residuos), evaluaciones anteriores y autorizaciones, propuesta de uso y evaluación de exposición y los estudios toxicológicos (toxicidad aguda, toxicidad a corto plazo, toxicidad a

largo plazo, y más específicos). Estos últimos ensayos , deben realizarse in vitro e in vivo , usando animales de experimentación y estudios epidemiológicos y clínicos en seres humanos.

De estos dos tipos de estudios, se deduce el NOAEL (no-observed-adverse-effect level) y el LOAEL (lowest observed adverse effect level). Debido a las limitaciones de estos parámetros y que no siempre pueden ser determinados con exactitud, se tiende a sustituir por el parámetro estadístico del BMDL (Benchmark Dose Level).

Con todos estos datos, se determina el ADI (Acceptable Daily Intakes) o IDA (Ingesta Diaria Admisible), la cual se define como la cantidad de aditivo alimentario expresado en función del peso corporal, que puede ser ingerida en una dosis diaria durante toda la vida por una persona sin poner en peligro su salud. Se expresa en un rango de 0-X mg por Kg de peso corporal por día.

Este parámetro sirve para proteger la salud del consumidor, y hacer más fácil la trazabilidad. Además, al ser creado de manera universal se puede emplear en todos los países y sectores de población. Los fabricantes de la Unión Europea siguen el reglamento de la comisión de 11 de noviembre de 2011 por el que se desarrolla el anexo II del reglamento (CE) 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo para establecer una lista de aditivos alimentarios autorizados para todos los países miembros de la UE. En dicho texto se incluye una lista de los alimentos que no pueden tener aditivos como por ejemplo la mantequilla, los víveres sobre los que no pueden establecerse colorantes, así como una lista de los aditivos permitidos en alimentación junto a los alimentos que se pueden añadir y la cantidad máxima¹⁴.

Respecto a la dosificación surgen dos grupos de aditivos:

- **Quantum satis:** término en latín que significa lo necesario. Se emplea para los que no son perjudiciales para la salud y los fabricantes pueden añadir todo lo necesario para conseguir el efecto deseado.
- **Los que tienen un límite:** porque pueden ser perjudiciales superado el IDA. El cual se calcula con el NOAEL y distintos factores de seguridad en los cuales se tiene en cuenta que los estudios se realizan en animales, la variedad interindividual de las personas o que no siempre se tiene el NOAEL y es necesario usar el LOAEL.

Los estados miembros, evalúan individualmente la ingesta promedio del aditivo en grupos de población, con consumo medio y con consumo extremo asesorados por la EFSA. Si se observa que la IDA se encuentra dentro de la ingesta promedio y extrema, no suele haber problemas de

daño. Ante cualquier cambio en el patrón de consumo, habría que volver a realizar los estudios toxicológicos³.

1.2 El sector de los derivados de cereales: panes de moldes y galletas

Como la utilización de los aditivos en la elaboración de los derivados de cereales es tan amplio, se decidió acotar el muestreo a dos grupos de productos: los panes especiales y las galletas (sin coberturas ni rellenos).

El pan es uno de los alimentos de mayor consumo al año en nuestro país, y aunque el industrial sea menos ingerido, los datos en el 2017 fueron los siguientes: los panes industriales frescos donde se engloba el pan de molde tuvieron las siguientes porcentajes: normales (49.5% del total), luego panes enriquecidos (28.1%), panes integrales (11.3%) y los panes sin corteza (11.1%) , lo que supone un consumo por parte de los hogares españoles de 6.2 kilogramos por persona que suponen 9.9 euros. El consumo de galletas fueron 576.610 toneladas en 2017, siendo las mayoritarias, las estudiadas en el trabajo, es decir, las de desayuno que corresponde al 24.2% del total, según MERCASA empresa pública cuyos accionistas son la Sociedad Estatal de Participaciones Industriales (SEPI) y el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA)⁵.

Según la reglamentación correspondiente el *pan especial* es “*aquel no englobado en la definición de pan normal, es decir aquel producto perecedero resultante de la cocción de una masa obtenida por la mezcla de harina de trigo, sal comestible y agua potable, fermentada por especies de microorganismos propios de la fermentación panaria. Ya sea por su composición: usa un aditivo o coadyuvante tecnológico autorizado para pan especial, usa harina enriquecida, emplea ingredientes que eleven su valor nutritivo o lleva microorganismos no propios de la fermentación propiamente añadidos*”¹⁵. Dentro de este grupo se encuentra el *pan de molde* como: “*aquel que tiene una corteza blanda y que para su cocción ha sido introducido en un molde*”⁶. Así como también los *panes sin gluten* (seleccionados en este estudio) que se definen como: “*los panes elaborados con otras harinas, normalmente distintas de la harina de cereales del género Triticum, con los aditivos adecuados para su correcta elaboración. El contenido máximo de gluten y el etiquetado de este tipo de panes se debe ajustar a lo especificado en el reglamento (UE) nº 41/2009*”⁶.

El sector galletero define a las *galletas* como: “*productos de bollería/pastelería por su composición y forma de elaboración, pero por su peso en la alimentación y la gran variedad*

de productos que abarcan se consideran una categoría independiente, diferenciándose fundamentalmente de los otros dos tipos por su bajo contenido en agua”⁷.

Acorde a la reglamentación Técnico Sanitaria para elaboración, circulación y comercio de galletas del Real Decreto 1124/1982 se incluye la siguiente clasificación: marías, tostadas y troqueladas, “Cracker” y de aperitivo, barquillos con o sin relleno, bizcochos secos y blandos, galletas tipo sándwiches, pastas blandas y duras y bañadas con aceite vegetal⁷.

El presente trabajo se ha ceñido a marías, tostadas, troqueladas, y chiquilín es decir “*aquellas elaboradas a base de harinas, azúcares y grasas comestibles, a las que se pueden añadir otros ingredientes para su enriquecimiento formando una masa elástica a consecuencia del desarrollo del gluten. Se cortan por sistema de prensa o rodillo troquelado*”⁷.

2- OBJETIVOS

Los propósitos de este trabajo son los siguientes:

1. Conocer el marco legislativo de los aditivos alimentarios
2. Realizar un trabajo de campo observando en el etiquetado los aditivos utilizados según la legislación en el sector derivados de cereales.
3. Explicar el motivo de cada aditivo en los grupos seleccionados: panes de molde y galletas, en referencia a su función tecnológica en la elaboración
4. Por último, revisar la seguridad y repercusiones sobre la salud de los aditivos utilizados en la fabricación de los alimentos seleccionados.

3- METODOLOGÍA

Este trabajo se ha dividido en dos partes. La primera es un trabajo de campo consistente en ir al menos a un supermercado de cada franquicia de la Comunidad de Madrid. Una vez allí se han tomado fotografías para después analizar las etiquetas y ver que aditivos tienen todos los panes de molde con sus distintas variedades y galletas del tipo María®, tostadas, Chiquilín® y Tosta Rica®.

Dichas visitas tuvieron lugar entre febrero y abril , y los establecimientos visitados fueron los siguientes: Ahorramás, Alcampo, Aldi, Carrefour (con su variedad Carrefour exprés) Casa Elías, Condis, Coviran, Dealz, Día (con sus variedades Día Market, Día&Go, Día Maxi, La Plaza de Día), E.Leclerc, Eroski, Froiz, Hiber, Hiperusera, La despensa, Lidl, Mercadona, Montepinos, Sánchez Romero, Simply, Supercor, Supermercado de Hipercor, Supermercado del Corte Inglés, Superplaza, Supersol y Veritas.

A partir de dichos datos, se crearon dos hojas de cálculo en la que analizar el tipo de variedad de alimento y el aditivo que tenían y de allí tablas dinámicas y gráficas en las cuales se relaciona la función del aditivo con la variedad en la que están. Fueron seleccionadas cuatro gráficas:

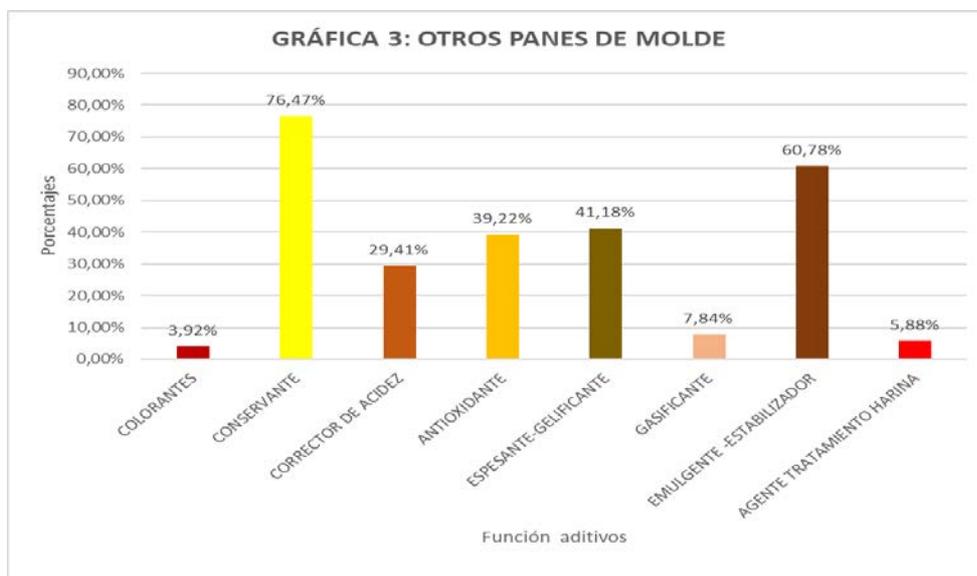
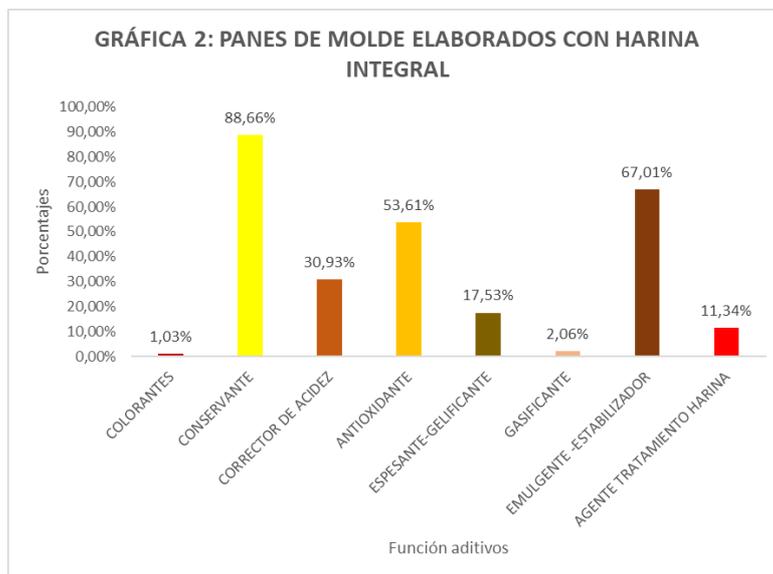
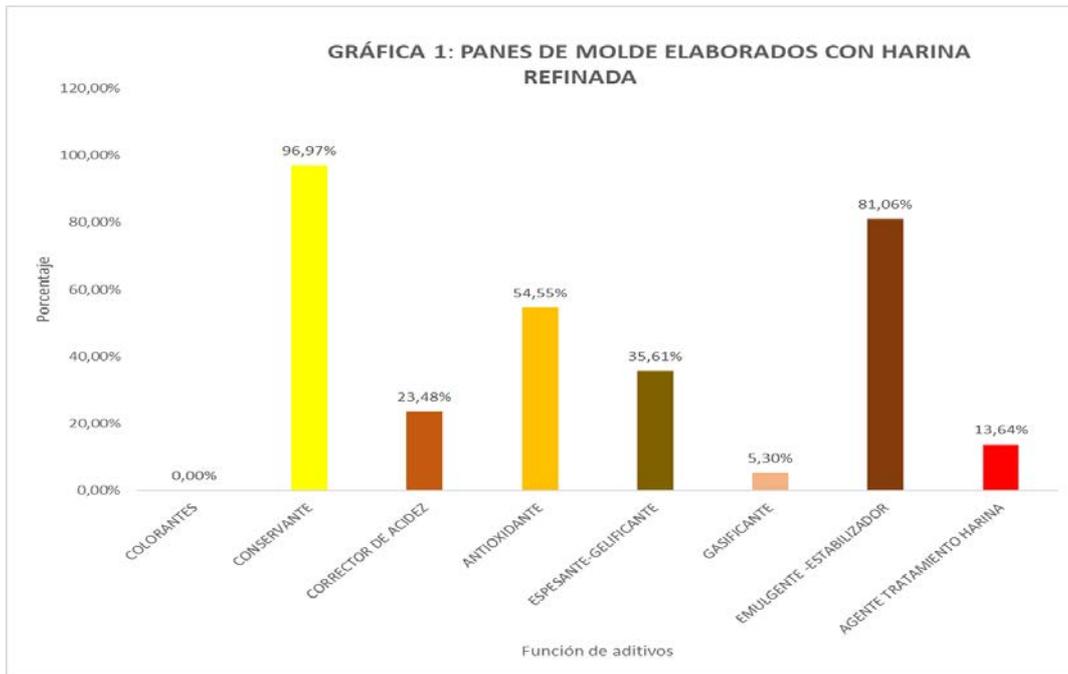
- **Galletas (n=98)**: comprende todas las variedades analizadas: María y derivados (hojaldradas, integrales...) (n=56) + tostadas (n=1) + Tosta Rica® (n=9) + Chiquilín® (n=15) tanto de marca original como marca blanca.
- **Pan de molde elaborado con harina refinada (n=100)**: dentro está el sin corteza, formatos especiales como el familiar, especial rebanada ideal para tostar, para hacer torrijas...
- **Pan de molde elaborado con harina integral (n=97)**: se considera integral según el actual Real Decreto 1137/1984. Dentro de él también está considerado el sin corteza
- **Otros panes de molde (n=51)**: aquí se incluyen multi cereales, de centeno, sin gluten...

Mientras que en la segunda parte se ha realizado una búsqueda bibliográfica sistemática desde enero de 2018 a abril de 2018 en bases de datos online como "Science Direct", "PubMed", reglamentos europeos, "Codex Alimentarius" así como distintos libros y revistas sobre la industria alimentaria.

Los criterios de inclusión usados fueron: texto completo en español o en inglés sobre el tema, a ser preferible lo más actualizado posible, Por otra parte, los criterios de exclusión: son textos donde únicamente apareciera el abstract, textos de aditivos no incluidos en las etiquetas del trabajo de supermercado o que fueran de coadyuvantes tecnológicos en el sector panadero como pueden ser aceites comestibles, amilasas o cera de abejas.

4- RESULTADOS

Tras realizar el muestreo y el análisis de datos, adjunto 4 gráficas en función del porcentaje del tipo de aditivos que tienen los panes de molde y las galletas (Gráficas 1,2,3 y 4) como una general de cada alimento en la cual se ve el aditivo concreto (Gráficas 5 y 6).

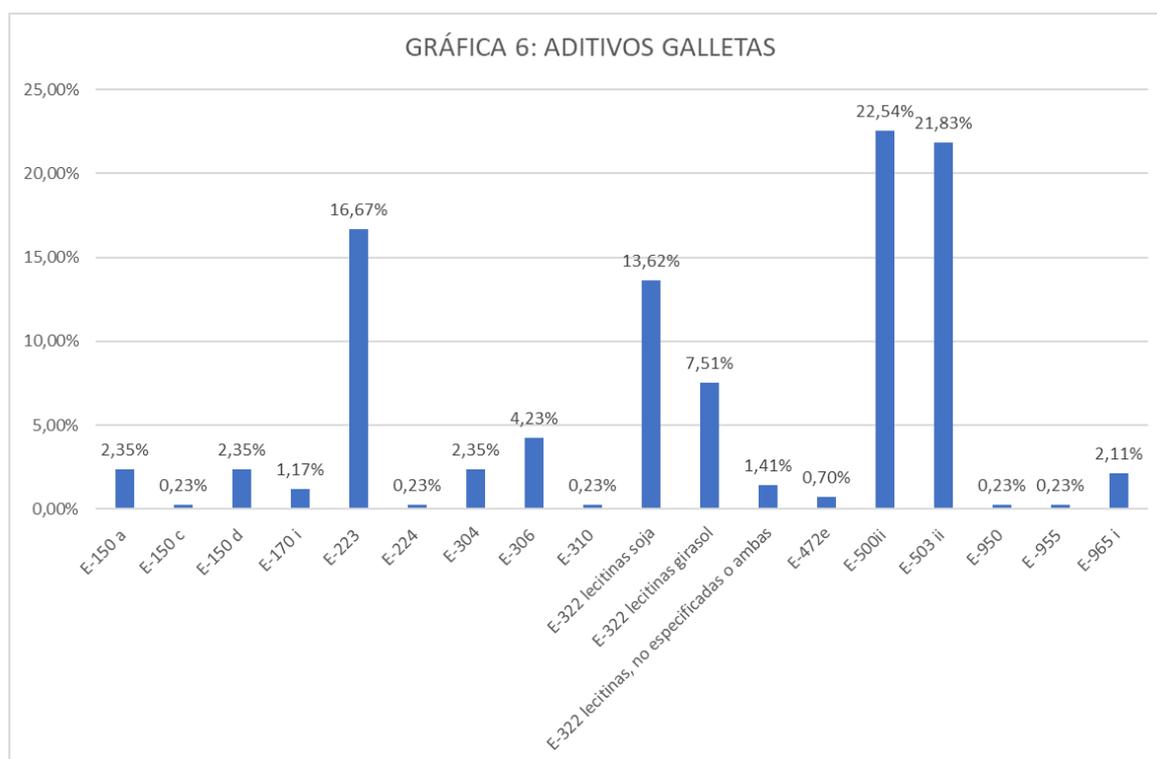
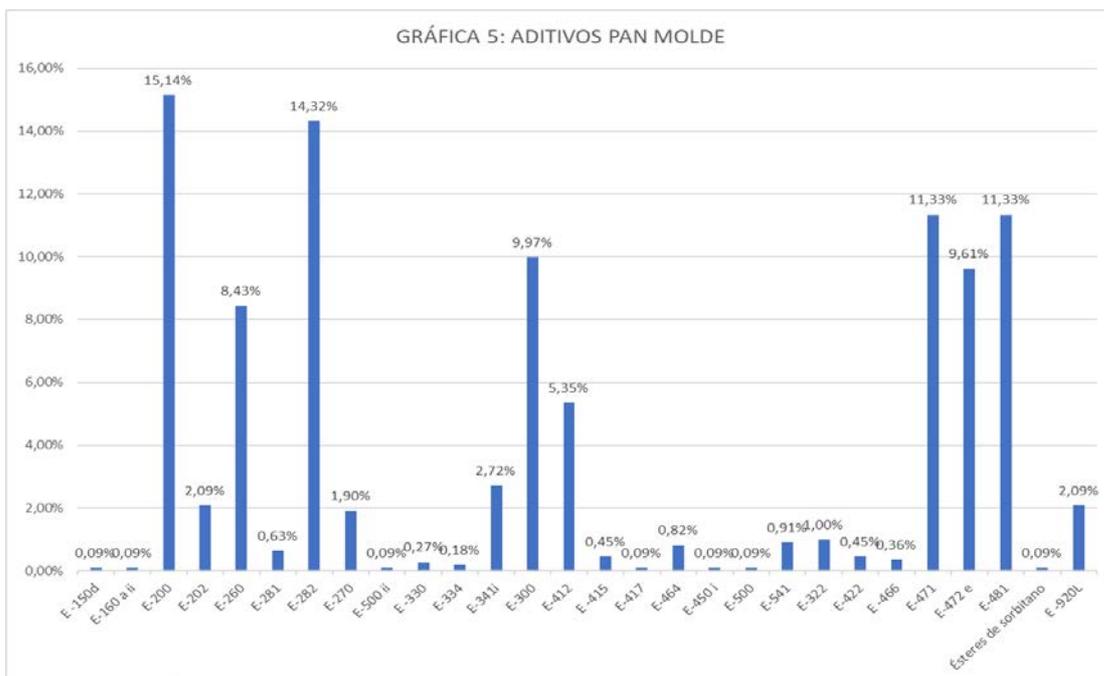




Para las gráficas 1,2,3 y 4, la leyenda de colores ha sido la siguiente: **colorantes:** bermellón **conservantes:** amarillo, **corrector de acidez:** naranja butano, **antioxidante:** naranja, **espesante-gelificante:** ocre, **gasificante:** naranja pastel, **emulgente:** marrón, **agente de tratamiento de la harina:** rojo y **edulcorante:** gris.

Como se observa en las gráficas 1, 2 y 3 independientemente de la variedad de pan de molde el aditivo mayoritario son los conservantes, en especial en el pan fabricado con harina refinada con un 96.97%, mientras que el integral presenta un porcentaje ligeramente inferior a 86,6% esto puede ser debido a que el cereal integral se encuentra más entero otorgando por tanto mayor protección. El siguiente grupo de aditivos en orden descendente es el de los emulgentes (81.06% en panes elaborados con harina refinada, 61.07% con harina integral y 60.78% en otros panes). Luego encontramos los antioxidantes, después espesante y gelificante y ya por último, corrector de acidez, gasificantes y colorantes.

En lo referente a las galletas como se aprecia la práctica totalidad contienen reguladores de la acidez (97.96%), luego emulgentes (79.59%), agentes de tratamiento de la harina (77.47%) seguido de colorantes (22.45%), antioxidantes (18.37%) y edulcorantes (9.18%).



5- DISCUSIÓN

Según la definición de aditivo de la introducción, éstos no son alimentos, aunque puedan tener valor nutritivo. Esto sucede, por ejemplo, con la riboflavina E-101 si es usada como colorante amarillo entonces es considerada aditivo. La misma sustancia también tiene función vitamínica

concretamente la B₂, y cuando se añade a los alimentos se considera sustancia enriquecedora. Esto sucede con un 7.14% de las muestras de galletas concretamente tipo Tosta Rica.

Tampoco son considerados aditivos los aromas pues siguen una legislación aparte: El reglamento 1334/2008, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre los aromas y determinados ingredientes alimentarios con propiedades aromatizantes utilizados en los alimentos. Hoy en día una de las cuestiones que más preocupan a los consumidores es la seguridad y la falsa percepción de peligro de las sustancias químicas en especial los aditivos. Pero como ésta comentado en la introducción no hay ningún problema siempre que no se sobrepase la IDA de manera continuada.

Tras la realización del muestreo y teniendo en cuenta la legislación correspondiente encontramos que un 66.66% de los aditivos utilizado en la elaboración de los productos estudiados han sido añadidos *quantum satis*¹⁴, lo cual significa que no suponen ningún riesgo para el consumidor ya que carecen de absoluta toxicidad. Los códigos identificativos de dichas sustancias son: E-170 i, E-260, E-470, E-281, E-282, E-300, E-304, E-306, E-322, E-330, E-334, E-341, E-412, E-415, E-417, E- 464, E-471, E-472, E-500, E-500 ii, E-503 ii, E-920 y E-965 i.

Mientras que de los otros 13 aditivos que necesitan IDA estos son los valores en el sector panadero y galletero^{2,14}:

1. E-150 a caramelo natural: 300 mg/kg de peso corporal/día
2. E-150 c: caramelo amónico: 100 mg/kg de peso corporal/día sigue en estudio los posibles efectos sobre el sistema inmunitario¹³
3. E-150 d: caramelo de sulfito: 300 mg/kg de peso corporal/día
4. E-200 ácido sórbico: IDA: 0-25 mg/kg por el potencial tóxico de los productos de transformación en el alimento con nitratos y sulfatos crean compuestos de acción mutágena como el ácido etilnitrólico.
5. E-223 metabisulfito de sodio: 0-0.7 mg/kg de peso corporal por las posibles hipersensibilidades que puedan haber o provocar.
6. E-224 metabisulfito: 0-0.7 mg/kg de peso corporal
7. E-310 galato de propilo: 200 mg/Kg
8. E-472 e: monoglicéridos de ácidos grasos esterificados con diacetil tartárico (DATA): *quantum satis* (Excepto galletas para uso infantil entonces 5000 mg/Kg)
9. E-481: estearoil-2-lactato de sodio: 5000 mg/Kg
10. E-482: esteroil-2- lactilato cálcico: 10000 mg/Kg
11. E-541 fosfato ácido de sodio y aluminio 1000 mg/Kg
12. E-950 acesulfamo potásico 2000 mg/Kg
13. E-955 sucralosa 15 mg/Kg han sido refutados los estudios que demostraban toxicidad entre 1980 y 2000.

En la elaboración de los panes de molde la utilización de los colorantes se ha observado solo en 2 muestras siendo el β -caroteno el adicionado para proporcionar una coloración amarilla que simule la presencia de mantequilla². En cambio, en las galletas se han utilizado en un porcentaje mayor (2.35%) en especial el E-150a (caramelo natural) para proporcionar la tonalidad tostada de las galletas tipo Tosta Rica.

Junto a los conservantes, los *emulgentes* son el aditivo por excelencia en el pan de molde. En este sector existen dos tipos los cuales se deben combinar para conseguir la textura y características del alimento adecuadas: acondicionadores de la masa y ablandadores de la miga. Los primeros se encargan de reforzar la masa dándole más dureza para soportar su paso por las máquinas y durante el transporte, de forma que se consigue retener mejor el gas dando lugar a productos de mayor volumen y miga más fina y uniforme. Con los segundos se consigue la suavidad y flexibilidad de la miga al retrasar o impedir la retrogradación del almidón.

Gracias a estos aditivos se consiguen los siguientes efectos:

- Se mejoran las propiedades físicas de los productos cocidos al mejorar la captación de aire durante el amasado, reforzar la malla de gluten y retardar la gelificación. Tal y como se observa en la siguiente figura 3¹⁸:

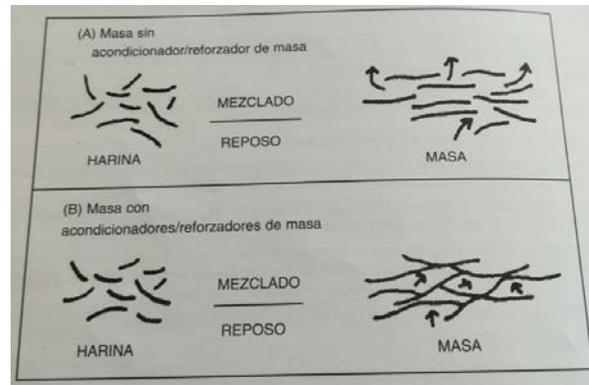


Figura 3: Efecto en la masa de los emulgentes. Tomado del libro Nuevo tratado de Panificación y Bollerías de Jesús Calaveras.

- Miga más flexible fina y uniforme.
- Mantener la frescura del producto, en el caso de que dicho aditivo pueda retener la humedad.

El porcentaje de emulgente E-322 (lecitinas) utilizado en el total de los panes ha sido un 5,16% mientras que en las galletas alcanza casi el 60%. En el caso de los panes los emulgentes utilizados han sido más variados mientras que en las galletas el que más se usó fue el E-322. Tiene como ventajas que no deteriora el aroma y mantiene un sabor y color de miga muy natural

de ahí su uso principal en otros panes con características organolépticas especiales. Se engloba dentro de acondicionador de la masa, aunque también es humectante y antioxidante. Aunque el trío emulgente por excelencia (más de la mitad de los panes, en algunas variedades como el pan de molde de harina integral casi el 70% contienen estos tres aditivos) son el E-471 (monoglicéridos y diglicéridos de los ácidos grasos), E-472e (DATA) y E-481 (estearoil-2-lactitato sódico). El primero se suelen usar en dosis de 2 a 5 g/kg de harina y con ello se retarda el endurecimiento. El DATA (acondicionador de la masa) es termolábil de ahí que se use junto al carbonato cálcico (E-170) para evitar que se apelmace. A menor punto mayor eficacia en su función. Se usa en torno a 3-6g/Kg de harina, encargándose de reforzar y acondicionar la masa otorgándole más fuerza y capacidad de retención de gas.

El suavizador de miga que se usa conjunto a los otros dos, es el E-481 (estearoil 2 lactilato sódico). Este trío se usa como he comentado antes en casi todos los panes, pero únicamente el DATA en un 3.06% de muestras se usa en las galletas.

Son uno de los pocos aditivos en común con las galletas, pero allí se emplean con otra función que es la reducción del porcentaje de grasa final, así en la galleta María con un 0.75% de DATA reducir un 15-20% de grasa¹⁹.

Un aditivo que lo tenía 1 de cada 10 muestras de pan de molde, no es necesario, pero ayuda en el proceso de fabricación, es la L-cisteína (E-920). Se trata de un acelerador del amasado y la fermentación ya que cuando se adiciona a la masa, se consigue disminuir el tiempo de amasado al hidrolizar el gluten volviéndolo de esta forma más plástico y fluido.²⁰

Entre los antioxidantes que se utilizan en este sector, el más representativo con un 55% de las muestras, es el ácido ascórbico (E-300): oxidante que sustituye a los bromatos antes empleados. Según la reglamentación del pan¹⁵ su uso se limita a un máximo de 20 gramos/kg de harina, aunque se suele emplear entre 8-12 g/100 kg de harina según el tipo de pan. Actúa de dos maneras en la masa por un lado como oxidante en el amasado y las primeras fases de la fermentación cuando gracias a la enzima oxidasa pasa a ser ácido dehidroascórbico, que oxida al gluten provocando un aumento de la fuerza de la masa, así como un blanqueado de la misma. Por otro lado, actúa como reductor. al inicio de la cocción, cuando se liberan algunos enlaces de proteínas consiguiendo una mayor expansión del pan en el horno. En consecuencia, las características que se le atribuyen son: reduce el tiempo de amasado, refuerza el gluten, aumenta la absorción de agua, la tolerancia durante la fermentación; acelera la fermentación, incrementa el volumen de la masa y la blanquea. Ya en el producto terminado consigue un mayor volumen del pan, disminuye su sabor y emblandece la miga²⁰.

Casi todos los panes preparados con harina refinada (96%) incluidos los de masa madre presentan conservantes. Esto es así porque es necesario prolongar más la vida útil del producto, así como evitar la aparición de microorganismos en las condiciones óptimas de crecimiento que tiene el pan con la humedad y sustratos (azúcares). De estos destacan los propionatos sódico y cálcico (E-281 y E-282) y el ácido acético (E-260). Mientras que los sulfitos (E-223 y E-224) en las galletas. Usados en la elaboración de estos productos en los siguientes porcentajes: 3.29%, 74.18%, 2.45% y 1.02%.

El conservante más empleado es el E-282, en torno al 90%, por las características que presenta. Su acción afecta principalmente a los mohos. Este segundo, el más usado con casi un 90% al ser el conservante ideal, afecta a los mohos principalmente y mucho menos a las levaduras y bacterias, no perjudicando de esta forma a la fermentación. Proviene del ácido propiónico (orgánico de cadena corta) pero por su fuerte olor se usan sus sales. Vienen del propiónico el cual es un ácido orgánico de cadena corta. Se observa que si se usa el E-282 se hace conjunto al E-200 (ácido sórbico), pero en cambio el E-281 usado solo en el 3.29% de los panes, es junto al E-202 (sorbato potásico)

Casi tres tercios de las galletas presentan metabisulfito sódico y potásico (E-223 y E-224). Se emplean porque afectan más a las bacterias y mohos que a las levaduras. Se tratan de uno de los 14 componentes alérgenos de declaración obligatoria en el etiquetado según el reglamento europeo 1169/2011 sobre la información alimentaria facilitada al consumidor. Ya que en personas sensibles (asmáticos) se desconoce aún el mecanismo, pero conlleva a que sufran crisis de la enfermedad.²² Únicamente recalcar que no pueden ir en alimentos con vitamina B₁ pues este aditivo descompone dicha vitamina en tiazol y pirimidina.

La mitad de los panes de molde (46.39%) y la totalidad de la variedad sin corteza presenta el vinagre (E-260) como conservante obtenido de la extracción del vinagre de vino. Esto es debido a que previene que se produzca el pan filante, alteración que sucede cuando el pan se enfría lentamente por las bacterias *Bacillus subtilis* y *Bacillus licheniformis*, las cuales degradan el almidón de dicho alimento pasando a ser una masa viscosa con olor a podrido y color más intenso. Este aditivo reduce el pH evitando la aparición de estas bacterias². Si el ácido ascórbico es el antioxidante más importante en el grupo de los panes, en el sector galletero encontramos más variedad, por un lado, los galatos como el (E-312) galato de dodecilo (1%), que evita el enranciamiento de lípidos y mantiene los caracteres organolépticos. Se usa junto a los tocoferoles. En el pan se suelen usar un conjunto de antioxidantes que entre ellos se potencian como son el ácido láctico (E-270) y ácido cítrico (E-330) ambos además de antioxidantes son

antimicrobianos, mantienen el color y sabor del alimento, humectan y regulan el pH.. Por las mismas funciones excepto la antimicrobiana, se usa el ácido tartárico (E-334).

Tanto los panes de molde como las galletas necesitan levaduras químicas, constituidas por acidulantes y gasificantes. En las galletas dicha función la realizan los carbonatos como el calcio (E-500) o carbonato de amonio (E-503) casi el 100% de este grupo lo tiene. Estas bases deben ir junto a un ácido como el láctico, tartárico o cítrico o los fosfatos de calcio (E-341) éste último se usa en el 14% de los panes totales. Éste es un ácido de acción rápida en la preparación de la masa reacciona más de la mitad creando multitud de pequeñas burbujas las cuales serán el núcleo de otras de mayor volumen en el horneado².

En los productos dietéticos como las galletas para adelgazar en vez de glucosa y otros azúcares se usan edulcorantes ¹¹. El más utilizado es el E- 965 (maltitol) con un 9,18% mientras que el E-950 y E-955 se han empleado en menores proporciones ambos 1.02% respectivamente. Todos ellos no son cariogénicos, son aptos para diabéticos y no dejan sabor residual.

Los espesantes y gelificantes ^{10,20,21} se usan en 4 de cada 10 panes ya que como su nombre indican ayudan a la gelificación del almidón cuando la masa somete a temperaturas superiores a los 59° C en el horno. Producen un gran aumento de la viscosidad al disolverse o dispersarse fácilmente en el agua

Es anecdótico su uso en los elaborados con harina refinada (0.76%), son necesarios en todos los panes sin gluten, al realizar la función de malla que tiene este complejo proteico junto a los emulgentes. Es decir, harían las funciones de la glutenina y gliadina de darle a la masa tenacidad, solidez, elasticidad, plasticidad, viscosidad y sobre todo retener el gas producido al fermentar en la red viscoelástica creada. Se usan principalmente la goma xantana (E-415) y la carboximetilcelulosa (E-466).

Según su hidratación, temperatura o naturaleza del polímero que sea el aditivo van a generar unas redes tridimensionales u otras.

Pueden venir de origen natural microbiano como la goma xantana (E-415), de origen vegetal: la goma guar (E-412), goma tara (E-417). O derivados de las celulosas como la hidroxipropilmetilcelulosa (E-464) o la carboximetil celulosa (empleada en el 86% de los panes sin gluten). Estos derivados se usan en harinas de baja calidad proteica al mejorar la consistencia y retención de gas de la masa.

Normalmente cuanto mayor sea el grado de sustitución de residuos hidroxipropilo también lo será la temperatura de gelificación y disminuirá la fuerza del gel. En panadería se usan contra el envejecimiento del pan al evitar la retrogradación del almidón.

6- CONCLUSIONES

- La polémica sobre los aditivos no presenta rigor científico, pues estas sustancias están reguladas con los mismos criterios a nivel de la UE. Además, se encuentra en constante evaluación y modernización, y en el caso de que se generara una alerta éste se suprimiría enseguida como ya sucedió con el colorante de la azorrubina²
- De todos los establecimientos analizados todas las muestras cumplían con la normativa europea, a excepción de una muestra de pan de molde sin gluten que no especificaban que ésteres de sorbitano empleaba.
- A pesar de ser seguros para el ser humano se observa una tendencia a disminuir el uso de aditivos empleando panes de masa madre. Aun así, se observa que tanto en las galletas como los panes hay ciertos aditivos que se repiten pues son fundamentales para la elaboración de estos productos al igual que la harina, levadura, agua y sal para la fabricación del pan.
- Con la constante evolución del mundo panadero y la nueva incorporación de productos son necesarios nuevos estudios en este campo de vanguardia.
- Tras la lectura de varios metaanálisis y las reevaluaciones de dichos aditivos se observan que estos no son perjudiciales para la salud, pero se deben seguir investigando.

7- AGRADECIMIENTOS

A mi tutora por toda la paciencia y ayuda que me ha proporcionado, al departamento de Departamento de Nutrición y Ciencia de los Alimentos de la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid, en especial a Rebeca y a mi familia y amigos por todo el cariño y apoyo que siempre me han otorgado.

8- 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. Mateos-Aparicio Cediel I, editor. Aditivos alimentarios. Madrid: Dextra; 2017. 314 p.
3. Food additives: (EUFIC) [Internet]. [citado 28 de abril de 2018]. Disponible en: <http://www.eufic.org/en/whats-in-food/article/food-additives>

4. Rosefort C., Fauth E., Zankl H.: Micronuclei induced by aneugens and clastogens in mononucleate and binucleate cells using cytokinesis block assay. *Mutagenesis* 19, pp. 277-284 (2004)
5. MERCASA. Alimentación en España. Producción, Industria, Distribución y Consumo. 20ª Edición 2017/2018. [Citado 1 de mayo de 2018] Disponible en: <http://www.mercasa.es/posts/crearPDF/582>
6. ASEMAC. Asociación Española de la Industria de Panadería, Bollería y Pasterlería. Elaborado por el MAPAMA. Manual de Calidad de Panadería, Bollería y Pastelería. [Citado 1 de abril de 2018]. Disponible en: <http://www.asemac.es/docus/130102%20Manual%20de%20Calidad.pdf>
7. Real Decreto 1124/1982, de 30 de abril, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Elaboración Fabricación, Circulación y Comercio de Galletas. *Boletín Oficial del Estado*, nº 133
8. Cátedra de Bromatología y técnicas alimentarias. UNSTA. “Análisis de harinas y Productos de Panadería”. Año 2015.
9. Caroch M, Morales P, Ferreira ICFR. Antioxidants: Reviewing the chemistry, food applications, legislation and role as preservatives. *Trends in Food Science & Technology*. enero de 2018;71:107-20.
10. Multon JL, Villanua Fungairiño L, Valle Vilanova C, Babusiaux C, editores. Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentarias. 2ª ed. Zaragoza: Acribia; 1999. 806 p.
11. Caroch M, Morales P, Ferreira ICFR. Sweeteners as food additives in the XXI century: A review of what is known, and what is to come. *Food and Chemical Toxicology*. septiembre de 2017;107:302-17.
12. FAO. OMS. Codex Alimentarius. Norma general para los aditivos alimentarios. Disponible en: http://www.fao.org/gsfaonline/docs/CXS_192s.pdf
13. Vollmuth TA. Caramel color safety – An update. *Food and Chemical Toxicology*. enero de 2018;111:578-96.
14. 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 nº 1299/2011 de 11 de noviembre de 2011. (Texto pertinente a efectos del EEE)
15. Real Decreto 285/1999, de 22 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1137/1984, de 28 de marzo, por el que se aprueba la Reglamentación técnico-sanitaria para la fabricación, circulación y comercio del pan y panes especiales.
16. Tejero F. Panadería española. Vol. 2: Harinas, masas, procesos, elaboraciones. Barcelona: Montagud; 1995. 190 p.
17. Stampfli L, Nersten B. Emulsifiers in bread making. *Food Chemistry*. enero de 1995;52(4):353-60.
18. Calaveras J. Nuevo tratado de panificación y bollería. 2ª ed. Madrid: A. Madrid Vicente; Mundi-Prensa; 2004. 622 p.
19. Manley DJR. Tecnología de la industria galletera: galletas, crackers y otros horneados: un tratado extenso, orientado principalmente hacia las técnicas de Control de Procesos. Zaragoza: Acribia; 1989. 483 p.
20. Quaglia G. Ciencia y tecnología de la panificación. Zaragoza: Acribia; 1991. 485 p.
21. Sciarini LS, Ribotta PD, León AE, Pérez GT. Incorporation of several additives into gluten free breads: Effect on dough properties and bread quality. *Journal of Food Engineering*. agosto de 2012;111(4):590-7.
22. Ribera D, Jonker D, Narbonne JF, O'Brien J, Antignac E. Absence of adverse effects of sodium metabisulphite in manufactured biscuits: results of subacute (28-days) and subchronic (85-days) feeding studies in rats. *Food Addit Contam*. febrero de 2001;18(2):103-14.