



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
DEPARTAMENTO DE SOCIOLOGÍA RURAL

**TOXICIDAD EN LA ALIMENTACIÓN
HUMANA**

TESIS PROFESIONAL

**Que como requisito parcial
Para obtener el título:**

**INGENIERO AGRONOMO ESPECIALISTA
EN SOCIOLOGIA RURAL**

PRESENTA

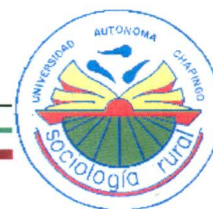
Elena Louise Tovar Miranda

Director:

Dr. Francisco Javier Ramírez Díaz



Chapingo, México., Febrero del 2019



La presente tesis titulada: **TOXICIDAD EN LA ALIMENTACIÓN HUMANA** fue realizada por la **C. ELENA LOUISE TOVAR MIRANDA** bajo la dirección del Dr. Francisco Javier Ramírez Díaz, siendo revisada y aprobada por los miembros del Comité Asesor como requisito parcial para obtener el título de: **Ingeniero Agrónomo Especialista en Sociología Rural**.

COMITÉ ASESOR

Presidente



Dr. Francisco Javier Ramírez Díaz

Secretario



Dra. Tayde Morales Santos

Vocal



Dra. Irma Salcedo Baca

Suplente



Dr. Gerardo Gómez González

Suplente



Dr. Guillermo Arturo Torres Carral

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo, por darme las herramientas para desarrollarme tanto profesional, como personalmente.

Al Departamento de Sociología Rural; a las autoridades, especialmente al Ing. Jorge Torres Bribiesca, por su apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y al Dr. Gerardo Gómez González por su interés y aporte en la recta final de la investigación. A los profesores que impulsaron mi interés por las ciencias sociales, al profesor Alfredo Castellanos, Gaudencio Sedano, Jorge Morett, Alma Rosa Pizano, Miguel Ángel Sámano y Guillermo Carral. A los administrativos, por su apoyo.

A mi director de tesis, el Dr. Francisco J. Ramírez Díaz, por confiar en mí para este proyecto; compartir sus conocimientos; por su paciencia; y por ser guía esencial para la investigación.

A mis asesoras de investigación, la Dra. Tayde Morales Santos y la Dra. Irma Salcedo Baca, por sus asesorías y recomendaciones en el trabajo final.

A mi familia, por su eterno apoyo.

DEDICATORIA

A mis abuelos, María Elena (†), Ezequiel (†), Felipe (†) y Candelaria (†), por ser mis maestros desde el cielo. **A mis padres**, María Elena y Luis, por su amor, paciencia, confianza y apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida. **A mis hermanos**, Juan Carlos y Pedro Ivan, por ser mis más grandes consejeros y guías. **A mis padrinos**, Angélica y Luis, por siempre ser un ejemplo.

A mis amigos, por ser un pilar en mi formación como persona. Liz y Karina, por permanecer. Fernando, Noel, Gamaliel, Alonso, Sergio y Mariana, por convertirse en mi familia. Daniel, por alegrar mis días durante la carrera. Fátima, por ser mi gran amiga, confidente y colega.

RESUMEN

La toxicidad en la alimentación humana, generada por la introducción de sustancias químicas no-nutricias como parte de la composición de los alimentos, es un tema de estudio relativamente nuevo, como lo muestra la literatura, no obstante la relevancia actual que tiene por los cambios ocurridos en la industria alimentaria. El estudio recupera el concepto de *proceso alimentario* que significa a la alimentación como un proceso constituido por dos momentos, el proceso nutricional: su interioridad biológica, como los procesos productivos en la industria alimentaria: su exterioridad social. La atención se centra en el proceso nutricional, porque es el que regula los procesos metabólicos a través de los cuales el organismo humano se apropia de las sustancias nutricias contenidas en los alimentos cuyo origen es social. El interés por conocer que ocurre con las sustancias químicas no-nutricias, incorporadas a los procesos de producción de alimentos, transcurre por reconocer las alteraciones que ocurren en el organismo a causa de su bioacumulación tóxica y su aditividad; el trabajo aclara que la incorporación de plaguicidas, medicamentos veterinarios y aditivos en la producción de alimentos, potenciales generadores de bioacumulación tóxica y aditividad, alteran el comportamiento del binomio salud/enfermedad que se refleja en una problemática de salud pública por la presencia de enfermedades transmitidas por los alimentos. Asimismo, se desprende que la información científica sobre esta problemática, si bien es abundante, sorprende por su indefinición efectiva en cuanto a su uso y es completamente omisa en cuanto a las cuestiones de bioacumulación de sustancias xenobióticas y su aditividad.

PALABRAS CLAVE: Alimentación, proceso nutricional, toxicidad inducida, proceso salud/enfermedad, aditivos.

SUMMARY

Toxicity in human food, generated by the introduction of non-nutritional chemical substances as part of the composition of food, is a relatively new topic of study. The literature shows the current relevance it has for the changes that have taken place in the food industry. The study recovers the concept of the alimentary process that means to nutrition a process constituted by two moments, the nutritional process: its biological interiority, like the productive processes in the alimentary industry: its social externality. The focus revolves around the nutritional process, because it regulates the metabolic processes through which the human body appropriates the nutritional substances contained in foods whose origin is social. The interest in non-nutritional chemical substances, incorporated into the processes of food production, resides in the recognition of the alterations that occur in the organism due to its toxic bioaccumulation and its additivity; the work clarifies that the incorporation of pesticides, veterinary drugs and additives in the production of food, potential generators of toxic bioaccumulation and additivity, alter the behavior of the binomial health / disease that manifests in public health issues given the presence of transmitted diseases in food. Likewise, it is clear that the scientific information on this problem, although abundant, is surprising because of its lack of definition in terms of use and the omission of the issues concerning bioaccumulation of xenobiotic substances and their additivity

KEYWORDS: Feeding, nutritional process, induced toxicity, health/disease process, additives.

TOXICIDAD EN LA ALIMENTACIÓN HUMANA	1
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1.- ALIMENTACIÓN Y SUS MOMENTOS.....	5
1.1 ALIMENTACIÓN.....	6
1.1.1 <i>Corrientes biológicas</i>	8
1.1.2 <i>Corrientes biológico-culturales</i>	9
1.2 PROCESO ALIMENTARIO.....	11
CONCLUSIONES.....	13
CAPÍTULO 2.- DEL PROCESO NUTRICIONAL	15
2.1 SU DEFINICIÓN COMO PROCESO.....	16
2.1.1 <i>Alimento</i>	18
2.1.2 <i>Nutrición</i>	19
2.1.3 <i>Procesos de Biotransformación</i>	20
2.2 METABOLISMO Y SUS PROCESOS	21
2.2.1 <i>Catabolismo y sus funciones</i>	23
2.1.1.1 <i>Ingesta</i>	24
2.1.1.2 <i>Aparato digestivo y digestión</i>	24
2.2.2 <i>Anabolismo o de la nutrición celular</i>	26
2.2.2.1 De sus funciones	27
2.2.2.1.1 De la regeneración biológica.....	28
2.2.2.1.2 Bioacumulación anabólica	29
2.2.2.1.3 Fuente de energía.....	31
2.3 EXCRECIÓN COMO BIOTRANSFORMACIÓN CATABÓLICA.....	31
2.3.1 <i>Biotransformación catabólica</i>	32
2.3.2 <i>Bioacumulación catabólica y toxicidad</i>	33
CONCLUSIONES.....	34
CAPÍTULO 3.- TOXICIDAD Y SU RELACIÓN CON LA ENFERMEDAD	35
3.1 INTOXICACIONES Y SU SEVERIDAD.....	36
3.1.1 <i>Leves</i>	37
3.1.2 <i>Toxicidad aguda</i>	38
3.1.3 <i>Toxicidad crónica</i>	38
3.2 DE SUS ORÍGENES	39
3.2.1 <i>Endógeno</i>	39

3.2.2	<i>Exógeno</i>	39
3.3	DE LA BIOACUMULACIÓN TÓXICA Y ADITIVIDAD.....	40
3.3.1	<i>Su selectividad: el órgano diana</i>	42
3.3.2	<i>Dosis-respuesta y aditividad</i>	42
3.3.2.1	Efectos sistémicos.....	44
CONCLUSIONES		45
CAPÍTULO 4.- TOXICOLOGÍA Y TOXICIDAD		47
4.1	DOMINIO DE LA TOXICOLOGÍA	47
4.1.1	<i>Disciplinas relacionadas</i>	48
4.1.1.1	Bromatología.....	49
4.1.1.2	Farmacología	50
4.1.1.3	Toxicocinética	51
4.2	RUTA DE LOS TÓXICOS.....	53
4.2.1	<i>Absorción</i>	54
4.2.2	<i>Distribución</i>	54
4.2.3	<i>Biotransformación</i>	55
4.2.4	<i>Bioacumulación</i>	55
4.2.5	<i>Excreción</i>	57
4.3	TOXICIDAD. SU CLASIFICACIÓN.....	57
4.3.1	<i>Ambiental</i>	58
4.3.2	<i>Farmacológica</i>	59
4.3.3	<i>Veterinaria</i>	61
4.3.4	<i>Alimentaria</i>	62
CONCLUSIONES		63
CAPÍTULO 5.- TOXICIDAD INDUCIDA Y LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS		65
5.1	INDUSTRIA DE LOS ALIMENTOS E INDUSTRIA ALIMENTARIA.	66
5.2	PLAGUICIDAS.....	68
5.2.1	<i>Su justificación de uso</i>	69
5.2.2	<i>Su permisibilidad</i>	70
5.2.3	<i>Su clasificación</i>	71
5.2.4	<i>Daños por residuos</i>	73
5.3	MEDICAMENTOS VETERINARIOS	75
5.3.1	<i>Su justificación de uso</i>	76

5.3.2	<i>Su permisibilidad</i>	76
5.3.3	<i>Su clasificación</i>	77
5.3.4	<i>Daños por residuos</i>	78
5.4	ADITIVOS	81
5.4.1	<i>Su justificación de uso</i>	81
5.4.2	<i>Su permisibilidad</i>	82
5.4.3	<i>Su clasificación</i>	83
5.4.4	<i>Daños por residuos</i>	85
CONCLUSIONES		90
CONCLUSIÓN GENERAL		91
BIBLIOGRAFÍA		96

Índice de tablas

TABLA 1 CLASES FUNCIONALES DE PLAGUICIDAS.	72
TABLA 2 CLASES FUNCIONALES DE MEDICAMENTOS VETERINARIOS.	78
TABLA 3.- CLASES FUNCIONALES DE ADITIVOS Y NÚMERO DE ADITIVOS POR CLASE. <i>CODEX ALIMENTARIUS</i>	84

Índice de ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1. CIENCIA DE LA NUTRICIÓN: AFINIDADES CIENTÍFICAS.	10
ILUSTRACIÓN 2. CAMPO DE LA INDUSTRIA DE LOS ALIMENTOS.	67

Índice de anexos

ANEXO 1. SEGUNDO MOMENTO DE LOS PROCESOS ALIMENTARIOS (INTERIORIDAD).	104
ANEXO 2. CLASES FUNCIONALES Y/ FUNCIONES TECNOLÓGICAS DE LOS ADITIVOS ALIMENTARIOS.	105

TOXICIDAD EN LA ALIMENTACIÓN HUMANA

INTRODUCCIÓN

El estudio de la toxicidad en la alimentación humana se ha convertido en uno de los temas más importantes alrededor de la industria alimentaria. Aquí, nos interesa enfocar nuestro estudio hacia la comprensión de lo que es el proceso nutricional y su relación con las rutas que siguen las sustancias químicas no-nutricias (plaguicidas, medicamentos veterinarios y aditivos) que se incorporan a los procesos de producción de alimentos; los procesos de bioacumulación tóxica, así como los de su aditividad.

Lo anterior motiva el estudio por las consecuencias tóxicas que pueden provocar en el organismo humano al ser incorporadas a sus procesos metabólicos, lo que, nos sugiere es un factor que perturba el proceso natural de salud/enfermedad. El trabajo es exploratorio sobre la toxicidad en la alimentación humana. Con él, se pretende ubicar la importancia que tiene el segundo momento del proceso alimentario en el comportamiento de las condiciones de salud y enfermedad; así mismo, se trata de reconocer en el campo de la medicina clínica el cómo se incorporan estas sustancias no-nutricias y las rutas que siguen al interior del organismo.

En sí, nuestro interés es acercarnos a esta problemática que se halla estrechamente relacionada con la de salud pública. Partimos de la premisa de que la presencia de estas sustancias químicas no-nutricias, como trazas, en los alimentos industrializados, que son consumidos cotidianamente por la población.

El trabajo lo hemos dividido en cinco capítulos. En ellos tratamos de abarcar temáticas que son, de por sí, complejas porque se corresponden con procesos que trata la medicina clínica que aquí queremos comprender iluminándolos con relaciones sociales; es decir, extender la teoría sociológica a la disciplina médica. Nos ubicamos, entonces, en la importancia de observar a la alimentación como un proceso biológico/social. De él nos situamos en lo que es el proceso nutricional; su relación con el estado de salud y enfermedad; su interacción con la toxicidad; y,

finalmente, el origen de las sustancias químicas no-nutricias que potencialmente son generadoras de toxicidad.

En nuestro primer capítulo reconocemos la percepción que se tiene acerca de la alimentación, proceso que se modifica de acuerdo a sus finalidades. Concebida como un proceso alimentario, se destaca el papel de las corrientes biológicas y de las biológicas-culturales para ubicar lo que es el proceso nutricional como el segundo momento del proceso alimentario, sin acercarse al contenido de su primer momento que abarca la producción social de los alimentos. Este tratamiento nos permite observar que el proceso nutricional es una variable dependiente de la producción social de los alimentos puesto que los procesos metabólicos ocurren alimentándose y nutriéndose de las sustancias, nutricias y no-nutricias, que intercambia con su medio.

En el segundo capítulo, se tratan los componentes del proceso nutricional. Aquí se reconoce lo que entendemos por alimento y por nutrición, con el propósito de resolver asuntos relacionados con los procesos de biotransformación a los que se ven sometidos los alimentos y su calidad nutricia; de esta manera, pretendemos entender lo que es el metabolismo en sus dos procesos, el catabolismo y el anabolismo. En el primero, establecemos las pautas que siguen la ingesta de los alimentos; la importancia del aparato digestivo y digestión; en cuanto al anabolismo, como sinónimo de nutrición, se le observa en sus funciones: su capacidad de regeneración biológica de los órganos que constituyen al organismo; la bioacumulación anabólica (reserva de nutrientes); y el ser fuente de energía para su funcionamiento orgánico. Por último, se pone atención en la relevancia que tiene el final del proceso nutricional: la excreción, porque desde ella nos es posible apreciar los procesos de biotransformación catabólica (sustancias no-nutricias) y su bioacumulación, proceso esencial para comprender los mecanismos que favorecen los procesos tóxicos en el organismo.

La tercera parte del trabajo enfocamos el estudio de la toxicidad como estado de enfermedad. Su tratamiento se hace en tres partes principales. Una de ellas, caracteriza los grados de toxicidad que generan, reconocidos por la disciplina de la

toxicología, y su severidad, dando como resultado tres tipos de intoxicaciones: las leves, las agudas y las crónicas. La segunda, trata sobre sus orígenes, endógeno y exógeno, lo que nos permite relacionarlos con los procesos de bioacumulación tóxica, como la clave de la inestabilidad en el comportamiento normal del organismo, por su selectividad hacia el Órgano Diana, las acciones metabólicas de dosis-respuesta y su aditividad. El tercer eje reconoce a la bioacumulación tóxica llegando, así, finalmente a las consecuencias cualitativas que generan, es decir, los efectos locales y los sistémicos.

El capítulo cuatro abarca las características importantes de lo que se entiende por toxicidad en la toxicología. Reconociendo el dominio de ésta disciplina médica: la bromatología, la farmacología y la toxicocinética, el estudio se ubica en esta última, porque nos da la pauta para entender la ruta de los tóxicos en sus procesos particulares, tales como la absorción, la distribución, la biotransformación, la bioacumulación y la excreción de sustancias xenobióticas. Su tratamiento nos permite ubicar las diferentes manifestaciones que tiene y que clasifica como ambiental, farmacológica, veterinaria y alimentaria.

Con lo visto en los apartados antes referidos, nos es posible generar una línea investigativa para definir el punto central de nuestra preocupación, que es la toxicidad inducida, ubicar las sustancias químicas no-nutricias de uso común por la industria alimentaria (Ver anexo 1) a las que la literatura identifica como plaguicidas, medicamentos veterinarios y aditivos, tratándoles básicamente por su justificación de uso, su permisibilidad, su clasificación y sus daños por residuos.

El trabajo nos muestra que el proceso nutricional es dependiente de los procesos de producción de alimentos. Si bien es cierto que en él se aprecian las consecuencias de la toxicidad en el organismo, sin embargo, el cuestionamiento que aquí se hace se dirige hacia su origen, puesto que ésta es una respuesta a la dinámica productiva de la industria alimentaria razón por la que nos interesa recalcar la importancia de la toxicidad exógena como responsable de los problemas a los que se enfrenta actualmente la salud pública.

CAPÍTULO 1.- ALIMENTACIÓN Y SUS MOMENTOS

La alimentación es un proceso (Ramírez, 2018b) cotidiano en la vida de todo ser vivo. En el hombre, por su evolución social, se ha transformado la percepción, realización y finalidad de su alimentación.

El interés por el estudio de la alimentación humana, como proceso alimentario, es generado por la búsqueda de los responsables de los problemas presentes en la salud pública a nivel mundial, aquí considerada como producto de la incorporación de sustancias químicas en los procesos industriales que son ajenas a la calidad nutricia natural de los mismos, incorporación de sustancias que, en cierto momento, son fuentes de toxicidad.

La toxicidad en los alimentos es un tema complejo que tiene que ser trabajado desde la alimentación; es por eso que en este primer capítulo se aborda, según el hombre, su percepción y evolución. Sin embargo, parte importante de este trabajo está enfocado en el reconocimiento de las variables ideológicas existentes respecto a la alimentación, las cuales a su vez están siendo impulsadas por el tipo de finalidad que están persiguiendo.

El entendimiento de la toxicidad en los alimentos por la adición de sustancias xenobióticas es parte de las consecuencias que ha tenido la evolución de la alimentación en el hombre, por lo que nos es propio entenderla como un proceso alimentario, que incluye cuestiones tanto biológicas, como sociales, siendo estas últimas las determinantes del curso de la industria alimentaria, siendo reflejada, en la salud pública.

La razón principal del estudio de la alimentación está sustentada en el entendimiento de ésta como proceso alimentario, que de acuerdo a sus finalidades y momentos establecen los límites del tema.

La alimentación es el vínculo que tiene la naturaleza con el hombre, por lo debe ser entendida como la relación biológica entre ambas. Por su parte, el estudio de la

alimentación también genera discrepancia en la percepción de las corrientes existentes alrededor del tema.

Superando las diferentes percepciones de alimentación, ésta es entendida como proceso alimentario, el cual debe ser guiado por sus finalidades y por sus momentos, dando la pauta correcta para el estudio de la exterioridad e interioridad del proceso, y así, en los próximos capítulos enfocarse solamente en el segundo mencionado para abordar la toxicidad en los alimentos, el objetivo de la investigación.

Teniendo como resultado, en este primer capítulo, un trabajo exploratorio sobre la alimentación, que da paso al proceso alimenticio y las partes que lo integran, obteniendo una mejor percepción del tema.

La poca información respecto al tema, la discrepancia entre organismos internacionales de investigación y la ambigüedad existente en diversos términos son las barreras a las que se enfrenta la investigación; pero a su vez es clara, la importancia que va cobrando éste tema en el círculo de trabajo teórico, puesto que las modificaciones en el proceso alimenticio ha logrado cambios en el ser humano y eso lo proyecta como una nueva corriente de estudio.

1.1 Alimentación

Por medio de su alimentación el hombre se apropia de sustancias necesarias para su desarrollo físico y mental, de esas sustancias encontradas en la naturaleza, a las que conocemos como *alimentos*.

El alimento, según Quispe, *et al.*, (2014:2130), es “el vehículo natural de origen animal o vegetal destinado a introducir al organismo los nutrientes que él requiere ya sean naturales o procesados”. Por su parte, la Fundación Española de Nutrición (2018, pág. web), lo define como “las sustancias naturales o transformadas que contienen uno, o más a menudo, varios nutrientes. Los seres humanos los ingieren

para saciar el hambre o por otros motivos. Pueden ser de origen vegetal o animal, líquidos o sólidos”.

Morales y Ramírez (2013:14) los reconocen como “un bien socialmente complejo porque su naturaleza y fin involucran diversas funciones de carácter nutricional, económico y social, relaciones humanas que al entrar en juego, cuando menos le confieren a éstos los siguientes atributos: ser nutritivos, saludables, simbólicos y sibaríticos”. De tal manera, la condición de alimento, éstos no sólo cumplen funciones de conservarlo biológicamente sino satisface, además, necesidades ideológicas y culturales.

Al igual que en las definiciones de alimento, el término alimentación, ampliamente usado en los ámbitos clínicos y antropológicos (Morales y Ramírez, 2018a) para estos autores su definición no es clara ni completa.

Según la FAO (2003: 125), la alimentación es el “proceso consciente y voluntario que consiste en el acto de ingerir alimentos para satisfacer la necesidad de comer”.

Universidad para Todos (2002), la cataloga como “un acto voluntario y por lo general, llevado a cabo ante la necesidad fisiológica o biológica de incorporar nuevos nutrientes y energía para funcionar correctamente. Es una de las actividades y procesos más esenciales de los seres vivos ya que está directamente relacionada con la supervivencia”.

La apreciación de lo que es la alimentación varía de acuerdo a la extensión teórica con la que se trata; al respecto, es posible apreciar dos corrientes. La del orden biológico y la biológico-cultural. La primera enfoca su conceptualización y tratamiento a partir de su ingesta para definir su finalidad; no es el caso de la segunda que abarca, además, variables relacionadas con la producción de alimentos.

1.1.1 Corrientes biológicas

El hombre, por su condición existencial de ser *ente vivo*, es, antes que nada, un ser dependiente de la naturaleza y su existencia se encuentra ligada directamente con los bienes naturales que esta le ofrece, mismos que pueden, o no, requerir de una biotransformación para apropiarse de las sustancias en ellos contenidas en forma de alimentos intracelulares. Este imprescindible vínculo entre el hombre y la naturaleza, nos dice Ramírez (2008), es un activo proceso de apropiación/expropiación de sustancias que todo organismo demanda para conservarse, reproducirse y multiplicarse como ser vivo y viable.

La alimentación, en última instancia, consiste en el continuo intercambio de numerosas y diversas sustancias, químicamente simples o complejas, de elementos materiales indispensables para realizar sus procesos metabólicos... el Hombre, para existir: ¡Come! (Ramírez, 2018b), o sea, realiza el *primer acto* del conjunto de procesos interiores consistentes en biotransformaciones de los alimentos para realizar tanto la biosíntesis celular como la biotransformación catabólica.

Ubicados en esta dimensión teórica de la problemática alimenticia, Carbajal (2013:7), citando a Grande Covián (1984), reconoce a la alimentación como “el conjunto de procesos mediante los cuales el hombre ingiere, absorbe, transforma y utiliza las sustancias que se encuentran en los alimentos y que tienen que cumplir cuatro importantes objetivos: a) suministrar energía para el mantenimiento de sus funciones y actividades; b) aportar materiales para la formación, crecimiento y reparación de las estructuras corporales y para la reproducción; c) suministrar las sustancias necesarias para regular los procesos metabólicos; y d) reducir el riesgo de algunas enfermedades”.

Por su parte, Alvariñas, *et al.* (2015:8) afirman que la alimentación es el aporte de materia y energía que brindan los productos naturales y los elaborados por el hombre que ingresan al organismo por vía natural o por vía artificial. Al respecto, es importante rescatar la definición que da la Organización Mundial de la Salud (OMS),

organismo dependiente de la ONU, el cual, a pesar de su importancia internacional, da una definición simple, percibiéndola como “la ingesta de alimentos en relación con las necesidades dietéticas del organismo” (OMS, 2018, pág. web).

1.1.2 Corrientes biológico-culturales

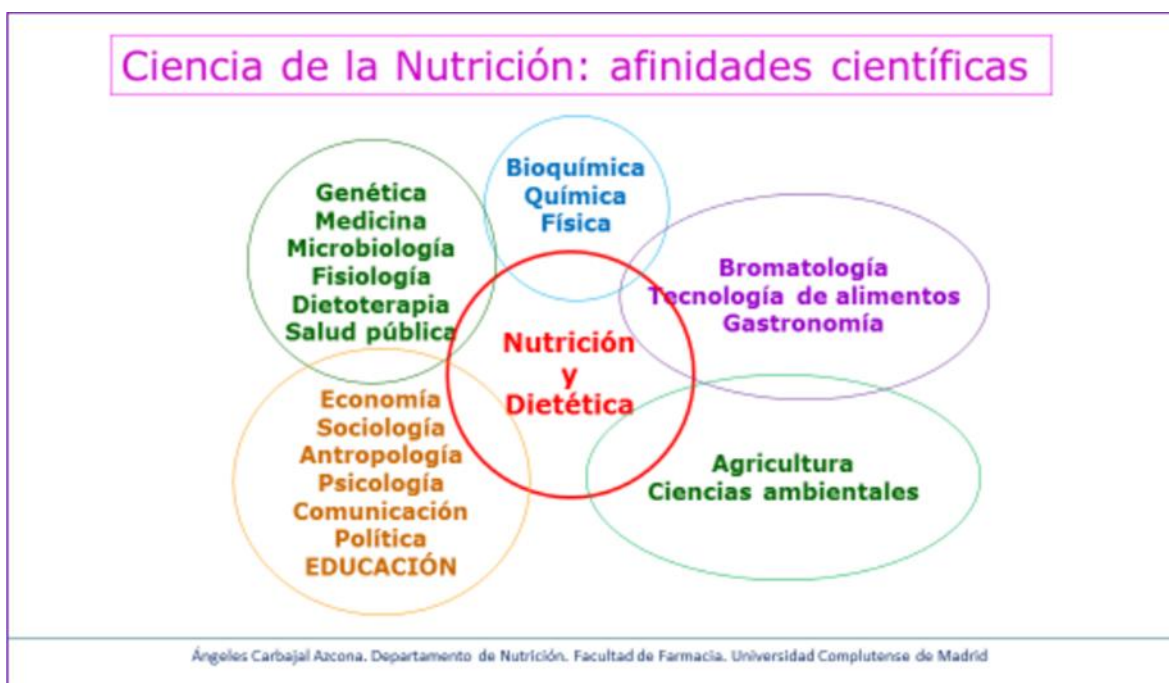
La conceptualización de la alimentación, en las corrientes biológico-culturales, se ve marcada por la inclusión de procesos sociales que necesariamente *antecedan* al consumo. Su enfoque trasciende la visión de la corriente biológica (clínica) al considerar que va más allá de observar los procesos interiores que se inician con la ingesta de los alimentos y termina con la excreción catabólica. Ese *ir más allá* ha sido trabajado por Morales y Ramírez (2018a) quienes encontraron que la alimentación, apreciada en esta dimensión exterior/interior, es tratada por la antropología de la alimentación.

En esta vertiente analítica, no todos los autores la definen con este término; siendo cierto que algunos de ellos la refieren como nutrición, de acuerdo a la información que aportan no hay duda que se refieren a la visión antropológica de *qué es* la alimentación. (Ver Ilustración 1).

Es Carbajal (2013) quien nos ilustra la antropología de los alimentos, englobando al proceso alimenticio biológico-clínico, introduce variables económicas y da un reconocimiento a los resultados obtenidos por otras ciencias inmersas en el proceso alimentario.

Más no es el único teórico que así la percibe; por ejemplo, Otero (2012:11) reconoce que “la nutrición va más allá de comer, es un proceso muy complejo que considera desde los aspectos sociales hasta los celulares, y se define como “el conjunto de fenómenos mediante los cuales se obtienen, utilizan y excretan las sustancias nutritivas”.

Ilustración 1. Ciencia de la Nutrición: afinidades científicas.



Fuente: Carbajal Azcona, Ángeles. 2013. Manual de Nutrición y Dietética.

Es Alvariñas, *et al.*, (2015:8) quienes, retomando la definición del Consejo de Alimentación y Nutrición de la Asociación Médica Americana, hace una amplia referencia a su parte cultural, puesto que, reconociendo su momento biológico, considera que la alimentación abarca los aspectos sociales que intervienen en su realización. Al respecto, nos dice que “la nutrición es una ciencia que estudia los alimentos, los nutrientes; la interacción en relación con la salud y la enfermedad; los procesos de digestión, absorción, utilización y excreción de las sustancias alimenticias también los aspectos económicos, culturales, sociales y psicológicos relacionados con los alimentos y la alimentación”.

Esta corriente del pensamiento es abarcativa de los dos niveles en la comprensión acerca de lo que es la alimentación: los percibe en su unidad aunque la dimensión en que toca el nivel relacionado con los aspectos económicos, culturales, sociales y psicológicos (su exterioridad) se hallan condicionados por la denominación de *cultura* en su orden general.

1.2 Proceso alimentario

Ramírez (2018b) define a la alimentación como el conjunto de mecanismos naturales y sociales, internos (su condición genética: G) y externos (Su medio ambiente social: M_{AS}), a través de los cuales el hombre realiza los intercambios de sustancias con la naturaleza así como sus transformaciones en formas de energía que le son necesarias para conservarse, reproducirse y multiplicarse como especie humana (*Homo sapiens*). Son dos momentos que se materializan en la unión *producción/consumo* y son la condición existencial universal más importante para su *supervivencia social*.

Esta definición que nos ofrecen los investigadores de la UACH nos refiere a lo que es el proceso alimentario; precisan qué parte de la actividad *cultural* del hombre se relaciona directamente con los caminos que sigue la supervivencia social; en este sentido, compartiendo su preocupación con la percepción que de ello tienen los teóricos de la antropología de los alimentos (Morales y Ramírez, 2018a), en su disquisición les interesa afirmar que es la actividad productiva de la sociedad la que regula la condición unitaria de los mecanismos naturales y sociales que se hallan involucrados en el complejo proceso de la alimentación.

Por ello, el proceso alimentario es concebido por ellos como dos *momentos*, uno, el exterior, y el otro el interior. Pero, ¿qué entienden por el momento exterior del proceso alimentario? Nos dicen, es el *primer momento* constituido por el “conjunto de actos materiales con que el hombre obtiene de su entorno, directa o indirectamente, los bienes necesarios para su subsistencia”, tal y como lo ha venido manejando Ramírez (2018b).

Con el paso del tiempo, este cambia, se modifica; por ejemplo, nos dice Doval (2013:552), “en los últimos 50 años se sostiene una nueva revolución con el surgimiento y rápida aceptación de los alimentos ultra procesados, que se asemejan a alimentos naturales pero que en realidad representan una nueva creación radical

y no deberíamos seguir llamándolos productos de consumo (*commodity*), sino verdaderos productos industrializados por las compañías de alimentos”.

Por tanto, se nos aclara que las formas de producción de alimentos están determinadas por los requerimientos y particularidades que adoptan los modos en cómo se producen. Como se observa, el primer momento funge como *premisa* necesaria para que se inicie su segundo momento... el interior.

El segundo momento, o sea, la *interioridad* del proceso alimentario, es consecuencia de la producción de alimentos como hecho histórico; de la *calidad* saludable y nutritiva depende el modo en cómo reacciona el organismo, condición que es tratada directamente por la parte biológico-clínica del proceso.

Este *momento* del proceso alimentario, Ramírez (2018b) lo percibe como el conjunto de sus procesos vitales, los que son propios de su dinámica constitución orgánica individual, regidos unitariamente por su constitución genética (G) con los que se conserva, reproduce y multiplica como ser biológico. Si inicia con el consumo, es porque ingesta es eso, consumo, o el acto a través del cual los alimentos se incorporan activamente al organismo humano. La ingesta es la incorporación de las sustancias inorgánicas, orgánicas y biológicas que obtiene el MAS, de su actividad productiva, para ser transformadas física y bioquímicamente, y ser distribuidas en todos sus órganos funcionales, con la que se inicia el complejo de reacciones biotransformadoras para que sean asimiladas aquellas necesarias para su buen funcionamiento y, finalmente, para ser excretadas las que quedan como residuos del proceso.

Todo proceso alimentario es la unidad de sus dos momentos. Las múltiples interacciones y reacciones de las sustancias, contenidas en el alimento, al interior del cuerpo humano (segundo momento), dependen de la calidad de éstas (definidas en su primer momento), relación de momentos que, nos sugiere, está en la base del comportamiento social del binomio salud/enfermedad que se muestra en su exterioridad como problemáticas de la salud pública.

El reconocer al segundo momento, a la serie de procesos químicos y bioquímicos en sus relaciones, es el parteaguas para explicar las consecuencias de la calidad del primer momento sobre la salud pública a causa de las nuevas formas de producción de los alimentos.

Conclusiones

El proceso alimentario, entendido como la superación del concepto de alimentación que tienen las corrientes biológicas y las biológico-culturales, abarca las dinámicas tanto clínica como cultural, enfocándose en el comportamiento de las actividades económicas. Éstas, reconocidas como responsables del buen o mal funcionamiento del organismo, permiten entender que el comportamiento del binomio salud/enfermedad sea su consecuencia.

La dependencia de la interioridad del proceso alimentario, con relación a su exterioridad; éste, que es su momento en constante cambio, interviene como una de las razones principales del desajuste actual en el funcionamiento del segundo momento. Los cambios notables que ocurren en los procesos productivos contemporáneos se sustentan en la incorporación de aditivos cuyas características son que no forman parte de la calidad nutrimental natural de los alimentos.

Hemos, entonces, de poner atención en la incorporación de estas sustancias a la actividad de la industria alimentaria, lo que nos sugiere que al ser incorporadas al organismo humano a través de los alimentos que las contienen, los procesos de biotransformación para la biosíntesis y la excreción de desechos, se vean perturbados y, de así ocurrir, seguramente se favorece un desajuste en el comportamiento del binomio salud/enfermedad. A esta alteración interior, a causa de la incorporación de aditivos, medicamentos veterinarios y plaguicidas a la producción de alimentos, es lo que Morales y Ramírez (2016:94) denominan como *toxicidad inducida*.

Para los estudios relativos a la salud pública, estas premisas resultan de gran interés. Hemos de señalar que el asunto de la toxicología, en materia de producción agrícola utilizando plaguicidas, ha sido identificado desde mediados del siglo XX. Esta preocupación la expresa Saume (1992:1), quien propone que se establezca la rama de la toxicología económica como un objeto de investigación para tratar los efectos perjudiciales de los compuestos químicos que son colocados intencionalmente por el Hombre sobre organismos vivos con el propósito de lograr un efecto específico.

La toxicidad inducida presente en el proceso alimentario y su actuar en su segundo momento dan como resultado una serie de alteraciones al organismo, es por eso que debe ser estudiado como un proceso dependiente de su primer momento y que busca controlar los desequilibrios que le puedan generar sustancias ajenas a su naturaleza. Por tanto, estamos frente a un *proceso nutricional*, constituido por un conjunto de etapas sucesivas de biotransformación de los alimentos -sustancias necesarias para la nutrición- que ocurren al interior del organismo, desde el momento de su ingesta hasta la excreción de deshechos. Esto nos aclara el panorama; observar lo que ocurre con los alimentos al cruzar los distintos caminos que sigue la nutrición y la dietética, porque éstos nos indican qué ocurre al interior del organismo con las sustancias ajenas a sus calidades nutritivas y saludables (plaguicidas, medicamentos veterinarios y aditivos) y cómo se manifiestan en el comportamiento normal, o no, del binomio salud/enfermedad que se revela como asuntos de salud pública.

CAPÍTULO 2.- DEL PROCESO NUTRICIONAL

Tras el reconocimiento de los aspectos generales considerados parte fundamental de la integración del *proceso alimentario*, se nos vuelve pertinente establecer todas las relaciones alrededor del *proceso nutricional*, incluyendo sus elementos y sus funciones fisiológicas y orgánicas por las que está estructurado y compuesto.

Este proceso, entendido como el responsable de las interacciones y acciones realizadas al interior del organismo una vez que el alimento es ingerido, debe ser estudiado por las consecuencias que genera, esencialmente en el binomio salud/enfermedad.

Envolverse en la dinámica de la interioridad del organismo tiene como principal motor el establecimiento del comportamiento normal de éste en coordinación con el resultado de los procesos productivos; el alimento. Sin embargo, las modificaciones técnicas ocurridas en la industria alimentaria han logrado variantes importantes en el *proceso nutricional*, dando como resultado una serie de alteraciones en el organismo humano.

Los procesos internos en los que se ven involucrados los alimentos, son una serie de biotransformaciones que dividen las sustancias útiles de las no útiles para el desarrollo del cuerpo humano, esperando de esta manera, tener un mejor aprovechamiento de nutrientes que logren el fortalecimiento del organismo, y así, cumplir con su objetivo de preservación de vida.

Este capítulo está dividido en tres grandes apartados; el primero, está dirigido a la conceptualización del proceso, del alimento, de la nutrición y del entendimiento sobre los procesos de biotransformación. Por su parte, el segundo apartado se enfoca en reconocer el metabolismo y sus procesos, a los cuales es sometido el alimento desde su ingesta, su digestión hasta las funciones anabólicas que cumple el organismo. Mientras que en el tercer apartado se reconoce las biotransformaciones catabólicas que afrontan en última instancia las sustancias químicas que no tienen calidad nutricia.

El proceso nutricional es un complejo que abarca tanto las relaciones existentes alrededor de la alimentación (alimento y nutrición), puesto que reconoce las sustancias contenidas en los alimentos, como el tránsito interno (procesos de biotransformación) al que son subordinadas. Este capítulo tiene como propósito el reconocimiento a los procesos de biotransformación como ejes generadores de las condiciones responsables del binomio salud/enfermedad; a través, de la exposición de los elementos y funcionamiento del *proceso nutricional*, para que de esta manera se identifique su importancia.

A pesar de la serie de investigaciones alrededor del funcionamiento del organismo humano, la ubicación del *proceso nutricional* en el ámbito sociológico representa la mayor dificultad, principalmente por el uso de términos propiamente clínicos. Con esto presente, se pretendió trabajar el proceso de manera que sólo se rescataran las particularidades clínicas y biológicas que están ligadas con el problema general de la salud pública.

2.1 Su definición como proceso

El proceso nutricional es una serie de biotransformaciones que ocurren al interior del organismo por medio de las cuales éste se apropia de las sustancias contenidas en los alimentos y que le son necesarias para su nutrición.

Ramírez (2018b), al abordar qué es el ***proceso nutricional***, lo percibe como determinando por distintas funciones orgánicas reconocidas universalmente como *ingestión, digestión, biotransformaciones sintética y catabólica*; transporte de sustancias; nutrición celular y excreción de desechos, fases reconocidas por las disciplinas de la nutrición y la dietética. Su consideración es que en la literatura correspondiente no se les aprecia como una unidad orgánica cuyo punto de partida es la ingesta y que ésta ocurre como consumo de productos industriales en los que, además de las sustancias nutricias, propias de los alimentos, contienen otras que son ajenas a ellas y que les son incorporadas en los procesos de producción en la industria alimentaria, o sea, en el *momento* exterior del proceso alimentario.

En general, esas funciones fisiológicas a las que se somete el alimento, obedecen a la finalidad biológica, ciega, de conservar naturalmente al hombre como un ente vivo y viable, razón por la que Ramírez (2018b), lo define como “el conjunto de *funciones* nutricias internalizadas y propias de la supervivencia natural de todo organismo vivo; sucesivamente ordenadas y autorreguladas por su composición genética y fisiología particular para conservarse, reproducirse y multiplicarse; en ellas descansa la actividad biotransformadora de las sustancias exteriores (alimentos) que son consumidas y puestas a su disposición como *substancias nutricias*, aptas para ser *apropiadas* por su complejo celular, y como *desechos* que deben ser expulsados por el organismo. Su actividad biotransformadora inicia con la ingesta de alimentos; estas variadas formas de energía se someten a procesos digestivos; a los mecanismos de transporte, a su metabolismo y a la excreción de desechos”.

El proceso nutricional, visto en esta dimensión, lo constituyen el conjunto de procesos nutricios internos, autorregulados y coordinados, que se realizan para “suministrar energía para el mantenimiento de sus funciones y actividades; aportar materiales para la formación, crecimiento y reparación de las estructuras corporales y para la reproducción; suministrar las sustancias necesarias para regular los procesos metabólicos; y reducir el riesgo de algunas enfermedades” (Carbajal, 2013:3). Como se aprecia, estos procesos internos también pueden ser concebidos como funciones biotransformadoras.

El autor se refiere a la biotransformación en sentido amplio, a los cambios químicos y bioquímicos que sufren los alimentos. Como veremos, éste proceso general abarca los dos procesos metabólicos: el de la biotransformación anabólica y el de la biotransformación catabólica. En la literatura médica, el concepto de biotransformación catabólica sólo es utilizado en la toxicología (Ver: G. Sportono (s/f); Rodríguez (2003:15)).

La biotransformación de los alimentos se realiza desde el primer contacto del alimento con el hombre al momento de ser ingerido por él; posteriormente, éste sigue las pautas que le dictan el aparato digestivo, o sea, la digestión; los

mecanismos de transporte que se ocupan de distribuir los alimentos biotransformados; la biosíntesis regulada por procesos anabólicos; y la biotransformación catabólica. ¿Cómo se entienden éstas?

2.1.1 Alimento

La FAO (2011:4), utilizando el concepto de consumo, propio del dominio económico, nos ofrece una idea de lo que en el dominio del proceso alimentario se conoce como alimento. En este sentido, es válido lo que dice acerca de lo que éste es: “se refiere a que las existencias alimentarias en los hogares respondan a las necesidades nutricionales, a la diversidad, a la cultura y las preferencias alimentarias”; de esa manera, se entiende que el alimento, como existencias en las alacenas, frugales o no, solamente es una *potencia* nutricia que, para hacerse efectiva, debe ser incorporada, como tal, a un proceso nutricional.

Se infiere, igualmente, que todo alimento es el resultado de una actividad productiva previa cuya finalidad es proporcionar sustancias naturales o transformadas¹ a los seres humanos para ser ingeridas, sea para saciar el hambre o por otros motivos como son los simbólicos y sibaríticos.

En este campo, rescatamos los trabajos realizados por Morales y Ramírez (2013, 2016) quienes lo definen como una sustancia o producto destinado a la alimentación humana, un bien socialmente complejo porque su naturaleza y finalidad involucran diversas funciones de carácter nutricional, económico y social,

¹ “Los nutrientes son todas aquellas sustancias esenciales para mantener la salud que le organismo no es capaz de sintetizar por lo que han de ser aportados por la dieta y cuya carencia da lugar a una patología concreta que sólo se cura con la administración de dicho nutriente” (Fundación Española de Nutrición, 2018, pág. web). Los nutrientes están inmersos en los alimentos, pero dependiendo de su calidad, será la cantidad que esté presente, pues hay más sustancias, como los aditivos, los cuales pueden no ser asimiladas del todo, generando toxicidad.

las que, actuando unitariamente, les confieren a los alimentos sus atributos como son el ser *nutritivos, saludables, simbólicos y sibaríticos*.

Estos autores perciben que es la industria alimentaria la que define su *calidad* y, por tanto, la potencialidad nutricional que manifiestan los alimentos contiene *en sí* las sustancias que, ingeridas por el hombre, son sometidas a los ritmos biotransformadores de su proceso alimentario. En tal sentido, la calidad nutritiva, saludable, simbólica y sibarítica de los alimentos, cuando se incorporan al organismo, ya está definida *ante festum*. En consecuencia, su comportamiento nutricional se manifiesta en la conducta del binomio *salud/enfermedad*, así determinado por la industria alimentaria (Morales y Ramírez, 2016:91).

2.1.2 Nutrición

La nutrición es la finalidad natural del proceso nutricional. En sentido estricto, es el proceso de incorporación de las sustancias nutricias, derivadas de los alimentos, a las estructuras celulares, sustancias que les son útiles y necesarias como fuentes de energía para funcionar normalmente, renovarse y reproducirse (Ramírez, 2018b).

Dentro de las particularidades atribuidas a la nutrición, se rescata la definición *específica* dada por la OMS (2018, pág. web), en la que sencillamente es reconocida como “la ingesta de alimentos en relación con las necesidades dietéticas del organismo”.

Por su parte, López, *et al.* (2007: 2) recuperan a Porras (2007), quien nos ofrece una definición *genérica* de nutrición: “la ciencia de los alimentos, de los nutrientes y de otras sustancias que estos contienen, que tiene directa interacción y equilibrio con la salud y enfermedad”; esta definición nos sitúa en la caracterización de lo que es el proceso nutricional y es relevante por el reconocimiento de la presencia de sustancias que no tienen que ser nutrientes para estar en los alimentos; además,

pone atención en sus consecuencias para el organismo como factor determinante del comportamiento fisiológico, normal o anormal, del cuerpo humano.

Alvariñas (2015:8), retomando a Escudero, observa que nutrición es “el resultado o la resultante de un conjunto de funciones armónicas y solidarias entre sí, que tienen como finalidad mantener la composición e integridad normal de la materia y conservar la vida”; su apreciación nos aporta el objetivo final del proceso nutricional, puesto que independientemente de la calidad de los alimentos se ubica como fundamento normal de vida, a través de una serie de funciones fisiológicas determinantes de las rutas de cada una de las sustancias que entran al organismo, sean o no asimilables para el cuerpo humano.

Nutrición, en su definición universal se acerca a la denominación dada como proceso nutricional; lo importante de ella es reconocer que la acción de este conjunto de funciones armónicas y solidarias ocurre al interior del organismo y está guiado por la calidad de los alimentos que se incorporan y son sometidos a procesos de biotransformación.

2.1.3 Procesos de Biotransformación

Los procesos de biotransformación, en su sentido *amplio*, están presentes en todas y cada una de las funciones orgánicas del proceso nutricional, al ser las alteraciones químicas y bioquímicas de los alimentos provocadas por su contacto con los complejos enzimáticos producidos por el organismo.

De acuerdo a su objetivo, la actividad biotransformadora se puede diferenciar en dos grandes procesos. Éstos, la biosíntesis y la biotransformación catabólica, aquí se distinguen por los distintos caminos que toman las sustancias, presentes en los alimentos, que son biotransformados.

La biosíntesis se define como “el proceso en el que el organismo realiza reacciones químicas o anabólicas para sintetizar las sustancias, esto con la finalidad de formar

glucosa” (EcuRed, s/f). La biosíntesis está guiada por el aprovechamiento de las sustancias para una mejora en las funciones del organismo.

Plumb (2017) nos dice que la biotransformación catabólica es “la transformación metabólica que en el organismo sufre la mayoría de los agentes xenobióticos”; es decir, son las alteraciones que sufren las sustancias ajenas o desconocidas para el organismo humano. Ésta tiene como meta la expulsión de las sustancias tóxicas ingeridas y aquellas producidas por el organismo.

Los procesos de biotransformación, diferenciados en sus elementos —biosíntesis y biotransformación catabólica— nos obligan a dirigir la mirada hacia sus funciones fisiológicas y orgánicas que los substantian y distinguen.

2.2 Metabolismo y sus procesos

Introducirse en la problemática de *qué* es el metabolismo importa porque nos permite reconocer los caminos biotransformadores por los que transita el alimento, o sea, ubicar las rutas que siguen las diferentes sustancias que lo componen, sean hacia la realización de las funciones nutritivas o bien hacia su eliminación.

Su propósito es poner nuestra atención en las funciones fisiológicas y orgánicas que ocurren como procesos de excreción por su íntima relación con el comportamiento del binomio salud/enfermedad.

Se entiende por metabolismo a la serie de funciones fisiológicas y orgánicas en las que se ven envueltas las sustancias presentes en los alimentos para ser biotransformadas en el proceso nutricional; éstas se dan con la finalidad de que el organismo se apropie de ellas, las acumule o las excrete de acuerdo a sus necesidades nutricias. Su tránsito por el cuerpo humano está determinado por sus fases universales —la ingesta, la digestión y su metabolismo— como por sus funciones particulares determinadas por la composición química y bioquímica de los alimentos dirigidas hacia sus funciones anabólicas, o bien, a su biotransformación catabólica y bioacumulación.

El concepto ha sido trabajado por diversos autores; a pesar de sus diferentes enfoques, para nuestros fines se destacan los siguientes.

Peña (2001:36), lo considera como el proceso que “comprende toda la enorme serie de transformaciones que las sustancias que entran a ellos experimentan continuamente”; para él, es “como una serie de largas cadenas de reacciones, una tras otra, que además se entrelazan; es decir, se conectan y se relacionan entre sí, creando un intrincado sistema que a veces puede seguir una sola molécula. Esta serie de reacciones que se suceden unas a otras es lo que se conoce como vías metabólicas; sin embargo, aunque se entrelazan y conectan es posible identificar cambios que siguen ciertas moléculas; y es así como se sistematiza el estudio del metabolismo de algunas moléculas” (Peña, 2001:53). En otras palabras, este proceso está formado por procesos ordenados y autorregulados a los cuales se someten todas las sustancias biotransformadas para su aprovechamiento máximo.

Rodríguez (2004:107) lo entiende como el “conjunto ordenado de reacciones químicas que ocurren en un ser vivo, procesos en el cual se genera y se utiliza energía libre para realizar sus diferentes funciones”. Al respecto, Alvariñas (2015:8), se refiere a ellos como formas en que se realiza el metabolismo: “el proceso de utilización de los nutrientes, tanto en forma anabólica como catabólica, transformando energía en trabajo y calor, permitiendo sintetizar las estructuras necesarias para el crecimiento y desarrollo, la formación y reposición de las reservas”.

Así mismo, Rodríguez (2014:12) sobre estas rutas nos dice que “la serie de reacciones enzimáticas consecutivas que generan diferentes productos se denominan rutas metabólicas. Las rutas metabólicas frecuentemente se dividen en dos categorías: las vías que intervienen en la degradación de compuestos químicos, llamadas en conjunto catabolismo, y las vías implicadas en la biosíntesis o construcción de moléculas, denominadas en conjunto anabolismo”.

Así, en estos variados procesos metabólicos se distinguen dos; el **catabolismo**, cuya función es descomponer las sustancias complejas llamadas alimentos, en sus elementos; el **anabolismo**, que cumple con la función de apropiación de

substancias nutricias desdobladas por los procesos catabólicos, vitales al organismo, y de su transformación en otras: las protoplásmicas y albuminoideas.

En función a nuestro interés, si las ubicamos se debe a que son de gran utilidad para observar qué ocurre con las sustancias contenidas en los alimentos y que no forman parte del conjunto asimilable como sustancias nutricias cuyo destino es ser excretadas, o no, por el organismo por ser inútiles para la nutrición del cuerpo humano. Si bien nuestras preocupaciones las hemos puesto en los problemas de toxicidad, es conveniente ubicarla como resultado del conjunto de cambios energéticos que en su interior ocurren, a fin de diferenciar aquellos que son naturalmente responsables de la salud (anabolismo) de los que son, , causas potenciales de la aparición y desarrollo de las enfermedades relacionadas con la industria alimentaria.

2.2.1 Catabolismo y sus funciones

El concepto de catabolismo abarca todas aquellas funciones que actúan sobre las materias orgánicas e inorgánicas complejas, contenidas en los alimentos, para *descomponerlas* en otras más simples y, además, desechar otras que no son asimilables por el organismo al no ser sustancias nutricias. Hemos, entonces, de observar sus rutas diferenciadas: primeramente, hemos de revisar la de su asimilación por el complejo celular; y luego, la que lleva a la eliminación de sustancias que, aun formando parte de los alimentos, no pueden ser desintegradas o son ajenas a la calidad nutricia de los alimentos como es el caso de los aditivos.

Las funciones catabólicas corresponden al conjunto de reacciones químicas y bioquímicas que *descomponen* los alimentos; la “ruta metabólica involucrada en la conversión de compuestos químicos complejos en compuestos químicos más sencillos, acompañada frecuentemente de liberación de energía” (Peña, 2004:104); es la ruta funcional que provee de energía al organismo.

Rodríguez (2004:13), al respecto, dice que las numerosas reacciones químicas que en él ocurren “producen como resultado neto la oxidación de los alimentos, que está asociada a la transferencia de electrones o reducción de otra molécula”.

En cuanto a su estructura, señalamos que son la *ingesta* de alimentos y el *sistema digestivo* los responsables de su descomposición y selección primaria.

2.1.1.1 Ingesta

Masticar el alimento y deglutirlo es el acto de comer, lo que clínicamente se le conoce como *ingesta*. Ingestión es el primer acto físico-químico del proceso nutricional; con ella comienza la biotransformación de la potencialidad nutritiva contenida en los productos derivados de la industria alimentaria; esta potencialidad contenida, al momento de llegar a la cavidad bucal, empieza a convertirse en efectividad alimenticia.

Comer es el punto de partida para desencadenar las funciones del proceso nutricional; o sea, se inician los procesos de biotransformación que le son característicos. Desde la elaboración del bolo alimenticio, es sabido, intervienen sustancias catalizadoras; es el caso de la amilasa que se incorpora a los alimentos triturados, cuya función es prepararlos para ser recibidos por el estómago donde se acelera su desdoblamiento en sustancias más simples por el complejo proceso de la digestión.

2.1.1.2 Aparato digestivo y digestión

Importa hacer la diferencia entre lo que son el *aparato digestivo* y la *digestión*. El primero está constituido por los órganos del cuerpo humano que permiten llevar a cabo la digestión.

En el aparato digestivo se realiza la digestión, función química que descompone a las sustancias orgánicas complejas en sustancias asimilables por el organismo, proceso de suma importancia en la dinámica del proceso nutricional. Es concebido como el “conjunto de órganos (boca, faringe, esófago, estómago, intestino delgado e intestino grueso) encargados del proceso de digestión; es decir, la transformación de los alimentos para que puedan ser absorbidos y utilizados por las células del organismo. La función que realiza es la de transporte (alimentos), secreción (jugos digestivos), absorción (nutrientes) y excreción (mediante el proceso de defecación)” (EcuRed, s/f).

La función digestiva se da en dos procesos, uno mecánico y otro químico. El primero es dado por todo lo que se realiza para la descomposición física del alimento. La parte mecánica de la digestión incluye “la masticación, deglución, la peristalsis y la defecación o eliminación de los alimentos” (Carbajal, 2013:1). Mientras que, en la parte química, “diferentes enzimas rompen las moléculas complejas en unidades más sencillas que ya pueden ser absorbidas y utilizadas” (*Ibid.*, 1).

El segundo, el químico, se da por la desintegración de los alimentos que se descomponen por la acción de los jugos digestivos (enzimas). La desintegración de los alimentos es la función genérica de este sistema; pero es la digestión el proceso más importante en su descomposición en sustancias aprovechables efectivamente por el organismo humano de acuerdo a sus propiedades.

La digestión es la función realizada por todos sus órganos que producen “diversos jugos, como en el estómago, en el intestino, y con la participación de otras glándulas, como el páncreas, que también produce el jugo pancreático con muchas enzimas, o el hígado, que forma la bilis que contribuye a la digestión de las grasas. Todos estos sistemas se encargan de romper estas moléculas grandes en sus unidades” (Peña, 2001:49) y, como lo observa Carbajal (2013:1), es el proceso en el que el alimento es “degradado física y químicamente para que sus componentes puedan ser absorbidos, es decir, puedan atravesar la pared del aparato digestivo y pasar a la sangre (o a la linfa)”.

Sin embargo, nos dice Peña (2001:49), “no todo lo que ingerimos se digiere; hay moléculas que nuestro aparato digestivo no puede asimilar; como la celulosa, algunas proteínas, la queratina y otras. También es necesario tomar en cuenta que la velocidad de la digestión depende de muchos factores; por ejemplo, por todos es conocida la dificultad para digerir una comida con exceso de grasa. Éste es un elemento que debe considerarse al hablar de la digestión”.

En conclusión, la digestión es el proceso biotransformador al que se somete el alimento y que, una vez desintegrado química y bioquímicamente, estas sustancias siguen la inexpugnable ruta de los procesos anabólicos.

2.2.2 Anabolismo o de la nutrición celular.

El anabolismo es uno de los dos procesos más importantes del metabolismo, es aquí donde se presenta la biosíntesis; es decir, el resultado de la primera fase biotransformadora (la digestión) se pasa al aprovechamiento de las sustancias a nivel intracelular, o sea, a la nutrición propiamente dicha en donde ocurre la segunda fase biotransformadora, la responsable del *hecho de estar vivo*, de la supervivencia humana.

Peña (2001:36) la reconoce como “la enorme serie de reacciones o cambios químicos —que se cuentan por miles— en una célula, que las moléculas experimentan para convertirse en otras y otras y otras, de una manera que parece complicadísima e interminable. No sólo cada uno de los seres vivos, sino cada célula, está compuesta de gran cantidad de miles de sustancias. No es aventurado asegurar que una extensa parte de ellas no se conoce, ni siquiera en el caso de uno solo de los organismos unicelulares. Inclusive, muchas de las moléculas sólo son intermediarias o los pasos necesarios para que unas moléculas se conviertan en otras”. El proceso nutritivo, conjunto de funciones fisiológicas y orgánicas, va marcando las pautas interiores en cuanto al destino de las sustancias contenidas en los alimentos y que son biotransformadas. Cada una de las fases que lo constituyen cumple con su finalidad natural.

Estos procesos nutritivos pueden entenderse, entonces, como transformadores de formas de energía útiles para conservar, reproducir y multiplicar el protoplasma y su retículo celular.

El anabolismo, a diferencia del catabolismo, es la “ruta metabólica involucrada en la biosíntesis o construcción de moléculas complejas a partir de precursores más sencillos” (Rodríguez, 2004:103). De la misma manera lo considera Peña (2001:51), es la construcción de elementos de la vida que se da “a partir de moléculas más pequeñas para obtener otras más grandes”.

Es necesario comprender que la síntesis de estas sustancias no es la restitución de las moléculas orgánicas contenidas en el alimento y desdobladas por los procesos catabólicos, sino la generación de nuevas sustancias complejas diferentes a las primeras; es un proceso ontocreador. Para el caso, “la biosíntesis de moléculas esenciales como azúcares, proteínas, ácidos grasos y ácidos nucleicos no ocurre en forma inversa a las rutas mediante las cuales son degradados los alimentos” (Rodríguez, 2004:14).

Se reconoce que el anabolismo ocurre por distintas rutas en las que se sintetizan las biomoléculas necesarias para el organismo, las cuales “son divergentes, ya que muy pocos precursores se convierten en muchos o diferentes productos terminales” (Rodríguez, 2004:14,95); es, entonces, la ruta que nos une con la condición de *salud*, pues ésta es su resultado, al ser capaz de realizar las funciones fisiológicas necesarias para su conservación, reproducción y multiplicación, regulares y ordenadas, como individuo. Pero, ¿cuáles son estas funciones?

2.2.2.1 De sus funciones

La bibliografía revisada reconoce a la nutrición en la dinámica de la alimentación tanto en un ambiente social-económico, como en el clínico-biológico.

La nutrición, como parte de la problemática de la alimentación, según Fernández (2003) citado por López (2017:2), “es el conjunto de procesos mediante los cuales

el organismo utiliza, transforma e incorpora a sus propios tejidos, una serie de sustancias (nutrientes) que han de cumplir tres fines básicos: suministrar la energía necesaria para el mantenimiento del organismo y sus funciones; proporcionar los materiales necesarios para la formación, renovación y reparación de estructuras corporales y suministrar las sustancias necesarias para regular el metabolismo”. Es entonces, la síntesis de las sustancias de acuerdo a la función orgánica para la que son diseñadas.

Peña (2001:48) también considera que la nutrición cumple con la función de “proporcionar a las células, los tejidos, los órganos, etc., materiales que requieren para distintas funciones. Una de las más importantes de ellas consiste, pues, en la renovación de sus propias moléculas; la otra consiste en obtener las diferentes formas de energía necesarias para mantener las funciones vitales”. Es, a decir de Rodríguez (2003:19), “la obtención de energía o la construcción de elementos estructurales”.

Por lo tanto, “el metabolismo es un proceso complicado que ocurre en los seres vivos, en el cual hay un flujo o intercambio constante de materiales, indispensables para mantener y renovar el enorme número de moléculas que constituyen a cada ser vivo; pero también se intercambia energía, y en muchos de los casos, casi lo de menos es el flujo de los materiales; hay series de interconversiones de sustancias, en las cuales lo más importante son los cambios de energía que se producen” (Peña, 2001:40).

Recuperando los elementos anteriores, decimos que la nutrición cumple con tres exigencias biológicas: regenerar los órganos y más elementos constitutivos que, en su unidad, construyen al cuerpo humano; acumular grasas buenas; y ser fuente de energía.

2.2.2.1.1 De la regeneración biológica

La regeneración de células tejidos y órganos en los organismos, es definida como *regeneración biológica*, la cual es concebida como la “capacidad que poseen ciertos

organismos vivos para restaurar un tejido perdido o lesionado o de hacer crecer nuevamente una parte de su cuerpo perdida por causa accidental o fisiológica” (Hernández, 2006:E47).

Los procesos fisiológicos regenerativos del hombre son pocos, en comparación con otros organismos que presentan esta capacidad; pero, sin duda, son significativos para el desarrollo y la preservación de su vida. Estos procedimientos “se manifiestan fundamentalmente en las células epidérmicas, de la mucosa oral y del tracto respiratorio, las células sanguíneas, el pelo, las uñas, el tejido muscular, la piel y el tejido óseo” (Hernández, 2006:E48).

Las células sanguíneas son reconocidas por contar con un proceso continuo de destrucción y regeneración que son fundamentales para el organismo. Por su parte, las uñas y pelo tienen gran potencial regenerativo, al igual que el endometrio, en el caso de las mujeres (Hernández, 2006:E48). También se reconoce la capacidad del hueso para restituirse tras lesionarse (Fernández-Tresguerres, *et al.*, 2006:E47). Incluso, la regeneración biológica se ha hecho presente en la restitución de la punta de los dedos de niños pequeños.

Domenech (2014:33), establece la gran importancia que adquiere la regeneración biológica en el ser humano. Nos indica que “nosotros estamos formados por cien trillones de células diferentes y muchas en constante fabricación, sólo para luchar contra las enfermedades se nos forman diez mil millones de glóbulos blancos. Por ejemplo las células de nariz y oído se renuevan con tanta fuerza que siguen creciendo de por vida, pero en nuestro caso cuando pasa el tiempo nuestras células caen progresivamente, el pelo encanece y la vista se deteriora”. Se reconoce que algunas formas de regeneración pueden reducirse o parar en cierto momento de la adultez, pero la mayoría de ellas se mantiene durante gran parte de su vida.

2.2.2.1.2 Bioacumulación anabólica

Otra de las funciones de la nutrición es la bioacumulación anabólica. Ésta consiste en ser un proceso que favorece el resguardo de nutrientes como reserva para su

futuro aprovechamiento; esta función es mejor conocida como la acumulación de grasas.

Vergara (2013:97-98), en su artículo *Energía, alimentación y evolución: de los orígenes al presente*, hace una cronología de cómo es que, según su teoría, se dieron las pautas necesarias para lograr la acumulación de grasa. Establece que el hombre, en un inicio no requería de reservas de grasa, hasta que en un punto de su evolución escasearon los alimentos, por lo que “las especies se vieron obligadas a modificar sus hábitos, a deambular en tierra y a soportar periodos de hambre, iniciar su caminar erguido y acumular grasa para los periodos de escasez, dando pie a grandes “comilonas” o atracones, con el fin de acumular energía”.

Esta modificación en el organismo del ser humano, nos dice Vergara (2013: 97-98) dio pie al desarrollo del *genoma ahorrador*, el cual “hace que se acumule el exceso de energía consumida en forma de grasa, con distinta distribución en las hembras y los machos; además, se adaptó a utilizar preferentemente ácidos grasos como combustible metabólico en vez de glucosa. Como consecuencia, aumentó la sensibilidad a la insulina del tejido adiposo, para acumular triglicéridos, y disminuyó la sensibilidad a la insulina del tejido muscular, para ahorrar glucosa”.

Este autor (*Ibid.*, 98) reconoce que el ser humano cuenta con un “metabolismo perfilado para conservar, acumular y usar energía cuando esta no se pueda alcanzar, recolectar o cazar, y la acumulamos en forma de grasa en el cuerpo. Tal diseño genético nos fue útil para sobrevivir y ahora nos resulta inconveniente en épocas de opulencia”.

Peña (2001: 61), por su parte, nombra grasa neutra a los ácidos grasos que se acumulan, como resultado de la degradación de la glucosa a *pirovato* y a *acetil-CoA* tras la ingesta de más carbohidratos de los que necesita una persona.

La bioacumulación cumple la función de generar una reserva para el organismo, principalmente para cuando éste no dispone de energía exterior, o sea, que no puede conseguir los nutrientes de otra fuente que no sean sus propias reservas.

2.2.2.1.3 Fuente de energía

Otra función de la nutrición es la de ser fuente de energía. No hemos de olvidar que de ésta depende el funcionamiento del cuerpo humano. Así lo entiende Peña (2001:97) cuando dice: “todos los alimentos que se degradan contienen en sus enlaces energía que se transforma en la de los enlaces de ATP, y ésta a su vez luego es aprovechada por muy diferentes sistemas para la realización de las funciones vitales de los organismos”. Es importante aclarar que el Trifosfato de adenosina, también conocido como ATP, es la sustancia encargada de fortalecer todas las actividades celulares.

Vergara (2013: 97), explica que “la transformación de la energía es lo que permite que distintas formas de vida sobrevivan en el planeta. La energía del sol es convertida en las plantas y es consumida por otros seres vivos y transformada, lo cual les permite vivir. Los seres que consumen estas plantas transforman su energía para sus procesos vitales básicos, usan la que requieren y acumulan la que les sobra para aprovecharla en momentos de carencia”, de esta manera, se reconocen las transformaciones a las que está sujeta la energía para poder llegar al hombre y ser usada en sus múltiples funciones.

En conclusión, si el anabolismo es el proceso de biotransformación que da las condiciones químicas y bioquímicas proveedoras de vida y salud; en los procesos catabólicos, por el contrario, encontramos que son procesos *potencialmente* inductores de enfermedades.

2.3 Excreción como biotransformación catabólica

Las sustancias provenientes de los alimentos que no son descompuestas para ser aprovechadas durante el anabolismo, transitan por tres rutas: una, su eliminación como tales; otra, su biotransformación; o bien, su bioacumulación como sustancias tóxicas para el organismo. En la dinámica de estos procesos encontramos las causas de la toxicidad y su distinción como toxicidad natural e inducida.

2.3.1 Biotransformación catabólica

La biotransformación catabólica consiste en el tratamiento de sustancias tóxicas que son ingeridas por el organismo, con el fin de eliminarlas. En este sentido, la biotransformación catabólica “tiene por objetivo eliminar el tóxico o convertirlo en sustancias menos dañinas para el organismo. Comprende dos fases: 1. De oxidación, reducción e hidrólisis. 2. De conjugación. Los sistemas de biotransformación más importantes se encuentran en las células del hígado, y los de menos importancia se localizan en el riñón, pulmón, intestino y cerebro” (Vargas, 2008:17).

Estas transformaciones catabólicas se llevan a cabo en dos fases: “la fase I en la que se inserta un grupo funcional a la moléculas lipofílicas proceso que las hace hidrofílicas y más fácilmente excretables; y la fase II del metabolismo corresponde a la inserción de un grupo polar a la molécula funcionalizada proceso que permite su excreción” (Rodríguez, 2004:103).

La misma investigadora Rodríguez, en su investigación anterior (2003:20), ya había advertido que “después de que un agente xenobiótico ha sido absorbido por el organismo, éste es biotransformado. Por lo general los productos del metabolismo son más solubles en agua, lo que facilita su eliminación y hace desaparecer su toxicidad, en otras ocasiones se obtiene una sustancia como producto intermedio del metabolismo, la cual es más reactiva que la original, y que puede reaccionar con otras macromoléculas celulares”.

Los tóxicos presentes en el organismo, son los que se someten a esta biotransformación catabólica, y es la misma autora (2003:15) quien reconoce que “los agentes tóxicos pueden eliminarse de la circulación al ser excretados por el riñón, o quizá acumularse en los tejidos grasos, o bien biotransformarse en las células de hígado y otros órganos”; es decir, si las sustancias tóxicas no pueden biotransformarse, ni eliminarse, entonces, pasan a un proceso de bioacumulación catabólica.

2.3.2 Bioacumulación catabólica y toxicidad

La presencia de tóxicos está a expensas del catabolismo, pues “el balance entre los fenómenos de activación y desintoxicación determina, en última estancia, si el daño provocado por la exposición a un compuesto químico particular se expresa o no en el organismo” (Rodríguez, 2004:25).

La bioacumulación catabólica es el “proceso por el cual ciertas sustancias tienden a acumularse en los tejidos vivos, se relaciona con las características lipofílicas, fisiológicas y bioquímicas de los organismos. Su evaluación es importante en la valoración científica de los riesgos de las sustancias químicas pueden representar para los seres humanos y el medio ambiente y es un enfoque actual de los esfuerzos de reglamentación (Arnot & Gobas, 2006)” (Zambrano, 2012:6).

La acumulación es concebida como “la retención de una sustancia en un tejido o en un órgano a unos niveles superiores a los de su concentración en la sangre o el plasma. Puede tratarse también de una acumulación gradual en el organismo a lo largo del tiempo. Muchos xenobióticos son muy liposolubles y tienden a acumularse en el tejido adiposo, mientras que otros tienen una especial afinidad por el hueso” (Mager, 1998:33).

Rodríguez (2003:19) hace hincapié en la capacidad de degradar y eliminar a muchos compuestos extraños. Sin embargo, establece que cuando la absorción es mayor que la excreción, el agente químico tiende a acumularse en cantidades elevadas y mostrar un efecto tóxico, reconociendo de tal manera que la toxicidad puede generar no sólo por sustancias desconocidas para el organismo, sino también por exceso de sustancias que el organismo sí reconoce y apropia.

Los procesos de bioacumulación catabólica son el latente indicio de generación de enfermedades, como resultado de la poca efectividad que ejerce el organismo ante sustancias que no pueden ser asimiladas nutritivamente y, por ende, no son aprovechadas en beneficio de la salud. Es decir, son procesos del organismo para

tratar la presencia de sustancias tóxicas que lo agreden, amenaza que se nos muestra como enfermedades.

Conclusiones

El comportamiento del *proceso nutricional* es resultado del quehacer previo del *proceso alimentario*, el cual tiene como finalidad determinar la calidad de los alimentos que es determinada por las sustancias contenidas en ellos, ya sean nutritivas o no; pues su incorporación al organismo se someten a sus funciones metabólicas tanto en su complejidad anabólica como catabólica.

Las sustancias químicas no-nutritivas, cuando adquieren la condición de ser tóxicas son llamadas xenobióticas o tóxicas. De éstas, las que no son viables para ser eliminadas, son inhabilitadas por medio de procesos de bioacumulación, generando así alteraciones en el *proceso nutricional* que conducen a la manifestación de enfermedades.

La bioacumulación de sustancias xenobióticas es promotora de enfermedades. Si bien es un acto de defensa del organismo, es el claro ejemplo de su comportamiento anormal, puesto que al acumularlas como forma de protección, sus efectos pueden manifestarse de manera inmediata o paulatina, comportamiento que depende de la cantidad ingerida, el tiempo de ingesta y las rutas que siguen su metabolismo siendo un desequilibrante para esta función.

Los cambios dados en el *proceso nutricional*, a consecuencia de la incorporación de sustancias xenobióticas, traen como resultado un comportamiento anormal del binomio salud/enfermedad como consecuencia de las modificaciones realizadas en los procesos productivos previos. Las sustancias tóxicas presentes en los alimentos, a raíz de la industrialización, han formado una serie de reacciones en el organismo humano, generando que estas alteraciones aumenten el problema de salud pública, a través, del incremento de la presencia de enfermedades temporales y crónicas.

CAPÍTULO 3.- TOXICIDAD Y SU RELACIÓN CON LA ENFERMEDAD

Después de distinguir a la bioacumulación catabólica como la principal causa de la alteración del binomio salud/enfermedad, y como potencia tóxica generadora de enfermedades transmisibles por los alimentos, nos es oportuno establecer, en este capítulo, los elementos necesarios para la comprensión de éstos conceptos.

Una vez que se conoce el funcionamiento del *proceso nutricional*, como uno de los dos momentos del *proceso alimentario*, su comprensión va de la mano con la identificación de las partes básicas de la toxicidad, puesto que ésta es el detonador de la inestabilidad del proceso biológico estimado en el comportamiento del binomio salud/enfermedad.

La toxicidad, eje de este capítulo, busca esclarecer la presencia o no de enfermedades transmisibles por alimentos; observándole a través de sus orígenes y sus efectos, es de nuestro interés abordar la *toxicidad inducida* (Morales y Ramírez, 2013:32, 2016:96), y los efectos, como producto de la condición social del *proceso alimentario*.

Es en este capítulo donde se aborda la relación de los procesos de bioacumulación catabólica y la toxicidad, para ello se revisa el concepto de toxicidad y se relaciona con lo que es la enfermedad. Asimismo se tocan sus orígenes, endógenos y exógenos, y sus efectos locales y sistémicos, con el propósito de ofrecer los argumentos necesarios para abordar la clasificación que hace la Toxicología de las diferentes manifestaciones de toxicidad.

De esta forma, el reconocimiento de las sustancias tóxicas que generan las condiciones promotoras de enfermedades y los efectos que éstas crean en el organismo humano, busca situar el asunto de la toxicidad en el tratamiento clínico que da las pautas para entender la aparición y desarrollo de las enfermedades transmitidas por alimentos.

3.1 Intoxicaciones y su severidad

El concepto de enfermedad, al contrario del de salud, no cuenta con una definición por parte de la OMS, a pesar de que no exista una definición “oficial”, Sacchi, *et al.* (2007:272), la define como “una dolencia personal y también una construcción social y cultural ya que cada sujeto vive la enfermedad según sus características individuales y la construcción sociocultural particular del padecimiento, siendo su comportamiento para el cuidado o recuperación de su salud, singular y dinámico”. Siendo entendida, entonces, como un padecimiento no sólo biológico, sino también social.

Las enfermedades engloban todas las deficiencias o irregularidades que puede tener el hombre, pero de acuerdo a nuestro trabajo, nos interesan las enfermedades transmisibles por los alimentos, esencialmente, las generadas por tóxicos.

La toxicidad es un término que hace referencia a la “capacidad para producir daño a un organismo vivo, en relación con la cantidad o dosis de sustancia administrada o absorbida, la vía de administración y su distribución en el tiempo (dosis única o repetidas), tipo y severidad del daño, tiempo necesario para producir éste, la naturaleza del organismo afectado y otras intervinientes” (Duffus, *et al.*, 1993:65).

Es claro que las afectaciones por la introducción de tóxicos al organismo dependen del comportamiento de los factores antes mencionados; como lo indica Trautmann (2005), la toxicidad indica el grado al cual una sustancia es venenosa a los organismos biológicos, incluyendo a los seres humanos.

La Medicina Clínica como respuesta a las enfermedades ha significado un gran paso en la investigación humana, pues significa el enfrentamiento “a la necesidad que tiene el ser humano de sistematizar los signos y síntomas de las distintas enfermedades, tratando de comprender su origen, pero sobre todo de aliviar o curar a quien los manifieste” (Salom-Echeverría, 2003:75). Este campo de atención a los problemas del hombre, tiene necesariamente que atender las afectaciones de los tóxicos en el organismo, creando para ello, una rama específica del conocimiento llamada Toxicología.

Así, las intoxicaciones son las reacciones del organismo ante la presencia de agentes xenobióticos; se les reconoce a través de “un complejo cuadro sindrómico² que es resultado de la acción perniciosa del tóxico sobre el organismo y puede llevar a la muerte” (Escobar, *et al.*, 2012:132).

El grado de inestabilidad que provoca en el organismo se determina de acuerdo con los siguientes factores; la cantidad de tóxico presente; las vías de penetración; la capacidad de asimilación y excreción del organismo; y la aparición de efectos. Por lo regular, la presencia de éstas se da de manera accidental o involuntaria. De esta manera, se pueden diferenciar tres grados de toxicidad que se registran como las intoxicaciones leves, agudas y crónicas.

Existen diversas clasificaciones entorno a los efectos de los tóxicos en el organismo, siendo destacable la usada por Hernández-Guijo (2010), pues reconoce las afectaciones tanto por tiempo en el que se presentan, como por zonas afectadas: “Inmediatos: Se desarrollan rápidamente tras una sola administración. Retardados: Ocurren tras un lapso de tiempo. La mayoría de las sustancias producen efectos inmediatos. Los efectos carcinogénicos se suelen manifestar después de 20 o 30 años de la exposición inicial. Locales: Se producen en el órgano de contacto con el tóxico (ingestión o inhalación de sustancias causticas o irritantes). Sistémicos: Cuando se produce absorción y distribución del tóxico a un punto distante (la mayoría)”.

3.1.1 Leves

Es la forma más inofensiva y sin intención de provocar daño del porqué de la presencia de algunos tóxicos en el organismo. Y pese a lo que esto puede provocar

² Conjunto de patologías o síntomas que conforman una situación médica determinada, El cuadro sindrómico lo constituye el conjunto de síntomas, signos, rasgos fenotípicos y genotípicos, y en determinadas situaciones por afectaciones de salud.

no representa un riesgo alto para la población en general. Es una reacción orgánica transitoria y de resolución espontánea cuya etiología puede ser medicamentosa o yatrógena, laboral u ocupacional, *alimentaria* y la hídrica (Vargas, 2008:16).

3.1.2 Toxicidad aguda

Rodríguez (2003:12) nos dice que “la exposición a los agentes tóxicos pueden presentarse en forma aguda, es decir, en un solo episodio generalmente accidental, cuando ingresan al organismo cantidades elevadas de alguna toxina”. Para Silva (2004:22), la toxicidad aguda “se refiere usualmente a los efectos de una dosis única, o bien a dosis múltiples durante un período de 24 h”.

3.1.3 Toxicidad crónica

La intoxicación más severa es reconocida como *crónica*, ésta ocurre por una “exposición continua a dosis bajas, que suele ir acompañada de su acumulación en el organismo, produciéndose la respuesta tóxica después de mucho tiempo” (Rodríguez, 2003:12; Saume, 1992:5). Es decir, la toxicidad crónica “se refiere a varias exposiciones de dosis que individualmente no causarían ningún efecto, pero al irse acumulando pueden inducir una reacción tóxica” (Saume, 1992:5).

Así, la toxicidad crónica, por su condición acumulativa, es un proceso potencialmente peligrosa para el organismo, puesto que las sustancias xenobióticas se deposita en el interior de éste, provocando, o no, alteraciones en su funcionamiento normal.

3.2 De sus orígenes

Según Vargas (2008:15) los tóxicos se pueden clasificar por su origen, su estado físico, el órgano blanco, su composición química y sus mecanismos de acción. Para nuestro caso, por la orientación dada al trabajo, tomamos los elementos que señala acerca de su origen toda vez que éste se relaciona directamente con la naturaleza del tóxico que puede ser mineral, botánico, animal y sintético.

En función a ello, enfocando la atención en la fuente que origina la sustancia tóxica sea como producto del metabolismo del organismo o tenga un origen externo.

3.2.1 Endógeno:

En el entendimiento del origen endógeno, como las sustancias tóxicas generadas por el propio organismo, es de resaltar algunas situaciones que dan la pauta para la presencia de estas, tal es el caso de la insuficiencia renal.

En cuanto a la insuficiencia renal, “los productos tóxicos que se originan como resultado de la actividad normal de los tejidos (metabolismo) y que deben ser eliminados a través de la función renal, al encontrarse ésta disminuida o ausente, se acumulan en el cuerpo humano con consecuencias negativas” (EstrucPlan, 2002).

Si nos referimos a la toxicidad por problemáticas genéticas, Vargas (2008:16), reporta que existe la enfermedad llamada *acatalasia* que consiste en la incapacidad hereditaria de algunas personas para degradar el agua oxigenada que transforma en ellas la hemoglobina en un producto oxidado, negro.

3.2.2 Exógeno.

El origen exógeno de las intoxicaciones está conformado por agentes externos al organismo que pueden ocasionar un daño en él. “La mayoría de las sustancias

químicas presentes en el medio ambiente tienen origen artificial; es decir, son sintetizadas por el hombre. Sin embargo, existen cientos de venenos naturales generados por microorganismos, hongos, plantas y animales, que son muy tóxicos para otros seres vivos” (Rodríguez, 2003:11).

Este origen, está estrechamente ligado con la toxicología ambiental, puesto que reconoce que los agentes tóxicos están presentes en el aire, agua, suelo, alimentos u otros factores ambientales.

El reconocimiento de las sustancias tóxicas exógenas, para su estudio, es determinada por; la presunción de amenaza para la salud de las personas; tipo y trastorno de las secuelas latentes sobre la salud; relación de elaboración y aplicación del agente presuntivo; capacidad de perennidad en el ambiente; potencial de aglomeración en la biota y en el ambiente; y el tipo y magnitud de las poblaciones que estén expuestas (Cantú, s/f; 6). Siendo de esta manera, una planeación de estudio de los múltiples agentes tóxicos presentes en el ambiente.

3.3 De la bioacumulación tóxica y aditividad

Importa destacar que, en cuanto a los procesos de toxicidad, es la toxicidad crónica la que tiene como particularidad el ser resultado de un efecto acumulativo de tóxicos minerales, botánicos, animales y sintéticos en el mediano y largo plazo. Ahora bien, la bioacumulación tóxica, como toxicidad crónica, tendrá efectos sistémicos en el organismo.

El efecto acumulativo de los tóxicos es diferencial en su actuar en el cuerpo humano; Rodríguez (2004:25), lo explica reconociendo que “el balance entre los fenómenos de activación y desintoxicación [el que] determina, en última estancia, si el daño provocado por la exposición a un compuesto químico particular se expresa o no en el organismo”.

Saume (1992:3), por su parte, afirma que “los efectos tóxicos sobre un sistema biológico se producen cuando el compuesto químico o sus metabolitos llegan a

receptores apropiados en el sistema a una concentración determinada y por un periodo de tiempo suficiente para iniciar la manifestación tóxica”.

En el entendido de que la toxicidad es dependiente de múltiples factores para presentar efectos, el más importante de la toxicidad crónica es la bioacumulación catabólica que puede ejercer y prácticamente el nulo control del ser humano respecto a la ingesta de estos, puesto que al ser provenientes del exterior y no poder notar la toxicidad de manera inmediata, como sería el caso con una toxicidad aguda o leve, se vuelve más riesgoso para el desarrollo y acción normal del organismo.

Hernández-Guijo (2010) informa que “la mayoría de los tóxicos que producen toxicidad sistémica no producen el mismo efecto sobre todos los órganos. Aquellos en donde se produce la mayor toxicidad se llaman órganos “diana”. Reversibles o irreversibles: Si el órgano “diana” de un tóxico tiene capacidad de regeneración (el hígado, por ej.) el efecto será más reversible que en el caso opuesto (SNC)³. Los efectos carcinogénicos suelen ser irreversibles”.

Importante señalar que no todos los seres humanos pueden presentar síntomas (o por lo menos, no de la misma manera) por la presencia de sustancias tóxicas. Si bien, su asimilación permite la presencia, o no, de intoxicaciones, debe tenerse en cuenta su presencia cuantitativa que se evalúa como dosis-efecto. Por ello, los efectos sistémicos que genera la toxicidad crónica en el ser humano varían enormemente de acuerdo a la sustancia que se ingirió, a la cantidad y a la aceptación por parte del organismo.

Para considerar realmente los efectos que se producen, nos es necesario tratar la funcionalidad del *órgano diana* y la reacción dosis-respuesta.

³ SNC: Sistema Nervioso Central.

3.3.1 Su selectividad: el órgano diana.

En cuanto a la bioacumulación tóxica es importante apropiarse del concepto de *órgano diana*, utilizado por la toxicología para designar a los órganos receptores de las sustancias xenobióticas. Éste se define como “la parte del cuerpo en la que una sustancia química origina efectos adversos. Puede ser un órgano íntegro, un tejido, una célula o tan solo un componente subcelular” (Greenfacts, s/f). En tal caso tenemos al cerebro, los pulmones, el corazón, la leche materna, el hígado, los riñones, el sistema nervioso, los órganos reproductores (en hombres y mujeres), el feto, la médula ósea y la piel.

Si bien se reconoce que este tipo de órganos, tejidos y células son receptores de estímulos por parte de los tóxicos, no todos ellos reaccionan de forma similar; la acción de un tóxico en el cuerpo humano, tiene preferencia por unos órganos y no por otros; a estos órganos en los cuales se producen los efectos principales se les conoce como órganos diana (Vargas, 2008:19).

3.3.2 Dosis-respuesta y aditividad

Saume (1992:3) nos informa que “las interacciones tóxicas entre un compuesto químico y un sistema biológico están directamente correlacionados con las dosis utilizadas. Teóricamente cualquier compuesto químico presenta el potencial de ocasionar un efecto perjudicial sobre los seres vivos”.

El reconocimiento de la importancia de la relación dosis-respuesta es la clave para determinar la gravedad de los efectos dañinos generados por la presencia de tóxicos. Esta relación “es la manifestación de la acción de una sustancia que modifica algún mecanismo bioquímico o función fisiológica. Va ligado a dosis y a tiempo” (Hernández-Guijo, 2010).

El manejo de esta variable es de suma importancia, puesto que su comportamiento es una de las consideraciones más fuertes para justificar el añadir sustancias

tóxicas en los alimentos; por ello es que su estimación debe soportarse en una serie de estudios que den cuenta hasta qué punto una sustancia es perjudicial al hombre. Trautmann (2005) afirma que “la manera más simple de hacer pruebas sobre la toxicidad de un químico es contar cuántos organismos sufren serios problemas de salud o mueren al ser expuestos a altas dosis. Sin embargo, estas medidas de toxicidad aguda no ayudan a los reguladores a determinar cuál exposición diaria promedio de este contaminante puede ser considerada como relativamente segura sobre varios años de exposición. La toxicidad crónica es difícil de medir porque nuestros cuerpos responden a la exposición química de varias maneras”.

De la misma manera, es rechazada la idea de homogeneidad en las pruebas por la poca representatividad que éstas pueden generar en los humanos y sobre todo que la sensibilidad a los contaminantes varía dependiendo del estado de vida, tanto en los humanos como en otros organismos.

Su estimación tiene que ver con la tolerancia, o no, de las sustancias tóxicas por el organismo. En materia de toxicidad por insecticidas, se maneja el concepto de Dosis Letal (Saume, 1992:7). Por su parte, Trautmann (2005) nos refiere que “la noción de que ‘la dosis hace al veneno’ provee las bases para los estándares de salud pública, los cuales especifican las concentraciones máximas aceptables de varios contaminantes en los alimentos, en el suministro público de agua potable y en el medio ambiente. La definición de estos estándares es un proceso complicado que incluye a la investigación científica y a las decisiones de políticas públicas. El primer paso es el de evaluar la toxicidad a corto plazo, o toxicidad aguda, de un químico. Ésta se mide por medio de experimentos de dosis-respuesta en organismos de laboratorio expuestos a varias dosis del químico en cuestión. La dosis se refiere a la cantidad de una sustancia que es ingerida, inhalada o absorbida a través de la piel por un organismo. Colectivamente, estas cantidades forman la exposición de ese organismo a esa sustancia en particular. La respuesta se refiere a los cambios que ocurren en los seres vivos como consecuencia de la exposición a una sustancia en particular. Típicamente, a medida que aumenta la dosis de una

sustancia tóxica, aumenta el número de organismos que muere o que muestra señales de efectos negativos sobre su salud”.

Es por esto que esta relación siempre es un factor de discusión en la opinión pública y no pocas veces en el mundo científico, sin embargo, es la forma en que los organismos responsables de la salud pública generan sus normas.

Por ejemplo, Hernández-Guijo (2010) nos ilustra en que existen dos tipos de clasificaciones de acuerdo a la relación dosis-efectos: la *cuántica*, que responde a la ley del “todo o nada”, es decir, ante una dosis determinada, el individuo presenta el máximo efecto o no experimenta nada. La otra, es la *gradual*, que reza que el efecto es función de la dosis.

3.3.2.1 Efectos sistémicos

En la dinámica de las consecuencias cualitativas generadas por sustancias xenobióticas, gran parte de teóricos e instituciones establecen efectos locales y sistémicos, ambos en correspondencia al origen de la toxicidad; la toxicidad aguda es generadora de efectos locales y la toxicidad crónica, de efectos sistémicos.

Los efectos locales o agudos son aquellos “que se producen tras una exposición limitada y poco tiempo después de ésta (horas, días), y pueden ser reversibles o irreversibles” (Mager, 1998:33), sobre todo se reconoce que sus afectaciones son inmediatos u ocurrir en los próximos días luego de la exposición (Saume, 1992:5).

Este tipo de efecto, hace referencia “a la acción que toma lugar en el punto o área de contacto. El sitio puede ser la piel, membranas mucosas de los ojos, nariz, boca, o cualquier otra parte del sistema respiratorio o gastrointestinal” (Cantú, s/f: 4).

A diferencia de los efectos locales, los efectos sistémicos están enfocados “a un sitio de acción que puede estar muy ajeno al lugar de contacto y se asume que la absorción se ha llevado a cabo. Es decir, tras la absorción y distribución de la sustancia tóxica, a través de la sangre, se aloja en un órgano blanco o bien es

manifiesta su acción en todo el organismo” (Cantú, s/f: 4). Estos efectos, pueden no presentarse de manera inmediata, puesto que están en concordancia con la bioacumulación, en el entendido que ésta es un proceso paulatino.

Conclusiones

Siendo la *toxicidad en los alimentos*, el tema principal de nuestra investigación, nos es relevante reconocer las particularidades de la toxicidad y cómo es que ésta es la generadora de enfermedades en el ser humano. El entendimiento del origen, las rutas y los efectos de las sustancias xenobióticas en el organismo, son de suma importancia para la investigación, puesto que éstos, llegan a ser parte de la dinámica funcional de los procesos metabólicos, y generadores de las alteraciones que los tóxicos provocan en el funcionamiento normal del organismo.

Hemos visto que la bioacumulación catabólica es el proceso de defensa del organismo ante la incorporación de cualquier sólido, líquido o gas que es introducido o aplicado a un organismo vivo y que interfiere negativamente en el funcionamiento normal de sus procesos vitales (Silva, 2004:21), estas sustancias, denominadas tóxicas, se encuentran principalmente en el medio ambiente en que se desenvuelve el organismo.

Los orígenes de la toxicidad, de acuerdo a nuestra investigación, tienen en su mayoría, un origen exógeno que proviene del medio ambiente, puesto que, en cuanto a su origen endógeno, la toxicidad se relaciona con los disturbios ocurridos en el sistema inmunológico, en el mal funcionamiento de alguno de los sistemas interiores y en factores genéticos.

Por otro lado, los efectos generados por la toxicidad cuentan con un amplio rango de daño al organismo, por lo que los efectos sistémicos, dados por bioacumulación catabólica, están presentes como un peligro latente.

La presencia de enfermedades a raíz de la toxicidad generada por alimentos producidos por procesos industrializados, es lo que también se conoce como

toxicidad inducida (Morales y Ramírez, 2013:32, 2016:96), puesto que está presente en los alimentos con un propósito que no es nutricional y que fomenta alteraciones al organismo en el binomio salud/enfermedad.

La *toxicidad inducida*, como generadora de enfermedades, pone en jaque a la industria alimentaria, pues es gracias a la incorporación de nuevos procesos de producción y de sustancias que se deja de lado el objetivo nutricional de los alimentos y termina fomentando un problema de salud pública. Tal es el caso de los plaguicidas, productos veterinarios y aditivos, sustancias que tienen como única ruta la bioacumulación catabólica.

El entendimiento de la toxicidad presente en los alimentos, incluye involucrarse en el ámbito toxicológico, el cuál es tratado en el siguiente capítulo, pues existen una serie de elementos propios de la toxicología que determinan su campo de estudio.

CAPÍTULO 4.- TOXICOLOGÍA Y TOXICIDAD

La relación establecida entre la toxicidad y las enfermedades, nos permite involucrarnos en la dinámica de la toxicología, como disciplina de la medicina clínica. La finalidad de conocer de manera genérica los campos teóricos que se involucran en su dominio, nos exige tratarlos por ser importantes como una aproximación a la meca de nuestra investigación; pues nuestro interés radica en acercarnos a la toxicidad alimentaria y sus consecuencias en la salud pública.

La toxicidad, sea endógena o exógena, es estudiada por la *toxicología*. En este capítulo se ubican las distintas disciplinas que van de la mano con la toxicología, como lo son la bromatología, la farmacología y la toxicocinética, siendo esta última la que atiende el metabolismo de las sustancias xenobióticas, o sea, la ruta que siguen los tóxicos una vez que se introducen en el organismo.

Asimismo, es de nuestro interés precisar las ramas en que se desprende su estudio tales como la toxicología ambiental, la toxicología farmacológica, la toxicología veterinaria y la toxicología alimentaria para centralizar nuestra atención en esta última.

4.1 Dominio de la toxicología

El actuar de los tóxicos es concordante con el sistema biológico receptor, lo que genera variación en sus efectos según su composición genética. Hemos visto que la toxicidad de cualquier sustancia depende de muchos factores, incluyendo la cantidad que entra al organismo, puesto que “una vez que el químico es absorbido por un organismo, puede ser metabolizado o convertido en otras formas químicas a través de procesos biológicos. La toxicidad de cada tipo de sustancia química también depende de si es excretado del cuerpo o almacenado en el hígado, los riñones, la grasa o en otros tejidos” (Trautmann, 2005). No hemos de olvidar que

nuestra pretensión es acercarnos a comprender los procesos de bioacumulación de los tóxicos por la importancia potencial para la generación de enfermedades.

La toxicología, ciencia que trata de la toxicidad, ha sido definida desde su raíz etiológica hasta conceptualizaciones más complejas. Por ejemplo, Vargas (2008:13), la define como el estudio de los efectos adversos de los xenobióticos, aclarando que estos últimos se refieren a los compuestos extraños para la vida o para los seres vivos. Por su parte, Cantú (s/f: 2) rescata la definición de la OMS, la que hace referencia a que, si bien su objetivo principal es la identificación de los efectos nocivos de los agentes tóxicos en el organismo, también se debe considerarse a la magnitud del daño ocasionado que depende de otros factores, tales como el tiempo de exposición y la sensibilidad del organismo a ellos.

Hernández-Guijo (2010), en una definición ya más elaborada, nos dice que la toxicología es aquella ciencia que “estudia las sustancias químicas y los agentes físicos en cuanto son capaces de producir alteraciones patológicas a los seres vivos, a la par que estudia los mecanismos de producción de tales alteraciones y los medios para contrarrestarlas, así como los procedimientos para detectar, identificar y determinar tales agentes y valorar su grado de toxicidad”.

Para Viruete, *et al.* (2014:10) esta disciplina de la medicina clínica, “estudia los efectos tóxicos de las sustancias químicas sobre los sistemas vivos, desde células individuales hasta seres humanos o ecosistemas complejos. Identifica y describe la dosis, naturaleza, incidencia, severidad, reversibilidad y mecanismos de producción del efecto tóxico”.

4.1.1 Disciplinas relacionadas

Bajo estas consideraciones, la toxicología involucra un conjunto de procesos que la hacen ser una disciplina integradora de otras que le son necesarias para elaborar sus consideraciones acerca de qué es la toxicidad. Dentro de éstas, las más importantes son la *bromatología*, la *farmacología* y la *toxicocinética*, que se

involucran en la caracterización de las cualidades de las sustancias tóxicas y su relación con las enfermedades. En ellas encontramos las estimaciones cualitativas y cuantitativas de los efectos de los fármacos sobre la salud. Veamos su contenido general.

4.1.1.1 Bromatología

La *bromatología* estudia las propiedades físicas, químicas y bioquímicas de los alimentos para, entre otras razones, prevenir la ocurrencia de enfermedades por la presencia de sustancias tóxicas en los alimentos. Estas propiedades las trata desde su composición química y física hasta la valoración de la tecnología empleada en su producción y su comercialización, campo del conocimiento que es de nuestro interés por ser la disciplina encargada “del estudio de las transformaciones que sufren los diferentes nutrimentos al ser expuestos a cambios físicos o químicos dentro de los procesos de conservación y preparación de los diferentes alimentos al ser dispuestos para el consumo humano” (Lezama, *et al.*, 2008).

Su importancia para la toxicología radica en que no pierde de vista la relación particular existente entre el contenido químico y bioquímico de las materias primas con las alteraciones que en ellas ocurren a causa de los procesos de la industria alimentaria por el impacto de la toxicidad sobre la higiene humana, procurando, de esta manera, eliminar y prevenir su presencia por medio de directrices técnicas que garanticen la seguridad del consumidor (Acero, 2007:4).

Quispe, *et al.* (2014:2128) se extienden en el contenido de su dominio. La entiende como la ciencia encargada del “estudio analítico de las diversas especies de alimentos desde varios enfoques, como valor nutritivo, producción, manipulación, conservación, elaboración, distribución así como aspectos higiénico-sanitarios, toxicidad y otras alteraciones, siendo para ello muy necesario la conjunción con otras ciencias, como la química, biología, física, nutrición, farmacología y la toxicología”.

Siendo así, en la bromatología encontramos las claves para comprender el contenido de las materias primas utilizadas en la producción de alimentos y las modificaciones a las que éstas se ven sometidas; asimismo, para reconocer los cambios ocurridos en sus cualidades físicas, químicas y bioquímicas. Por tales razones, se afirma como disciplina *preventiva* de las enfermedades que tienen su origen en la industria alimentaria, sea ésta doméstica o industrial (Morales y Ramírez, 2013:17-19).

4.1.1.2 Farmacología

La toxicología, además, se auxilia de la farmacología, ciencia biomédica a la que Viruete, *et al.* (2014:7,9), definen como disciplina que estudia el origen, las propiedades fisicoquímicas de los fármacos y las interacciones fármaco-organismo. Este último proceso es de interés para nuestro estudio pues, al considerarla, de manera general, como el estudio de los fármacos, su razón la encuentra en el diagnóstico, prevención y tratamiento de las enfermedades.

La farmacología está en constante desarrollo, en concordancia con la dinámica de tres factores: la presencia de las enfermedades; la cantidad de fármacos existentes para su control; y la variedad de efectos que pueden presentarse en el organismo por su diferente sensibilidad a ellos. Esto nos explica que su extenso campo de estudio se divida en diversas ramas, entre las que destacan la clínica, la epidemiológica y la experimental. Esta última ha sido considerada como el extremo de interés por diversos investigadores, toda vez que, apreciando correctamente esta disciplina, su preocupación la centran en la respuesta fisiológica de un organismo a la aplicación de un fármaco puesto que éste puede provocar efectos secundarios o adversos en su salud.

Si hemos de aproximarnos a la farmacología es por posibles los efectos tóxicos de los fármacos cuando éstos son consumidos directa o indirectamente por el hombre. Su rama experimental evalúa los efectos de los fármacos que han de ser utilizados en el control de enfermedades humanas a través de experimentar sus efectos en

animales de laboratorio; por ello, nos arroja un conocimiento preliminar para su uso por la rama clínica, puesto que en ésta ya se emplean los fármacos experimentados con fines terapéuticos.

Tal es la razón por la que Arias (1999:118) ubica a la farmacología clínica en el “estudio de los efectos de los medicamentos en el ser humano, en contraposición a la farmacología experimental, en la cual se emplean animales de laboratorio u órganos aislados”. Ambas ramas son significativas para nuestro trabajo por los efectos positivos o negativos que su uso genera cuando se incorporan, directa o indirectamente, en los procesos alimentarios puesto que su presencia en éstos puede convertirse en sustancias xenobióticas para el organismo. En este sentido es que interesa destacar las dos partes que la integran: la primera conformada por la *farmacodinamia* y la *farmacocinética*, dirigidas hacia el actuar fisiológico y bioquímico de los fármacos; y la segunda, integrada por la *evaluación terapéutica* de los fármacos que liga sus efectos con el tiempo de interacción fármaco-organismo y con su actuar principalmente en los órganos diana (Levy, 2002:2). Ambas disciplinas son fundamentales para el reconocimiento, o no, de la utilidad de un fármaco en pro de la salud.

4.1.1.3 Toxicocinética

Ahora bien, la toxicocinética es la expresión *cuantitativa* de “los procesos que experimenta una sustancia tóxica en su tránsito por el cuerpo (captación, absorción, distribución, biotransformación y eliminación). Considera la velocidad de los procesos y las variaciones de las concentraciones de las sustancias originales y de sus metabolitos en los compartimientos” (Duffus, *et al.*, 1993: 65). Para esta rama de la ciencia médica, importa el estudio tanto de los agentes xenobióticos (sustancias químicas y fármacos) presentes en las materias primas utilizadas en los procesos de producción, acondicionamiento, industrialización y conservación de los alimentos.

Camelo (2011:19) nos reporta que esta ciencia estudia “el proceso que sufre un tóxico desde el ingreso a un organismo hasta su eliminación. Dada la exposición, la sustancia genera toxicidad siempre y cuando supere las estrategias de protección a los tejidos diana (inmovilización, inactivación y eliminación), que el organismo le presenta Peña, *et al.* (2001)”. Fernández (s/f) la ubica como la disciplina que estudia cuantitativamente “los procesos que experimenta, en función del tiempo, un xenobiótico en un organismo vivo. Al estudio de la velocidad de cambio de la concentración de las especies tóxicas dentro del organismo. Busca los efectos de la exposición y predecir el riesgo y la tolerancia”.

La toxicocinética es, sin duda, la principal disciplina de la toxicología, pues nos establece la ruta que siguen los tóxicos al introducirse en el organismo así como la serie de transformaciones que en él ocurren, pudiendo generar, o no, alteraciones leves o crónicas en su funcionamiento normal pues su campo de estudio consiste en conocer los efectos de las sustancias xenobióticas desde el primer contacto con el organismo hasta su biotransformación, excreción y bioacumulación.

Si bien su acción tóxica se puede presentar inmediata o paulatinamente, también es de considerar la capacidad natural de resistencia por parte del organismo, la cual se entiende como la “capacidad que desarrollan los individuos de una especie a tolerar elevadas dosis de productos tóxicos (sean naturales como los alcaloides o sean productos sintéticos como los pesticidas) que son letales para la mayoría de los individuos de una población normal de la misma especie” (Rodríguez, 2004:108).

Sin embargo, Rodríguez (2004: 25) observa que el concepto de toxicocinética es limitado y nos propone mejor hablar de la *toxicología molecular*, a la que considera como una disciplina cuyo dominio es más amplio que el de la toxicocinética. Para distinguirlas, considera que la primera estudia “los procesos que se presentan en los seres vivos, desde la exposición a un compuesto químico hasta la expresión del efecto tóxico y abarca fases, como por ejemplo la toxicocinética, que es el estudio de la absorción, distribución y eliminación del compuesto químico en el organismo; el metabolismo o biotransformación, que estudia los procesos de activación y de

desintoxicación; interacciones con diversos componentes celulares tanto reversibles como irreversibles, mecanismos bioquímicos de protección y de reparación, y consecuencias del efecto tóxico en el organismo”.

Para nuestro caso, por el momento asumimos el dominio de la toxicocinética en sentido restringido por nuestro interés de destacar cuál es la ruta de los tóxicos ante la importancia que tiene para la presencia de las enfermedades crónicas que ocurren por los procesos de bioacumulación tóxica que afecta a uno o más tejidos que son conocidos clínicamente como Órganos Diana.

4.2 Ruta de los tóxicos

La toxicocinética reconoce que la *ruta de los tóxicos* la substancian principalmente la ocurrencia de cuatro fases fisiológicas progresivas: su absorción, su distribución, su metabolismo y su excreción. Esta ruta es mejor conocida como ADME, de acuerdo a sus siglas (Camelo, 2011:19). En el reconocimiento de la ADME, hay algunos autores que le aumentan o eliminan fases. Por ejemplo, Vargas (2008:13) llama biotransformación a lo que otros nombran como metabolismo; y Mager (1998:33) establece sólo tres etapas; la de exposición; la toxicocinética, que incluye las categorías de la ADME y la toxico dinámica, que refiere a las interacciones de los tóxicos en lugares de acción específicos.

Siguiendo a Vargas, quien substituye la categoría genérica de metabolismo por la de biotransformación, de nuestra parte hemos de reconocer en la toxicocinética la minusvaloración de una fase que ocurre al interior del organismo que es la bioacumulación tóxica. Como resultado de la imposibilidad orgánica para excretar los agentes xenobióticos, si bien diversos autores la reconocen pero pareciera no ser de vital importancia. En cuanto a nuestro interés, encontrar la fuente de la *toxicidad inducida*, entendemos que, al ocurrir, es fuente tóxica que mina lentamente la resistencia natural del organismo para modificar el comportamiento natural del binomio salud/enfermedad.

4.2.1 Absorción

La *absorción*, reconocida como la primera fase del ADME, es “el paso del [tóxico] exterior a la circulación dentro del organismo. El tóxico debe traspasar en ésta etapa las barreras y membranas biológicas (Curtis y Barnes, 2000)”, tesis que a su vez sostiene Camelo (2011:19).

La absorción se puede dar de diferentes maneras, pero “es bien conocido que un mismo agente tóxico puede producir efectos muy diferentes, dependiendo de la ruta por la cual el sistema biológico lo absorba” (Valle, 2000:14). Es por esto que se reconoce como principal vía de exposición a los tejidos que recubren el tracto intestinal y el aparato respiratorio, puesto que “estos tejidos además de estar particularmente expuestos a tóxicos, son aquellos responsables del intercambio de sustancias vitales para el organismo, siendo eficiente en este proceso, gracias a su alta irrigación sanguínea, al aumento en la superficie de absorción (ej. Vellosidades del intestino), al bajo espesor de la membrana (O’ Fla herty, 2000; Peña et al, 2001)” (Camelo: 2011:20).

4.2.2 Distribución

La distribución es la repartición de las sustancias xenobióticas por el organismo, la cual “depende de las características fisicoquímicas del compuesto, de su capacidad para atravesar membranas y de su afinidad por los componentes normales del organismo” (Rodríguez, 2003:17), siendo los órganos diana los principales receptores de los tóxicos que se han introducido al organismo.

En esta fase el tóxico absorbido “pasa al compartimiento central (sangre) o al compartimiento periférico (tejidos de depósito). Este proceso de redistribución constituye un mecanismo de defensa porque permite al organismo degradar

lentamente un tóxico” (Vargas, 2008:17), en el mejor de los casos, puesto que su bioacumulación en los órganos diana es siempre un peligro latente.

De acuerdo a Camelo (2011:21), en esta etapa “el tóxico deja de estar en el sistema circulatorio para pasar a comunicarse en otros tejidos y órganos del cuerpo. Los compartimientos de destino pueden ser órganos de almacenamiento o el blanco del tóxico. Algunos contaminantes tienen afinidad por ciertos tejidos, lo cual influye en su distribución, como es el caso de los hidrocarburos aromáticos policíclicos y su especificidad hacia la melanina del ojo, o de algunos metales que se dirijan a las proteínas hepáticas, para posteriormente depositarse en huesos y dientes”.

4.2.3 Biotransformación

En la etapa de *biotransformación* las sustancias xenobióticas, de ser el caos, son transformadas bioquímica y químicamente por procesos metabólicos naturales, con la finalidad de deshacer su daño potencial, o por lo menos, reducirlo. “Por lo general los productos del metabolismo son más solubles en agua, lo que facilita su eliminación y hace desaparecer su toxicidad; en otras ocasiones se obtiene una sustancia como producto intermedio del metabolismo, la cual es más reactiva que la original, y que puede reaccionar con otras macromoléculas celulares” (Rodríguez, 2003:20).

Vargas (2008:17) determina que esta etapa está conformada dos fases; la de oxidación, reducción e hidrólisis; y la de conjugación. Así mismo, reconoce que los sistemas de biotransformación se encuentran en las células del hígado, y los de menos importancia, en el riñón, pulmón, intestino y cerebro.

4.2.4 Bioacumulación

La bioacumulación, en materia de toxicocinética, es uno de los mecanismos de protección que tiene el organismo ante la presencia de los tóxicos que son

parcialmente metabolizados, o no lo son, y que no pueden ser excretados por ninguna de las vías idóneas del organismo.

En cuanto a su importancia, Camelo (2011:22) nos dice que "los mecanismos de defensa en esta fase, que logran proteger a órganos más susceptibles e importantes del cuerpo, están dados por la acumulación en órganos especializados por la existencia de membranas o barreras de exclusión que impiden la entrada del tóxico. Teniendo en cuenta las propiedades físicas y químicas antes mencionadas, el contaminante puede estar almacenado temporalmente o ser rápidamente eliminado (Landis & Yu, 2003). Los órganos de depósito son principalmente los pulmones, los riñones, el hígado, el tejido óseo y el adiposo. En el caso de los riñones y el hígado, debido al predominante mecanismo de transporte activo y su falta irrigación, se favorece la tendencia a la acumulación del tóxico y por ende su susceptibilidad a una intoxicación".

Por su parte Rodríguez (2003:15), considera que la bioacumulación tóxica ocurre cuando la cantidad de agentes xenobióticos presentes en el organismo es mayor a su capacidad de excreción; bajo estas circunstancias "el agente químico tiende a acumularse en cantidades elevadas en los tejidos grasos, y mostrar un efecto tóxico".

Como se aprecia, este proceso de protección orgánica e inactivación de los agentes xenobióticos, es de suma importancia para conocer la ruta de los tóxicos, pues no tenemos que perder de vista sus consecuencias para la salud que puede desencadenar. Es por esto que la bioacumulación, en el marco del estudio de la *toxicidad inducida*, resulta ser de capital importancia ante la alteración que el hecho provoca en el normal funcionamiento del organismo ante la presencia permanente de estas sustancias dañinas al organismo.

Es indiscutible que para estudiar lo que es la toxicidad inducida entender esta fase de la ruta que siguen los tóxicos es de gran interés para explicar los problemas actuales de la salud pública manifiesta en la presencia y dinámica de las enfermedades producidas por los alimentos (ETA) y su derivación en enfermedades no transmisibles (ENT).

4.2.5 Excreción

La etapa final de la ruta de los tóxicos es su excreción. Es el momento en que “el contaminante es expulsado del organismo. El tóxico puede ser eliminado en su forma original como el metabolito resultante de las fases de biotransformación (Barlie, 2008)” (Camelo, 2011:23). Por su parte, Vargas (2008:17) establece que los tóxicos o sus metabolitos son excretados, siendo sus principales vías de eliminación la pulmonar, la biliar y la renal. Es importante tener en consideración que no todas las sustancias xenobióticas son viables para su excreción, y que ésta depende principalmente de los procesos de biotransformación catabólica.

La mayoría de los autores consideran que esta eliminación se da por el riñón, sin embargo, también existen vías de excreción tales como la orina, las heces, la vía pulmonar y los diferentes tipos de secreciones.

4.3 Toxicidad. Su clasificación

Una vez establecido el dominio de la toxicidad y la ruta que siguen los tóxicos al ingresar al organismo, es preciso reconocer cómo ha sido clasificada para comprender su amplio rango de estudio y sus especificidades, elementos necesarios para profundizar en ella y arribar al tema de nuestro interés: la toxicidad alimentaria y sus agentes xenobióticos.

El tema de la comprensión acerca de qué es la toxicidad no es nuevo; hay numerosos antecedentes al respecto. Rodríguez (2004:24) nos dice que “el hombre estuvo al tanto del efecto tóxico producido por algunos venenos y toxinas⁴

⁴ El término toxina se emplea para designar a las sustancias naturales elaboradas por los seres vivos. Este autor utiliza el término toxina en un sentido más amplio e incluye los compuestos sintéticos, como los pesticidas.

provenientes de plantas y animales. A través del tiempo se pudo establecer que existe una relación entre la exposición a algunos compuestos químicos y la ocurrencia de los efectos tóxicos“. De igual manera, el mismo autor, reconoce el papel fundamental de algunos teóricos, que dieron las bases para poder clasificar los campos de estudio de esta ciencia, tal es el caso de Paracelso (1493-1541), quien fue el primero en relacionar los agentes tóxicos con entidades químicas; y Percivall Pott (1775), médico inglés, quien correlacionó la presencia de enfermedades cancerígenas de tipo ocupacional con la exposición a compuestos químicos particulares, como el tizne de la hulla.

Ahora bien, en este amplio rango de fenómenos relacionados con la toxicidad, es necesario señalar que existen numerosas formas de clasificación, que van desde la caracterización del proceso en el que inciden, el origen de las sustancias xenobióticas y los procesos legales regulatorios (toxicología forense). Es de nuestro interés destacar su clasificación desde su origen. Al respecto reconocemos cuatro principales fuentes tóxicas que afectan al hombre directa o indirectamente: la toxicidad ambiental, la farmacológica, la veterinaria y la alimentaria. Si hemos de buscar el origen de la toxicidad inducida, preciso es que nos situemos en él.

4.3.1 Ambiental

Desde la perspectiva del origen de los tóxicos, llama la atención que en la definición de la toxicidad ambiental se incorporen elementos que se encuentran relacionados con diferentes formas de absorción que pueden ser necesarias, accidentales o inducidas.

La toxicología ambiental, nos dice Cantú (s/f:2), es aquella que concierne con los “efectos dañinos de las sustancias químicas o agentes tóxicos que están presentes en el aire, agua, suelo, alimentos u otros factores ambientales y a los cuales están expuestos el hombre, animales domésticos, peces, vida silvestre y otros elementos de la biota. Es decir, se aboca al estudio de los efectos adversos de los agentes

ambientales”. Como se aprecia, en esta definición no se distingue entre un tóxico que se introduce al organismo por la vía cutánea, por la respiratoria o por la ingesta.

Por su parte, Saume (1992:1) la reconoce como problemática cuando el hombre se pone en contacto **accidentalmente** con tóxicos “porque se encuentran en la atmósfera o por contacto durante actividades ocupacionales o recreativas, o por la ingestión como aditivos en alimentos. Durante los últimos 20 años, se han incorporado dentro de la definición todos los sistemas biológicos, incluyendo la vida silvestre, los animales domésticos y el hombre. De tal manera, que los estudios de penetración, transporte, metabolismo, excreción, etc., han sido expandidos para incluir el espectro completo ecosistema, ambientes físico, la biósfera y en términos más amplios el medio ambiente en escala global”.

En esta perspectiva, este investigador introduce, además, el origen de los agentes xenobióticos en sus elementos de relación accidental con el organismo (Vargas, 2005:13; Cantú, s/f: 2). De esto se deduce que la contaminación ambiental tiene este sentido. Sin embargo, al introducir en la toxicidad ambiental su origen por ingestión de aditivos presentes en los alimentos, nos lleva a poner el acento en que la parte de la toxicidad por ingesta de productos alimentarios debe ser considerada como una rama específica de la toxicología ante la importancia que han tomado las enfermedades crónicas (ENT) cuyo origen es posible encontrarlo en los procesos de bioacumulación catabólica.

Por su importancia, en este trabajo, a la toxicidad causada por ingesta de alimentos se trata aparte.

4.3.2 Farmacológica

El estudio de la toxicidad farmacológica es “estudia el curso temporal de las concentraciones de los fármacos en el organismo y construye modelos para interpretar estos datos. Su conocimiento proporciona información importante para valorar o predecir la acción terapéutica o tóxica de un fármaco” (Farré, *et al.*,

2011:67). Por su lado, Degrossi (2013: 4) reconoce que, en esencia, la toxicología farmacológica “se ocupa de estudiar los efectos indeseables tóxicos de los fármacos. Esta área es de particular relevancia, ya que este tipo de efectos deben ser establecidos antes de la aprobación de un producto farmacéutico para uso humano. Otro campo de acción es el diseño de drogas quimioterápicas, donde la estrategia farmacológica no es más que la búsqueda de un efecto tóxico selectivo sobre un blanco (célula cancerosa, parásito, etc.)”. De esta manera, se reconoce la valoración necesaria para los fármacos, pues son potencialmente tóxicos, por lo que su uso debe ser controlado.

El estudio de la toxicidad por fármacos está enfocado a prevenir su mal uso y a la no aceptación de éstos por el organismo, de acuerdo a las características tanto de los medicamentos, como del organismo que los ingiere. Las reacciones negativas son las que lo determinan como sustancia tóxica. Por eso, es correcto hacer referencia a la farmacología, rama de la farmacología, que “estudia las reacciones indeseables esperadas por los efectos de las drogas usadas adecuadamente” (Viruete, *et al.*, 2015:12). Por ello es que la toxicidad farmacológica es una rama importante de la toxicología pues, al reconocer la capacidad de daño de sustancias que son usadas con el objeto de mejorar la salud, permite su incorporación al organismo a verdad y conciencia de que son productos que tienen una potencialidad bioacumulativa que puede provocar y fomentar un problema mayor que la enfermedad.

Dentro de la dinámica de las fuentes de toxicidad farmacológica, entonces, ésta puede cumplir con las condiciones de ser una toxicidad inducida o accidental, puesto que su ingesta se halla determina por la necesidad de controlar el comportamiento anormal del binomio salud/enfermedad en el organismo deseado.

En esta directriz es posible situar su dinámica en dos grandes campos. El primero, la intoxicación por ingesta directa como medio de control de una enfermedad que se presenta directamente y debe ser combativa. La otra forma es considerarla en

los efectos secundarios o negativos que puede ocasionar su uso en los procesos de producción que son oferentes de materias primas para la industria alimentaria cuyos residuos se trasladan a los alimentos. De los segundos nos ocupamos enseguida.

4.3.3 Veterinaria

Como parte de la toxicidad farmacológica está la toxicidad veterinaria; su enfoque, dirigido hacia el uso de fármacos con la finalidad de mejora del comportamiento del binomio salud/enfermedad en los organismos animales, deriva en formas directas e indirectas de bioacumulación de residuos tóxicos.

La toxicología veterinaria, en lo particular, está enfocada al “estudio de los efectos tóxicos de las sustancias químicas en los animales, generalmente de aquellos con algún interés económico para el hombre” (Degrossi, 2013:3). Hemos de destacar que, de acuerdo a nuestro objeto de investigación, esta definición pone su atención en la importancia de su uso en los animales de granja, puesto que llegan a formar parte de su dieta alimentaria. Su acción indirecta en la salud humana llega a no ser reconocida como parte importante de la toxicidad alimentaria.

El uso de fármacos o sustancias promoventes de la toxicidad de origen veterinario, es una toxicidad inducida pues su propósito es evitar pérdidas por enfermedades en los animales que representen una baja monetaria. Sin embargo, su tratamiento trasciende el interés económico directo, puesto que su uso representa un peligro latente para los consumidores directos e indirectos, principalmente por efectos de bioacumulación. De esta manera, se puede considerar a la rama veterinaria como parte del origen de la toxicidad alimentaria en los seres humanos.

4.3.4 Alimentaria

La toxicología de los alimentos es también conocida como toxicología bromatológica; ésta es considerada por Valle (2000:9) como una “especialidad de la toxicología ambiental, cuyo interés está creciendo rápidamente; en consecuencia, están aumentando los programas académicos que abarcan la enseñanza, el adiestramiento y la investigación de esta materia (Shibamoto and Bjeldanes, 1993). La toxicología alimentaria, en forma concisa, se refiere al conocimiento sistemático y científico de la presencia de sustancias potencialmente dañinas en los alimentos, y evitar hasta donde sea posible la ingesta de una cantidad que ponga en riesgo la salud del consumidor”.

Este autor, al igual que Cantú (s/f:2) y Saume, (1992:1), reconoce a la toxicidad alimentaria como parte de la ambiental; y esto es posible si se considera a la producción de alimentos como una exterioridad económico/ambiental. Sin embargo, la toxicidad alimentaria es una rama por demás compleja al intervenir en ella numerosos factores como son los económicos, los ideológicos, los sociales, los políticos y los jurídicos.

Esta ciencia —enfocada en los efectos tóxicos que pueden producirse durante la producción, el acondicionamiento, la transformación de materias primas, su mercado y el consumo— para el estudio de la toxicidad exógena, recuperamos la afirmación de Degrossi (2013:3), quien reconoce que su toxicidad “pueden provenir del agregado de aditivos y conservantes; de contaminaciones, de descomposiciones o de procesos inadecuados de su elaboración”.

La toxicología alimentaria, por su complejidad, requiere del auxilio de otras disciplinas científicas para su comprensión, tales como la química, la agronomía, la economía, la biología, etc. Si su estudio es tan extenso, lo es porque en ella se contienen no sólo la referida a la incorporación de sustancias químicas ajenas a la calidad natural de las materias primas sino, además, porque incorpora a la toxicidad ambiental y a la farmacológica como parte de la dinámica de los alimentos ingeridos por el organismo que son metabolizados en el proceso nutricional.

La toxicidad alimentaria, vista en su sentido estricto, abarca a las sustancias xenobióticas presentes en los alimentos, tanto de manera natural, o sea, como parte de su constitución química y bioquímica, como a la que es *inducida* como parte de las técnicas de producción. Trata de reconocer los efectos que puede generar en el organismo, los cuales pueden ir desde una simple intoxicación hasta una enfermedad crónica que, como hemos documentado, es resultado de la bioacumulación tóxica. La intención de centrar nuestra atención en la bioacumulación está en función de reconocer los efectos que se generan no de manera inmediata y la presencia con mayor frecuencia de sustancias xenobióticas en los alimentos.

La toxicidad alimentaria ha tomado un nuevo significado por los nuevos procesos de producción que incluyen la adición de diversas sustancias químicas con la finalidad de resolver problemas de sus planes de negocios (Doval, 2016:282; Morales y Ramírez, 2016:91); este interés de una parte de la sociedad ha dejado de lado el objetivo nutricional de los alimentos para centrar su atención en los problemas de competitividad de la industria alimentaria, es decir, subordinando con ello al *proceso nutricional*.

Conclusiones

Reconocer la importancia que, en los últimos tiempos, ha cobrado la toxicología alimentaria es, sin duda, el resultado de una serie de sucesos relacionados con la producción de alimentos, pues, teniendo en cuenta que éstos han cambiado, es en ellos en los que deberemos buscar los problemas de la toxicidad humana, particularmente, la generadora de enfermedades crónicas con resultados negativos en la salud pública.

Así, el conocer qué son los alimentos y la percepción que se tiene de ellos, es de vital importancia para comprender las modalidades que adquiere el proceso

nutricional en las sociedades contemporáneas; en particular ante la presencia de sustancias xenobióticas que, como ya se mencionó, se han convertido en fuentes potenciales que perturban el comportamiento normal de los organismos a causa de la incorporación de sustancias químicas en los procesos de producción que afectan la calidad natural de los alimentos

Ahora bien, nuestro interés por acercarnos a entender la toxicología alimentaria está dado ante la introducción de nuevos procesos y sustancias en la producción de alimentos por la industria alimentaria. Nos referimos a la utilización de plaguicidas, productos veterinarios y aditivos, puesto que si bien su uso es considerado como permisible por organismos internacionales, como son la FAO y la OMS, el hecho de que fijen los niveles de máximos permisibles en el uso de cada sustancia, llama la atención que no se haga referencia alguna al problema de su aditividad, fenómeno que puede ocurrir en el proceso nutricional, suponiendo que esta laguna se debe al conflicto de interés en la definición de las normas oficiales en las que participan industriales, gobiernos y los propios organismos de cooperación internacional.

Al reconocer que a la industria alimentaria mundial se le ha permitido el uso de sustancias químicas ajenas a las propiedades nutricias de las materias primas básicas con que se elaboran los alimentos; y al ubicar los problemas que se presentan por la ruta que ésta siguen en el complicado proceso nutricional, es lógico que, por efecto de la bioacumulación tóxica, se conviertan en causas de enfermedades transmitida por los alimentos y, en dado caso, en enfermedades crónicas como lo son las enfermedades No transmisibles (cáncer, diabetes y cardiovasculares), preocupante problemática actual en materia de salud pública, .

Es por eso que resaltamos la importancia actual de este tipo de toxicidad y la potencialidad de daños que pueden ocasionar, principalmente como promotora de enfermedades crónicas; por esto nos es útil adentrarnos en las características generales de estas sustancias introducidas en los alimentos, como lo son las plaguicidas, los productos veterinarios y los aditivos.

CAPÍTULO 5.- TOXICIDAD INDUCIDA Y LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS

El actual desarrollo de la industria agroalimentaria ha favorecido la creación de industrias creadoras de cientos de sustancias químicas que son añadidas a sus procesos productivos; al incorporarlas, motivada por las exigencias del mercado, se pone en cuestión su interés por la inocuidad alimentaria y su incidencia en la salud humana, por sus consecuencias directas en el *proceso nutricional*.

De lo que hemos visto, nos quedan las tesis de la medicina clínica acerca de la finalidad del proceso nutricional: generar la energía necesaria para el funcionamiento de sus sistemas orgánicos; la regeneración celular que este funcionamiento exige, asimismo que a la bioacumulación anabólica se contrapone la bioacumulación tóxica.

Hemos de recordar que Rodríguez (2003:15), considera que la bioacumulación tóxica ocurre cuando la cantidad de agentes xenobióticos presentes en el organismo es mayor a su capacidad de excreción; bajo estas circunstancias “el agente químico tiende a acumularse en cantidades elevadas en los tejidos grasos, y mostrar un efecto tóxico”.

Nuestro interés por arribar a lo que es la bioacumulación tóxica estriba en el hecho común del uso de sustancias químicas por la industria alimentaria; como nos reporta el *Codex Alimentarius*, éstas son los pesticidas y plaguicidas en la agricultura; los medicamentos veterinarios, en la ganadería; y los aditivos químicos en los procesos agroindustriales.

En este entorno productivo, nuestro interés lo centramos en la problemática que se desprende del uso de sustancias químicas por la industria alimentaria, porque ésta participa directamente en la inmensa producción seriada de los alimentos que consume la humanidad.

Aquí cobra su real sentido nuestro interés social por caracterizar lo que es la bioacumulación tóxica como parte del proceso nutricional del hombre, porque ella es la consecuencia del consumo masivo de estas sustancias por el hombre contemporáneo. Es decir, que su incorporación al organismo, como lo muestran numerosas evidencias, son desencadenantes de los estados de morbilidad en las poblaciones, resaltando las enfermedades transmitidas por alimentos y las enfermedades crónicas o no transmisibles.

Resulta preocupante la poca atención que se ha puesto sobre la ruta de los tóxicos, de la toxicidad generada por la ingesta de este tipo de sustancias. Nos referimos a los plaguicidas, a los medicamentos veterinarios y a los aditivos que se usan en los procesos de producción, acondicionamiento, transformación y mercadeo de productos alimentarios. Aquí hemos de identificarlas genéricamente a partir de a) la justificación de su uso; b) su función; c) su permisibilidad; y d) sus consecuencias por su consumo constante.

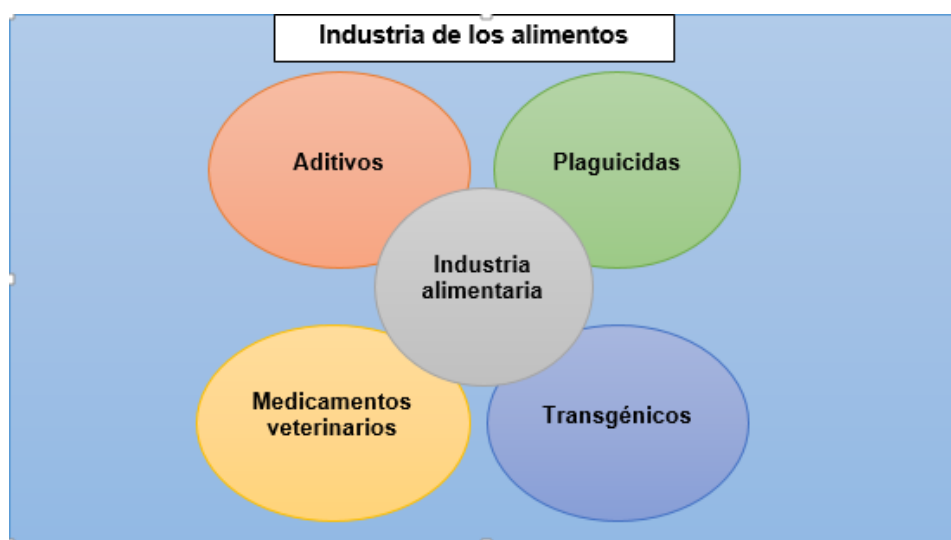
5.1 Industria de los alimentos e industria alimentaria.

La dinámica de la industria alimentaria, como actividad económica/social, ha cambiado; lejos de limitarse al uso de los tradicionales insumos productivos que otrora utilizara la industria alimentaria doméstica, en los últimos ochenta años, ha incorporado crecientemente en sus procesos de trabajo a diversas sustancias químicas, ajenas al contenido nutricional de los alimentos, al convertirse en industria dependiente del complejo industrial que las produce. Estas sustancias han llegado a serle indispensables a tal grado que se han convertido en una floreciente industria, económicamente hablando, la que, junto con la industria agroalimentaria, ha creado un nuevo universo social al que cabe denominar como *industria de los alimentos*.

La esfera de la industria de los alimentos, se ha diversificado. En nuestros días, podríamos identificar dos grandes divisiones; una de ellas es la industria agroalimentaria; la otra es aquella dedicada a la producción de insumos no-nutricionales pero necesarios para sostener a ésta. La segunda, que aquí nos interesa, es la

influyente rama de negocios productora de aditivos, pesticidas/plaguicidas, semillas (transgénicos) y productos veterinarios, etc., cuyo uso lo han vuelto indispensable para la producción de alimentos para mejorar su presentación y los tiempos de anaquel.

Ilustración 2. Campo de la industria de los alimentos.



Elaboración Personal

Para los estudios de la calidad de los alimentos y su relación con la toxicidad inducida, la incorporación de los insumos no-nutricios debiera ser una exigencia para los bromatólogos, farmacólogos y estudiosos de la toxicocinética pues el comprender el campo de acción de estos productos industriales nos permitiría conocer sus rutas en el organismo y el papel que juegan en la bioacumulación tóxica.

Ahora, es de nuestro interés abordar descriptivamente lo que son estas sustancias tóxicas. De tal manera que, nos es pertinente estudiar a esas sustancias identificadas como potencialmente tóxicas, las cuales ubicamos en tres grandes campos; los plaguicidas, los medicamentos veterinarios y los aditivos. Los ejes analíticos de los que echamos mano para hacerlo se refieren a la justificación de su

uso; la permisibilidad oficial; su clasificación y los daños potenciales estimados por su uso.

5.2 Plaguicidas

El Codex Alimentarius/FAO/OMS, en su glosario de términos, nos ofrecen una definición que mantiene un amplio panorama respecto a lo que son este tipo de productos y a su actuar; los consideran como “cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies de plantas o animales indeseables que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de los alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera o alimentos para animales, o que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos. El término incluye las sustancias destinadas a utilizarse como reguladoras del crecimiento de las plantas, defoliantes, desecantes, agentes para reducir la densidad de fruta o agentes para evitar la caída prematura de la fruta, y las sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de la cosecha para proteger el producto contra la deterioración durante el almacenamiento y transporte”.

Como se observó, la diferencia entre los términos de pesticidas y plaguicidas es relativa; si bien es cierto que ambos se refieren a sustancias químicas, utilizadas como previsoras de afectaciones al pleno desarrollo de los seres vivos, aquí se reconoce que los pesticidas abarcan a un grupo más amplio de sustancias químicas en el que se inscriben los plaguicidas. Situados en su uso por la industria alimentaria, particularmente en su producción primaria, se consideran como aquellas sustancias generadas por la industria química para ser aplicadas en la agricultura (Restrepo, 1988:185).

Los plaguicidas utilizados por la industria alimentaria, cuya acción se enfoca a crear una protección contra las plagas y enfermedades que se presentan en la producción

de alimentos y materias primas que son de interés económico, si los tratamos, se debe a que sus residuos en los alimentos, consumidos en fresco o industrializados, es reconocido que son sustancias potenciales para generar un problema de salud pública.

La OMS (2016) nos dice que los plaguicidas son “productos químicos que se utilizan en la agricultura para proteger los cultivos contra insectos, hongos, malezas y otras plagas”; por su parte, Restrepo (1988:188) las ubica como sustancias tóxicas bloqueadoras de acción de agentes biológicos externos que afectan a la producción agrícola.

El uso de plaguicidas en la agricultura es una práctica común en todo el mundo, pues se considera a las plagas y enfermedades como un peligro económico por la pérdida en el rendimiento en los cultivos a pesar de que se reconoce que pueden ocasionar problemas en la inocuidad de los alimentos y de sanidad para la población que entra en contacto con ellas o que las consume como sustancias xenobióticas.

5.2.1 Su justificación de uso

La aplicación de plaguicidas se da para eliminar las plagas de forma eficaz, con bajos costos y con riesgo mínimo hacia el cultivo (Vega y León, *et al.*, 1998:30). Su introducción generalizada en la agricultura demanda tomar en cuenta las precauciones necesarias de acuerdo al grado de toxicidad contenida en estos productos, porque, como lo reconoce Carson (2010: 15), en “menos de dos décadas de uso, los plaguicidas sintéticos se han distribuido de manera tan amplia por todo el mundo animado e inanimado, que se encuentran prácticamente por todas partes”.

Restrepo (1998: 31) considera a esta práctica como la expresión de la modernidad en la agricultura y su uso como respuesta a las grandes pérdidas ocasionadas por plagas, las cuales no sólo afectan la economía de los productores, sino también a la salud humana. Sin embargo, el mismo autor sostiene que la carrera en su producción obedece a que las plagas son dinámicas y adquieren capacidades de

resistencia y adaptabilidad que demandan cada vez de la creación de nuevos productos más agresivos para el medio ambiente y la salud humana. Nos dice que “la mayor parte de los cultivos modernos se basan en híbridos, en frutos genéticos que no tienen una larga historia en el desarrollo de resistencias apropiadas, y de esa manera necesitan la protección artificial que les da la industria química. La tendencia actual de establecer áreas extensas de monocultivos propicia que una infestación llegue rápidamente a niveles muy peligrosos y requieren tratamiento químico. También la referencia creciente en el mundo por hortalizas, frutas y cítricos estéticamente perfectos, impulsada también por la publicidad, aumenta la necesidad de recurrir a plaguicidas que eviten la imperfección del fruto”.

Si bien, con su uso se busca evitar la pérdida económica en la agricultura, también se espera obtener una buena apariencia de los productos cosechados, volviéndolos atractivos por su aparente perfección, y también prolongar los tiempos de anaquel.

5.2.2 Su permisibilidad

A partir de las políticas de permisibilidad en el uso de plaguicidas, nos da la pauta directa para relacionarlos con los procesos de bioacumulación tóxica que su consumo genera, puesto que la aceptación de su uso en la producción de alimentos es reconocido como fuente potencial de procesos de aditividad, reconocidos como una de las causas desequilibrantes de la salud pública en las sociedades contemporáneas.

Esta permisibilidad en el uso de plaguicidas, medicamentos veterinarios y aditivos, está regida por el *Codex Alimentarius/FAO/OMS*, organismo involucrado en la creación de normas y directrices de prácticas alimentarias de acuerdo a la inocuidad, a la calidad y a la equidad del comercio, sin embargo, sus normas no siempre son observadas, pues su cumplimiento depende de las normas específicas que define cada país.

El *Codex Alimentarius*, a través de diversos estudios realizados, determina el nivel máximo de utilización de plaguicidas, esperando obtener un residuo mínimo en los alimentos que no perjudiquen la salud del consumidor. Parte de los estudios realizados por ésta instancia buscan reconocer lo “peligrosas” y “riesgosas” que pueden ser algunos plaguicidas.

Por otra parte, existen otros organismos internacionales que regulan el uso de plaguicidas, como es la *Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria* (EFSA, por sus siglas en inglés) y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés) en conjunto con la oficina de *Administración de Alimentos y Medicina* (FDA, por sus siglas en inglés).

En México, es la *Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios* (COFEPRIS) la encargada de regular el nivel de uso de plaguicidas, pues cuenta con un registro, aprobado por SAGARPA (hoy SEDER) y SEMARNAT, en el cual se establecen los límites máximos permisibles de estos productos que se hallan incorporados a los alimentos de acuerdo al tipo de cultivo que se trate.

A pesar de las normas existentes para restringir el uso de plaguicidas, con la finalidad de limitar las afectaciones que estos puedan ejercer en la salud de la población o daños en el ambiente, éstas no son garantía de que se estén llevando a cabo de manera correcta o de que se estén considerando todas las vertientes que surgen. Un claro ejemplo nos lo da el hecho de que, desde Marzo/2015, la OMS declaró cinco pesticidas como cancerígenos “posibles” o “probables” soportada en diferentes estudios de laboratorio; hasta la actualidad (Noviembre/2018) la COFEPRIS no ha modificado el listado de plaguicidas prohibiendo su uso.

5.2.3 Su clasificación

El *Codex Alimentarius* cuenta con una clasificación de plaguicidas en relación con su función; reconoce 13 clases funcionales y 196 plaguicidas permitidos, los cuales cuentan con su reglamentación particular donde se determina la cantidad que está permitida para su uso y las precauciones para su aplicación (Ver tabla 1).

Tabla 1 Clases funcionales de plaguicidas.

Clase funcional de plaguicida	Número de plaguicidas
Acaricida	13
Aficida	1
Fumigante	3
Fungicida	64
Genérico	1
Herbicida	19
Regulador del crecimiento de insectos	2
Insecticida	83
Nematocida	1
Regulador del crecimiento de las plantas	6
Agente de control de quemaduras	1
Prevención de quemaduras de almacenamiento	1
Sinergista	1
Total de clases	13
Total de plaguicidas	196

Elaboración propia. Fuente: Codex Alimentarius

De igual manera, el *Codex Alimentarius* cuenta con una clasificación respecto a los productos-alimento y el tipo de plaguicidas que pueden usarse en éstos, considerando seis grandes ejes: a) alimentos elaborados de origen animal; b) alimentos elaborados de origen vegetal; c) general, productos alimenticios primarios

de origen animal; d) productos alimenticios primarios de origen vegetal; y e) productos forrajeros primarios.

5.2.4 Daños por residuos

Ahora bien, las principales preocupaciones que causan el uso de plaguicidas radican en la gran toxicidad que poseen estos productos, los cuales, si bien son evaluados y regulados para evitar dejar residuos, en realidad no se asegura que así sea. De igual manera, se mantienen clasificaciones que los limitan, lo cual no los exenta de crear aditividad y, por ende, bioacumulación tóxica.

Las evaluaciones respecto a la seguridad de que la cantidad de residuos presentes en los alimentos, no lleguen a afectar a la salud, han sido realizadas desde 1962 por la FAO y la OMS, pues generalmente su uso dejará residuos (*Pesticide Action Network UK, s/f*). Vega y León, *et al.* (1998: 34), reconocen la importancia de conocer las consecuencias que pueden tener estos residuos en la salud, puesto que “la población en general, que consume alimentos provenientes de cultivos o de suelos tratados con plaguicidas, está expuesta a la ingestión diaria de residuos, prácticamente para toda la vida”, generando así, un problema de aditividad, del cual no se contemplan sus consecuencias futuras.

Es tal el conocimiento de lo perjudiciales que pueden llegar a ser que la OMS considera y advierte que algunos de éstos pueden ser cancerígenos, neurotóxicos o teratógenos. De igual manera, se reconoce la capacidad de bioacumulación tóxica que pueden ejercer en el organismo humano, ya que “los materiales tóxicos quedan alojados en todos los tejidos grasos del cuerpo. Cuando estas reservas de grasas son utilizadas, el veneno puede entonces golpear rápidamente” (Carson, 2010: 200). Es decir, se reconoce el peligro latente que significa la acumulación, principalmente de insecticidas en el tejido adiposo.

En estudios comparativos realizados en México, Canadá y Estados Unidos, se reconoció que las concentraciones de residuos encontradas están por debajo de lo

que dictan las normas internacionales; sin embargo, no se descarta que su acumulación futura genere problemas serios de salud (Restrepo, 1988: 137). Es importante no perder de vista que, las intoxicaciones o enfermedades que se pueden desencadenar por el uso de los pesticidas no son restringidas para la población encargada de la producción de alimentos, como lo aseguran algunos autores (*Washington University*, 2012; Rodríguez, 2003:57), sino también son un peligro para los consumidores, el cual se da principalmente por la ingesta continua de dosis pequeñas que se bioacumulan.

Carson (2010: 7, 16) afirma que gran parte de la generación de enfermedades radica en la no aceptación, por el ser vivo, de la presencia de estas nuevas sustancias químicas, las cuales año con año su número va aumentando, y reconoce la potencia tóxica con la que cuentan, pues “poseen un inmenso poder, no solamente para envenenar, sino para introducirse en los procesos más vitales del organismo y cambiarlos de maneras siniestras y a menudo mortales”, ya que “destruyen precisamente aquellas enzimas cuya función es proteger el cuerpo frente a las agresiones, bloquean los procesos de oxidación mediante los cuales recibe su energía el organismo, impiden el normal funcionamiento de varios órganos y pueden iniciar en determinadas células el lento e irreversible cambio que conduce a la formación de tumores malignos”.

Dentro de las plaguicidas reconocidos por su característica dañina se encuentran cinco pesticidas clasificados por la *Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer* (IARC, por sus siglas en inglés) como “posibles” o “probables” cancerígenos: el herbicida *glifosato* el más vendido; el insecticida *diazinón*, causante de cáncer de pulmón; el insecticida *malatión* causante de cáncer de próstata; los insecticidas *tetraclorinfos*, prohibidos en la Unión Europea; y el insecticida *paratión* (Agencia EFE, 2011).

Las plaguicidas *organoclorados* son reconocidos por su capacidad tóxica acumulativa, promotora de enfermedades crónicas, mientras que los *organofosforados* son potentes neurotóxicos (Castro, 2013). Aunque es de mencionar las grandes afectaciones que genera el uso del DDT por ejercer

desequilibrios en el sistema nervioso central, a pesar de ser reconocido como altamente tóxico y haberse prohibido en diversos lugares del mundo, éste es aún usado en México (Carson, 2010: 203).

El continuo uso de plaguicidas en la agricultura, marca un peligro latente por su capacidad tóxica, por lo que el consumo de alimentos con restos de plaguicidas no es confiable en cuanto a la preservación del estado de salud, principalmente se está ante la ingesta constante, puesto que, en diversas ocasiones, el organismo no percibe inmediatamente las afectaciones y síntomas que pueden presentar su efecto.

5.3 Medicamentos veterinarios

Los medicamentos veterinarios son toda “sustancia que se aplica o administra a cualquier animal destinado a la producción de alimentos, como los que producen carne o leche, las aves de corral, peces o abejas, tanto con fines terapéuticos como profilácticos o de diagnóstico, o para modificar las funciones fisiológicas o el comportamiento” (*Codex Alimentarius*, s/f). Consideramos importante su mención por lo que representa para la población la presencia de estas sustancias tóxicas en los alimentos provenientes de la producción pecuaria.

Este tipo de sustancias se utilizan principalmente por los beneficios económicos que constituyen, puesto que las finalidades terapéuticas de los medicamentos previenen la mortandad de los animales y prometen preservar la calidad de los bienes de consumo que de ellos derivan. De manera específica, encontramos los medicamentos nombrados *anabólicos*, los cuales tienen la finalidad de modificar sus funciones fisiológicas con el principal propósito de aumentar su peso y, así, incrementar su posibilidad de incrementar sus ganancias; frente a esta situación es claro que su preocupación de la presencia de residuos tóxicos en sus productos quedan subordinados a su interés económico y muy poco relacionados con sus preocupaciones sociales en cuanto a ser un riesgo potencial para la salud pública.

5.3.1 Su justificación de uso

La adición de estas sustancias está motivada por intencionalidades profilácticas; de diagnóstico clínico; y de estimulación fisiológica, destacándose económicamente esta última por generar mayores ganancias al incrementar el peso y volumen de los bienes producidos.

La preocupación por el uso de los medicamentos veterinarios, se debe a la capacidad de asimilación y eliminación de las especies en que se usan, puesto que, al ser sustancias ajenas al organismo, al igual que para el hombre, transcurren por las rutas de los procesos de bioacumulación xenobiótica; estos, al ser trasladados a los consumidores, se comprende que, a su vez, pueda generar aditividad en ellos.

La producción pecuaria los usa constantemente; lo preocupante del caso es que “la mayoría de los productos son susceptibles de dejar residuos en los alimentos procedentes de los animales que han sido tratados, bien del principio activo en su forma original o bien de sus metabolitos” (EUSKADI, s/f).

5.3.2 Su permisibilidad

Con relación a los medicamentos veterinarios, el marco de permisibilidad a nivel internacional recae en la FDA/FAO/OMS.

En el ámbito nacional, es la COFEPRIS quien determina los niveles máximos de residuos presentes en los productos obtenidos de la actividad pecuaria con la finalidad de proteger a la población de los riesgos que provoca su presencia. Sin embargo, “esta seguridad se aplica sólo a la utilización de productos farmacéuticos registrados, ateniéndose a las precisas indicaciones de uso. Cuando esto no se ha tenido en cuenta, el resultado se puede ver en el reporte de conocidos casos de intoxicaciones en humanos por ingesta de carne” (Sportono, s/f), puesto que sobrepasar los límites residuos no es complicado.

El problema de la aditividad tóxica (bioacumulación) se acrecienta cuando la producción de animales son alimentados con pastos producidos con plaguicidas; esto da como resultado, una bioacumulación de residuos químicos en cadena.

5.3.3 Su clasificación

El *Codex Alimentarius* tras sus evaluaciones, tiene registradas 14 clases funcionales de medicamentos veterinarios, siendo los más numerosos los agentes microbianos y los antihelmínticos. Es importante resaltar que una clase funcional llamada agonista adrenorreceptor sólo considera a una sustancia, el clenbuterol, el cual es considerado de los más peligrosos, por lo cual en muchos países está prohibido.

Tabla 2 Clases funcionales de medicamentos veterinarios.

Clase funcional de medicamento veterinario	Número de medicamentos veterinarios
Agente antibacteriano	1
Agente antimicrobiano	25
Agente antiparasitario	1
Agente antiprotozorco	7
Agente fungicida y antiprotozcario	1
Agente adrenorreceptor	1
Antihelmintico	13
Bloqueador de los adrenorreceptores beta	1
Coadyuvante de producción	7
Glucocorticosteroide	1
Insecticida	8
Promotor de crecimiento	4
Tranquilizante	2
Tripanosomocida	2
<i>Total de clases</i>	<i>14</i>
<i>Total de medicamentos veterinarios</i>	<i>74</i>

Elaboración propia. Fuente: Codex Alimentarius

5.3.4 Daños por residuos

Los residuos de medicamentos veterinarios pueden presentarse tanto en los animales (carne), como en sus derivados (leche, huevo, jamón), ya que las sustancias o parte de éstas “pueden acumularse, depositarse o almacenarse dentro de las células, tejidos u órganos de un animal después de uso de

medicamento o aditivos alimentarios en el control o tratamiento de enfermedades” (Vega y León, *et al.*, 1998:55).

Estos residuos “incluyen los compuestos de origen y/o sus metabolitos presentes en cualquier porción comestible de un producto animal, así como los residuos de impurezas relacionados con el medicamento veterinario correspondiente” (*Codex Alimentarius*, s/f). Siendo destacable, que de acuerdo a las normas oficiales, el evitar que se presente un residuo total debe considerar el tiempo de suspensión y tiempo de retención que tendrá el animal del medicamento, sin embargo, Sportono (s/f) afirma que “siempre que se utilice una tecnología que deje residuos en el animal deben evaluarse los riesgos potenciales para el hombre”.

En consideración a los impactos que generan los residuos en los alimentos, Cópola (s/f) reconoce que “científicamente se ha demostrado que son causantes de diversas enfermedades en los consumidores cuando no se respetan los tiempos de espera recomendados en la etiqueta. Algunos productos son cancerígenos, teratogénicos (cualquier sustancia, organismo, agente físico o estado de deficiencia que, estando presente durante la gestación, puede causar un defecto congénito), producen alteraciones de los constituyentes de la sangre, causan resistencia a antimicrobianos, reacciones alérgicas, etc.”, y el tipo de alteración que presente el organismo humano será dependiente al tipo de sustancia y la cantidad que se consuma.

El mercado de animales para consumo humano se ha vuelto más exigente con la presencia de medicamentos en los animales tras varias investigaciones realizadas a las grandes empresas productoras, pues causa incertidumbre la producción en masa que realizan, generando, a su vez, interrogantes sobre las consecuencias en la salud pública, sobre todo por el desencadenamiento de alteraciones en la sangre, resistencia antimicrobianos, reacciones alérgicas, etc.

Dentro de los medicamentos más utilizados y con mayor interrogantes a su alrededor se encuentran los tireostáticos, las sustancias anabolizantes, las sustancias inhibitoras y cloranfenicol, y el clenbuterol junto a otros B-atognistas. (Sportono, s/f).

Los tireostáticos, también conocidos como antitireoideos son promotores de crecimiento, “provoca en los animales una disminución del metabolismo basal que conduce a un cúmulo de grasa y a un aumento de la retención hídrica en el tracto gastrointestinal y en el canal” (Euskadi, s/f). Sin embargo, en estudios realizados en los años noventa no dieron resultados positivos sobre residuos en carne.

Las sustancias anabolizantes son aquellas que son usadas como promotoras de crecimiento, dentro de las que destacan los estilbenos, y los anabolizantes xenobióticos. Los estilbenos son “probablemente cancerígena, capaz de producir tumores especialmente en aquellos tejidos con respuesta estrogénica” (Euskadi, s/f). Mientras que los anabolizantes xenobióticos son de uso restringido e incluso prohibidos en diversos países por los diversos efectos que presentan (Euskadi, s/f).

Las sustancias inhibidoras y el cloranfenicol son aquellas usadas como tratamiento para enfermedades infecciosas, sin embargo, también pueden ser utilizadas “como aditivos a los piensos buscando una acción profiláctica o como promotores de crecimiento” (Euskadi, s/f).

El clenbuterol y otros B-agonistas son promotores de crecimiento de masa muscular, su uso como fármaco está permitido y restringido, pero prohibido en el desarrollo de animales por la gran presencia de residuos que mantiene, dando pie a un uso ilegal de la sustancia, su uso en exceso “se mantiene hasta el momento del sacrificio, conduce a la acumulación de grandes cantidades en los tejidos comestibles, especialmente en el hígado. El consumo de hígado con concentraciones elevadas de clenbuterol ha dado lugar a episodios de intoxicación que cursan con temblores fácilmente objetivables, taquicardias y palpitaciones, acompañados frecuentemente de nerviosismo, cefaleas y mialgias, con una duración aproximada de 40 horas” (Euskadi, s/f).

La preocupación por su uso radica en la falta de control que se tiene en la producción pecuaria, pues resulta común el uso de productos anabólicos con la finalidad de aumentar el peso de los animales, y, por ende, el precio de éstos, siendo, de tal manera, relegada la importancia de la salud pública ante los intereses económicos, y relegada la peligrosidad de la bioacumulación tóxica. Todo esto a

pesar de la prohibición exprese de su uso en México, (NOM-EM015 ZOOO-2002 “Especificaciones técnicas para el control del uso de beta-agonistas en los animales”).

5.4 Aditivos

Finalmente, dentro de la amplia gama de sustancias químicas utilizadas en la producción de alimentos, se encuentran los aditivos; el uso de éstos, añadidos a los alimentos con el propósito de mejorar su calidad y su inocuidad, Villanúa (1986) nos reporta que su apogeo ocurre en la primera mitad del siglo XX y se posiciona como de uso cotidiano en casi todos los procesos de la industria alimentaria contemporánea.

De acuerdo a Suárez, *et al.* (s/f), la COFEPRIS define lo que son los aditivos como “cualquier sustancia que no se consume normalmente como alimento, ni tampoco se usa como ingrediente básico en alimentos, tenga o no valor nutritivo, y cuya adición al producto con fines tecnológicos en sus fases de producción, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento, resulte (directa o indirectamente) y los subproductos de estos, en un componente que afecte las características del alimento (incluidos sensoriales)”. Ibáñez (s/f) reconoce que, además, su adición es netamente intencional y en cantidades controladas.

Lo distintivo de este tipo de sustancias es su carácter no-nutritivo y ajeno a la composición bioquímica natural de los alimentos.

5.4.1 Su justificación de uso

En general, con su uso buscan “modificar las características físicas, químicas, biológicas o sensoriales, durante el proceso de elaboración y/o envasado y/o acondicionado, almacenado, transporte o manipulación de un alimento. Es decir, en

general se utilizan para aumentar la estabilidad o capacidad de conservación, incrementar la aceptabilidad de alimentos genuinos, pero faltos de atractivo, permitir la elaboración más económica y en gran escala de alimentos de composición y calidad constante en función del tiempo” (ANMAT, s/f).

El uso de aditivos se justifica con los argumentos de mejora de los alimentos, “ya sea de su estabilidad (calidad tecnológica) o de su presentación, a través de sus caracteres organolépticos” (Schmidt-Hebbel, s/f). Asimismo, su uso se justifica para conservar sus características ante cambios de las condiciones medioambientales.

Suárez, *et al.* (s/f), establecen la capacidad de constantes cambios a los que los alimentos pueden ser sometidos, siendo los aditivos sus estabilizantes. Mientras que, Ibáñez (s/f) aporta que la utilidad de los aditivos radica al conservar la calidad nutritiva de los alimentos, el proporcionar productos alimentarios con necesidades dietéticas específicas para un sector de la población y el favorecer los procesos de fabricación, transformación o almacenado de éstos.

De tal manera que cualquier sustancia considerada aditivo debe tener un propósito útil, demostrado y contar con una evaluación que limite la presencia de sus residuos en los alimentos.

La problemática social que se desprende de los procesos de bioacumulación tóxica se relaciona directamente con el uso de aditivos pues estos están inmersos en la calidad de los alimentos. Sin duda, su uso ha sido severamente cuestionado por el peligro que genera su introducción directa al organismo humano.

5.4.2 Su permisibilidad

El *Codex Alimentarius* cuenta con el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos Alimentarios (JECFA). Éste ha trabajado en su evaluación desde 1956; con más de 2, 500 evaluaciones realizadas (FAO, s/f), actualmente, la “Norma General del Codex para los Aditivos Alimentarios (GSFA, Codex STAN 192-1995)” ha establecido las condiciones para su uso a nivel mundial.

En México son asumidas las normas dictadas por la JECFA en el *ACUERDO por el que se determinan los aditivos y coadyuvantes en alimentos, bebidas y suplementos alimenticios, su uso y disposiciones sanitarias*, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 16/Julio/2012, siendo la COFEPRIS, la dependencia que se encarga de evaluar la seguridad de los aditivos, en concordancia con el *Codex Alimentarius*.

Para nuestros fines, observar las problemáticas que están involucradas en la bioacumulación tóxica, nos interesa poner atención en el reconocimiento oficial que se hace acerca de que “algunas de las sustancias susceptibles de emplearse como aditivos en la elaboración de alimentos, bebidas y suplementos alimenticios pueden tener efectos tóxicos o implicar cualquier otro riesgo para la salud, es necesario identificarlas claramente y restringir o prohibir su empleo” y de la previsión técnica de su ingesta, el IDA y el NOAEL, preocupa que el DECRETO de referencia no contemple los procesos de aditividad por la ingesta de una misma sustancia química, contenida en distintos alimentos, que componen la dieta diaria.

5.4.3 Su clasificación

El *Codex Alimentarius* cuenta con once anexos que dividen a los aditivos de acuerdo a sus clases funcionales. Su contenido nos reporta la existencia de 3,747 sustancias químicas no-nutricias que las divide de acuerdo a sus funciones en la calidad del alimento.

Tabla 3.- Clases funcionales de aditivos y número de aditivos por clase. *Codex Alimentarius*.

No. De anexo	Nombre del anexo	Cantidad de aditivos
Anexo I	Aditivos con diversas clases funcionales y con una IDA establecida	98
Anexo II	Aditivos con diversas clases funcionales que pueden ser utilizados de acuerdo a las BPF	165
Anexo III	Colorantes con una IDA establecida	23
Anexo IV	Colorantes que pueden ser utilizados de acuerdo a las BPF	8
Anexo V	Substancias purificadas para masticar	4
Anexo VI	Enzimas	53
Anexo VII	Edulcorantes con una IDA establecida	10
Anexo VIII	Edulcorantes que pueden ser utilizados de acuerdo a las BPF	9
Anexo IX	Aditivos permitidos en fórmulas para lactantes, fórmulas de continuación y fórmulas para necesidades especiales de nutrición.	32
Anexo X	Coadyuvantes de elaboración	250
Anexo XI	Saborizantes	Sintéticos: 789 Idénticos al natural: 2,306
TOTAL		3,747

Elaboración propia. Fuente: Codex Alimentarius.

De igual manera, la Secretaría de Salud en el *ACUERDO por el que se determinan los aditivos y coadyuvantes en alimentos, bebidas y suplementos alimenticios, su uso y disposiciones sanitarias*, establece 30 clases funcionales de aditivos permitidos para ser incorporados a los procesos alimentarios (Ver Anexo 2).

Es importante mencionar que uno de los aditivos, la irradiación, no pareciera destacarse como de uso común, no obstante que la OMS en su *Norma General Codex para Alimentos Irradiados (CODEX STAN 106-1983, Rev. 1- 2003)* y para

México la *NOM-033-SSA1-1993, Bienes y Servicios, Irradiación de Alimentos, Dosis permitidas en alimentos, materias primas y aditivos alimentarios*, publicada en el diario oficial el 2 de julio de 1995, también las consideran como un aditivo que podría ser potencialmente tóxico si se escapa a sus máximos permitidos.

5.4.4 Daños por residuos

La lista de aditivos permitidos y usados a nivel mundial es muy amplia; interesa destacar algunas consecuencias de acuerdo a su aplicación. Nos importa aclarar que si bien no existen estudios que den cuenta de las consecuencias mediatas por su uso constante e ilimitado, si nos incumbe destacar que no hay literatura que haya tratado las rutas de bioacumulación tóxica y mucho menos el problema de su aditividad en el organismo. No obstante, aquí consignamos solamente algunos casos relativos a sus consecuencias inmediatas.

Los daños provocados por sus residuos son concordantes con el tipo de aditivo consumido por el organismo; no obstante, las investigaciones realizadas nos reportan posibles consecuencias cancerígenas y de desequilibrios cardiovasculares y se atribuyen sus efectos a la condición dada por la sensibilidad genética de los individuos.

Por ejemplo, los potenciadores de sabor son utilizados para mejorar el sabor y olor de los alimentos, generando con ello una sensación sibarítica en el consumidor, puesto que contiene “propiedades aromáticas y/o sápidas capaces de conferir o reforzar el aroma y/o el sabor de los alimentos” (SICE, s/f). Su uso estimula los sentidos al crear una sensación de bienestar, ya que “si bien el hambre ha de entenderse como una sensación de ansia o necesidad de comer, el apetito es como el disfrute anticipado del acto de comer, producido por el olor, el gusto y el aspecto de los alimentos. Un alimento apetitoso (olor, gusto...) será consumido en mayor cantidad y avidez que aquel que no lo sea, aun teniendo el mismo valor nutritivo” (Mesas, 2011:1). En este mismo sentido, Troncoso (2015) nos informa de la

existencia de aditivos sensoriales como estimulantes de la palatabilidad (gustocidad), de una dieta o ración estimulando el consumo voluntario (o el apetito).

Si bien es cierto que el uso de saborizantes, en este caso, se ubica en la problemática de la nutrición animal, no es desconocido que estos ahora son de uso común, particularmente, en diversos tipos de comida conocida como “chatarra”, productos totalmente industrializados; sus consecuencias en la salud pública, entonces, nos permiten inferir que su uso generalizado debe contribuir de alguna manera en uno de los problemas universales como es la obesidad.

El glutamato monosódico, sustancia química perteneciente a esta clase funcional, es el aditivo más utilizado en la industria alimentaria y su uso está aprobado sin limitantes por el *Codex Alimentarius* (Bejarano, *et al.*, 2015:355). Se utiliza en comidas orientales, por lo que se le conoce como el responsable del “síndrome del restaurante chino”, puesto que tras su ingesta “aparece eritema generalizado, cefalea, parestesias, sudoración, prurito generalizado, sensación de mareo, palpitaciones, sensación de quemazón a nivel del tórax que se extiende al cuello y abdomen, así como opresión torácica” (Álvarez, *et al.*, 2004).

Ahora pongamos el caso de los colorantes, amplia rama de aditivos empleados en la industria alimentaria, compuestos químicos ya sean naturales, conocidos como pigmentos, o compuestos sintéticos, conocidos como colorantes y lacas, que tienen la propiedad de dar un color más atractivo y uniforme a los alimentos. Dentro de las investigaciones realizadas alrededor de este grupo de aditivos, el ITST (2012) ha encontrado algunos efectos, tales como, reacciones alérgicas, problemas digestivos, insomnio, cáncer e incluso problemas de atención e hiperactividad principalmente en niños, tras el consumo de los colorantes E-110, E-104, E-122, E-129, E-102 y E-124. Mientras que Álvarez, *et al.* (2004) añaden a la lista de sus consecuencias las alteraciones a la membrana neuronal, la liberación de neurotransmisores, el síndrome de tensión y la fatiga. De manera particular, Bejarano, *et al.* (2015:355), identifican a la tartrazina (E-102) por su pigmentación amarilla y ser causante de reacciones alérgicas, como el asma y la urticaria, por lo

que ha sido investigado por considerarse que provocan mutagénesis y carcinogénesis.

A pesar de la normatividad en vigor, que limita su aplicación en los alimentos, existen muchos claroscuros en sus efectos como sustancias individuales. Si esto es preocupante, el hecho de que en un alimento contenga más de un aditivo, en su consumo está presente la problemática de sus interacciones, ante la mezcla de los colorantes con otros aditivos químicos como son los conservadores (ITST, 2012).

Otra rama a destacar de aditivos son los edulcorantes, por ser “un aditivo que tiene un sabor dulce pero que proporciona menos calorías que el azúcar común por lo que se les llama ‘sustitutos de azúcar’.” (STA, s/f). Estos, principalmente son recomendados como parte de la dieta de personas que no pueden consumir azúcar, por razones de la diabetes, o no desean hacerlo para controlar el sobrepeso. Dentro de los edulcorantes más utilizados destacan el aspartamo o aspartame, la sacarina, la sucralosa, la stevia, el xilitol, el sorbitol, el acesulfamo potásico y el ciclamato (Solá, s/f; INNSZ, s/f; Santillán, *et al.*, 2017).

Las consecuencias por su uso son muy debatidas; se les enlaza con riesgos de provocar cáncer; existen estudios con ratas a las que se les ha suministrado sacarina y que presentaron aumento de neoplasias (cáncer de vejiga); sin embargo, esta asociación continúa discutiéndose sin llegar a un acuerdo (Santillán, *et al.*, 2017:78). No obstante, “en 1970, la FDA prohibió el ciclamato de todos los alimentos dietéticos y frutas de los Estados Unidos por sospechar que inducía cáncer en animales de experimentación” (Durán, *et al.*, 2013).

Dentro de los efectos negativos, Santillán, *et al.* (2017:79) reconocen que la sucralosa reduce la bacteria benéfica del intestino, aumenta el nivel del pH en los intestinos y afecta la glicoproteína del cuerpo, siendo alarmante las consecuencias que puede generar el eliminar la bacteria buena necesaria para el desarrollo normal del organismo.

En 2016, según reportó el periódico *Universia* (2017), la Organización Panamericana de la Salud (OPS) incluyó por primera vez a los edulcorantes en el

listado de nutrientes críticos, que “son aquellos productos alimentarios sobre los cuales recomienda mantener especial vigilancia, como el sodio, el azúcar y las grasas saturadas”. Sin embargo, una advertencia no significa que se lleven a cabo restricciones de su uso.

Un ejemplo más es el de la irradiación, aditivo que desde el inicio de su aplicación en los alimentos ha sido controversial por la asociación que se cree mantiene con la radioactividad, aunque, según estudios, no existe esa relación. La irradiación “consiste en suministrar al producto ya sea envasado o a granel, una cantidad de energía (dosis) exactamente controlada, proveniente de una fuente de radiación ionizante, durante un tiempo determinado de acuerdo a las características físicas de cada producto, de tal manera que la energía que reciba será la suficiente para desbacterizarlo o esterilizarlo sin que afecte su estado físico o su frescura” (ININ, s/f). La FDA (s/f), la considera una tecnología que mejora la seguridad y la vida útil de los alimentos en el anaquel, eso, a través de la disminución o eliminación de microorganismos o insectos que sean considerados un peligro latente.

Dentro de las grandes controversias alrededor de este tema, se encuentran dos principales: el nombre, sobre si es o no el correcto, y los daños que genera, o que puede generar a largo plazo. La primera, es sobre la distinción, o no, entre los términos radiación e irradiación, puesto que algunos autores los consideran sinónimos y otros, como procesos distintos, tal como lo explica Gimferrer (2008), pues afirma que la categoría de *radiación* se relaciona con las dosis permitidas por la FDA para la industria alimentaria, utilizada para una cierta inhibición de brotes e inactivación de parásitos, mientras que la de *irradiación* es la aplicación de energía mayor a diez kGy con la finalidad de conseguir esterilidad total.

El uso del término irradiación causa controversias; múltiples investigadores han llegado a considerarlo erróneo al tener una asociación con la energía nuclear, siendo totalmente diferentes; pero según investigaciones en este campo una puede generar a la otra. Es decir, teóricamente, es posible inducir radioactividad en los alimentos, pero desde el punto de vista práctico es casi imposible. A los niveles de energía de las fuentes empleadas para irradiar los alimentos, no se ha detectado

ninguna radioactividad, ni siquiera cuando los productos se han expuesto a dosis en exceso (Satín, 1997:134). De esta polémica se desprende la segunda discusión por su uso que está relacionada con sus posibles consecuencias en la salud humana, las cuales, según estudios son nulas; sin embargo, al igual que en los aditivos, en sus estudios no son consideradas ni la aditividad, ni la bioacumulación tóxica como un posible efecto negativo.

Nos importa mencionar que en México, el 6 de septiembre de 2005, la COFEPRIS, dio aviso de la cancelación de la *Norma Oficial Mexicana NOM-033-SSA1-1993, Bienes y Servicios, Irradiación de Alimentos, Dosis permitidas en alimentos, materias primas y aditivos alimentarios*, pues “se encontró que las dosis que puede aplicarse en nuestro país, no representan un riesgo por sí mismas, lo que ocasiona una salida de divisas, sin aportar condición alguna a la reducción de riesgos sanitarios y que no existe metodología analítica que permita demostrar que un producto ha sido irradiado” (Alcérreca, s/f:15). Esto ha dado pie a que exista una aplicación no regulada a diversos alimentos que se hallaba definida en la *NOM-033-SSA1-1993*.

Sin duda, la presencia de aditivos en la industria alimentaria es amplia, al igual que a las investigaciones que mencionan sus consecuencias por ingesta, de tal manera que nos es propio referirnos a dos trabajos en los que se tratan algunos ejemplos. Morales y Ramírez (2016), en su artículo “Calidad en los alimentos y toxicidad inducida: los casos del pan de caja y los embutidos”, reconocen a la aditividad de las sustancias xenobióticas como un peligro potencial. Mientras que Bejarano, *et al.* (2015) en su trabajo “Algunos peligros químicos y nutricionales del consumo de los alimentos de venta en espacios públicos”, mencionan los riesgos que se corren al incorporar algunas sustancias químicas en los procesos alimentarios.

Los potenciadores de sabor, los colorantes, los edulcorantes, y la irradiación son pocos ejemplos de las numerosas clases funcionales de aditivos, reconociendo, así, el gran desconocimiento que se tiene sobre estas sustancias que no aportan nada nutricionalmente.

Conclusiones

De los estudios realizados, desprendemos que la información científica sobre esta problemática si bien es abundante, sorprende por su indefinición efectiva en cuanto a su uso y es completamente omisa en cuanto a las cuestiones de aditividad y bioacumulación que estas sustancias químicas pueden generar en el metabolismo del organismo humano.

La lista de plaguicidas, medicamentos veterinarios y aditivos existentes es extensa y no menos variada, por lo que su estudio y evaluación de sus efectos puede resultar complicado para la comunidad científica ante los problemas que implica un estudio de esta naturaleza por la exigencia de establecer una metodología analítica que se avoque al conocer las rutas que siguen las sustancias químicas no-nutricias al momento en que son incorporadas al organismo, así como sus procesos de bioacumulación tóxica y su aditividad. Y esto resulta preocupante porque su uso en la producción de alimentos es muy común y su contacto e ingesta alcanza ya a prácticamente todas las poblaciones. Su atención, por ser un problema social, es una obligación gubernamental que debe ser atendida como parte de las políticas públicas prioritarias en materia de salud pública.

CONCLUSIÓN GENERAL

De acuerdo a nuestro objetivo, es satisfactorio haber encontrado el conjunto de procesos que se encuentran involucrados en los procesos metabólicos entre los que se encuentran aquellos relativos a la toxicidad inducida en los alimentos, propósito que animó el presente trabajo.

Su abordaje no fue una actividad sencilla. Extender el campo de la sociología al dominio de la Medicina Clínica nos fue necesario para ubicar el problema de la salud pública puesto que este problema social se encuentra íntimamente vinculado con el segundo momento del proceso alimentario aquí reconocido como proceso nutricional. La particularidad de esta relación entre la sociología y la medicina consiste en el vínculo que hay entre la producción de alimentos y la toxicidad inducida a causa de la introducción de sustancias químicas no-nutricias como elementos constitutivos de los alimentos y agentes activos de los procesos de bioacumulación tóxica en el organismo.

La incorporación de sustancias químicas, como parte de los procesos de producción de alimentos, se constituye en la posibilidad material de generar procesos tóxicos en el metabolismo humano. Llama la atención que su incorporación, resultado de la revolución tecnológica ocurrida en la producción de alimentos, ha provocado una serie de transformaciones en el contenido de los alimentos que su uso, en la actualidad, se argumenta como necesario para la supervivencia humana.

La conclusión de este trabajo nos lleva a una preocupación principal, como es el hecho de que el uso de este tipo de sustancias esté tan ligeramente tratado en cuanto a su relación con la salud pública. Nos llama la atención que el estudio de las rutas de los tóxicos y sus procesos de bioacumulación, así como los de su aditividad, no aparezcan como una preocupación de la medicina clínica y que en los estudios que hay al respecto, su tratamiento sea indeterminado aunque existan referencias por la preocupación hacia la salud pública.

Nuestra observación, es que pareciera que hay una intencionalidad social por desatender esta problemática. ¿cómo es posible que los organismos internacionales responsables de las políticas mundiales en materia de salud, no hagan ninguna referencia respecto a la importancia que tienen los procesos de bioacumulación tóxica y su aditividad en el comportamiento de la salud pública?, ¿Qué se minimice la presencia de la inmensidad de sustancias no-alimentarias y se reduzca la problemática al consumo de azúcar, de sal o de grasas trans cuando están siendo incorporadas miles de ellas de las que, dicen, hay desconocimiento en cuanto a estos procesos se refieren?

El estudio del proceso nutricional, en su actuar, nos da los elementos para identificar que hay rutas que siguen las sustancias xenobióticas y, nos ofrecen los indicios, y en algunos casos, la certeza de que éstas tienden a bioacumularse, y de esta manera, su dinámica nos permite suponer que las sustancias químicas contenidas en los alimentos industrializados están ligadas con la generación de enfermedades en el ser humano. ¿Qué nos hace suponer su toxicidad? Si miramos atentamente el tratamiento que se les ha dado a las sustancias químicas utilizadas en la producción de alimento, nos llama la atención de que solo en el caso del uso de los plaguicidas la literatura sea tan precisa, mientras que, en las sustancias utilizadas como productos veterinarios y en los aditivos utilizados por la industria alimentaria este asunto se diluya.

No estamos afirmando que no se conozcan las alteraciones que provocan en el comportamiento normal del organismo, asunto de vital importancia; tampoco afirmamos que el organismo no cuente con mecanismos de defensa ante la presencia de agentes xenobióticos. Lo que nos toca afirmar es que esta problemática, la bioacumulación tóxica y su aditividad, no se le conciba como un peligro latente y proveniente de la actividad económica que caracteriza a las sociedades contemporáneas.

En el campo clínico, es indudable la necesidad de impulsar el campo de la toxicología alimentaria; su desarrollo nos permitiría ubicar los problemas relativos a las rutas que siguen en el organismo las sustancias químicas no-nutricias

contenidas en los alimentos provenientes de la industria alimentaria. Por tanto, reconocer el uso de plaguicidas, medicamentos veterinarios y aditivos, para esta disciplina de la medicina clínica, les sería de gran utilidad para reconocer los problemas relacionados con los procesos de salud/enfermedad.

Otro problema que debería ser atendido por la toxicología alimentaria es la interacción que se da entre las diferentes sustancias químicas que se consumen al estar contenidas en distintos alimentos, procesos que llegan a ser hasta punto inciertos. La cantidad de productos contenidos en una dieta alimenticia, sin duda contiene alimentos provenientes de diferentes tecnologías en su producción. Ésta, puede contener aquellos provenientes de semillas transgénicas, irradiadas, que utilicen plaguicidas durante su cultivo; carnes en las que se haya utilizado productos veterinarios; bienes provenientes de la industria alimentaria con base en el uso de aditivos que mejoren el color, el sabor, etcétera. Es aquí cuando la aditividad de los tóxicos se convierte en un problema social que supera por mucho los límites establecidos en la ley al no contemplarla y ser fuente de la bioacumulación tóxica que potencialmente es desequilibrante del proceso salud/enfermedad.

Esta insuficiencia en el conocimiento de estos mecanismos de toxicidad inducida vuelve relativa las mediciones que los organismos de la salud proponen. Pongamos el ejemplo de su forma de medida, la Ingesta Diaria Admisible (IDA). Al margen de que su atención nos indique límites mínimos y máximos permisibles de sustancias químicas no-nutricias, lo que ya de por sí nos indica su aceptación de que son sustancias tóxicas, en cuanto a su aditividad es omisa. Esta medida, al fijar los límites de su presencia como residuos, al no contemplar que la dieta básica está compuesta por varios alimentos, pierde de vista las reacciones que pueden tener unas con otras y el tipo de bioacumulación tóxica que pueden generar.

Hemos de añadir que la desinformación existente en cuanto al uso de estas sustancias no sólo evidencia la necesidad de generar investigación sobre toxicología de los alimentos, sino, además, que se generen mecanismos sociales de información acerca de las prohibiciones que hay para el uso de estas sustancias.

Incursionar en el campo de la medicina clínica nos permitió apreciar el problema de la bioacumulación tóxica, la aditividad y la toxicidad como un proceso que altera clínicamente el proceso salud/enfermedad. Situados en nuestro interés sociológico ponemos la atención en el gran problema que su conducta trae consigo como un problema social que se evidencia como un espinoso asunto revelado como problemática de la salud pública, que debe ser atendido por las políticas de Estado

El trabajo nos muestra que el proceso nutricional es dependiente de los procesos de producción de alimentos. Si bien es cierto que en él se aprecian las consecuencias de la toxicidad en el organismo, sin embargo, el cuestionamiento que aquí se hace se dirige hacia su origen, puesto que ésta es una respuesta a la dinámica productiva de la industria alimentaria.

¿Por qué afirmamos esto? El control ejercido por la industria alimentaria en la producción de alimentos industrializados prácticamente ha hecho que el proceso nutricional sea una consecuencia de la dependencia de alimentos provenientes de ella. El uso generalizado de pesticidas, medicamentos veterinarios y aditivos en su producción ha incrementado el consumo de sustancias químicas no-nutricias.

La industria alimentaria, asegurando que su uso es para proteger al consumidor y mejorar la calidad en los alimentos, ha hecho de esta práctica su cotidianeidad (Villanúa, 1986). Es justificada por la evolución económica, los cambios sociales y el aumento de la natalidad lo que da pie a su incorporación en las nuevas técnicas que aumentan la productividad de la industria, de tal manera que se hace necesaria su aplicación (Devine, et al., 2008:75-76). En realidad, esta justificación es un deslinde de las consecuencias que tiene su consumo. No sin cierta *mea culpa* afirma la población es quien, a final de cuentas, tiene el derecho a elegir sobre lo que come.

Sin embargo, no consideramos que esa sea su principal razón que motiva su uso. La producción de alimentos, basada en una práctica económica que prioriza la actividad económica por encima de los procesos nutricionales, es claro que esta actividad busca incrementar su productividad económica a sabiendas de que está sacrificando la cualidad de los procesos nutricios. En este sistema de producción de

alimentos el uso de sustancias xenobióticas se sustenta en el valor económico que trae consigo.

Es un secreto a voces que la industria alimentaria mundial, de corte capitalista, domina los procesos de trabajo sobre los que se genera la mayor producción global de alimentos, al controlar principalmente a) las patentes en recursos biológicos; b) la producción de insumos productivos; y c) de las sustancias químicas ajenas a la calidad nutricia como son los pesticidas, los plaguicidas, los medicamentos para animales; y los aditivos. Este es un universo económico/social que significamos con la categoría de industria de los alimentos, dominio al que pertenece propiamente la industria alimentaria cuya producción se inscribe en el mundo de los negocios

Doval (2013) establece que la calidad nutricia de los alimentos está pautaada esencialmente por los planes de negocios de la industria alimentaria, razón por la que aquella se ve subordinada a ellos. Es así como los rendimientos económicos se anteponen a la salud de la población, siendo destacables las pocas oportunidades que se les ofrece respecto a contar con alimentos que no pertenezcan a este gran imperio industrial; razón por la que sus deberes y responsabilidades como empresarios debieran de estar claramente definidas, puesto que está en sus manos el destino de la salud pública.

Este trabajo busca poner las cartas sobre la mesa respecto a quienes son realmente los responsables de los problemas de salud pública a los que nos enfrentamos, puesto que la idea de sedentarismo y una alimentación no saludable no dan la respuesta a las múltiples enfermedades transmitidas por los alimentos y las enfermedades crónicas que existen hoy en día.

Si la industria de los alimentos y la industria agroalimentaria se hallan reguladas por la finalidad económica, ello significa que su actividad atiende más a sus planes de negocios que a la problemática de la salud pública.

Bibliografía

- 2000 AGRO. 1/Abril/2002. Uso de ceras naturales para conservar frutas. 2000 AGRO. Revista Industrial del Campo. Disponible en: <http://www.2000agro.com.mx/sin-categoria/uso-de-ceras-naturales-para-conservar-frutas/> Consultado: 09/09/2016
- Acero Godínez, Ma. Guadalupe. Enero, 2007. Manual de prácticas de bromatología. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Centro de ciencias agropecuarias. Departamento de Disciplinas Pecuarias. Aguascalientes, México. Pp. 88 Disponible en: <http://www.uaa.mx/centros/cca/MVZ7m76/Manualdepracticass29-1528.pdf> Consultado: 18/03/2016
- Agencia EFE. 17/Mayo/2011. Residuos de pesticidas en alimentos. Disponible en: http://www.elika.eus/consumidor/es/preguntaas_residuos.asp Consultado: 23/10/2016
- Álvarez, et al., 2004. Algunas consideraciones sobre las reacciones adversas por alimentos. Revista Cubana de Medicina General Integral. Vol. 20. No. 5-6. Ciudad de la Habana, Cuba. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252004000500008
- Alvariñas, Jorge, et al. 2015. Nutrición. Guía de Grado. Guía temática para la asignatura Orientación en Nutrición, de la Carrera de Medicina de la Universidad de Buenos Aires. Disponible en: <http://www.fmed.uba.ar/grado/medicina/nutricion/enero2016.pdf>
- ANMAT. (s/f). Aditivos en los alimentos. La administración nacional de medicamentos, alimentos y tecnología médica (ANMAT). Disponible en: <http://www.anmat.gov.ar/consumidores/alimentos/aditivos.pdf> Consultado: 13/04/2016
- Arias, Tomás. D. 1999. Glosario de Medicamentos: Desarrollo, Evaluación y Uso. Organización Panamericana de la Salud. EUA. Pp. 133 Disponible en: <http://www.farmacologia.hc.edu.uy/images/Glosario.PDF>
- Bejarano, et al., 2015. Algunos peligros químicos y nutricionales del consumo de los alimentos de venta en espacios públicos. Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud. Vol. 47. Núm. 3. Colombia. Pp. 249-360. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3438/343842287011.pdf>
- Camelo Martínez, Edwin. Julio, 2011. Toxicología ambiental. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. UNAD. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. Pp. 156. Disponible en: <https://es.slideshare.net/monicalilianag/modulo-toxicologia-ambiental-unad>
- Cantú Martínez, Pedro César. (s/f) Toxicología. Nociones generales. Coordinación General de Investigación. Facultad de Salud Pública y Nutrición. UANL. Pp. 8 Disponible en: <http://www.respyn.uanl.mx/i/2/ensayos/toxicología.htm#4> Consultado: 22/03/2016
- Carbajal Azcona, Ángeles. Septiembre, 2013. Manual de Nutrición y Dietética. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. Pp. 367. Disponible en: <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal/>
- Carson, Rachel. 2010. Primavera silenciosa. Crítica Barcelona. Primera edición. España.
- Castro, Antonio. 17/Abril/2013. Contaminación de alimentos con insecticidas y otros productos químicos. Blog de Acuariofilia, Biología y Medioambiente. Disponible en:

- <http://ciberdroide.com/AcuBioMed/contaminacion-de-alimentos-con-insecticidas-y-otros-productos-quimicos/> Consultado: 27/10/2016
- Codex Alimentarius. (s/f) Glosario de términos. CODEX-FAO/OMS. Disponible en: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/standards/pestres/glosario-de-terminos/es/> Consultado: 26/04/2016
- Cóppola, Betina. (s/f). Residuos de medicamentos veterinarios en alimentos de origen animal. *Revista Plan Agropecuario. Sección Bienestar y Salud.* Disponible en: http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R150/R_150_48.pdf Consultado: 23/20/2016
- Degrossi, María Claudia. 2013. Conceptos Básicos de Toxicología. *Toxicocinética.* Universidad de Belgrano. Buenos Aires, Argentina. Pp. 119. Disponible en: <http://repositorio.ub.edu.ar/bitstream/handle/123456789/3658/4050%20-%20toxicologia%20-%20degrossi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Devine, et al. 2008. Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Revista Perú. Med. Exp. Salud Pública.* Pp. 74-100. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v25n1/a11v25n1.pdf>
- Domenech Pertierra, Alicia. 2014. La regeneración celular. *Proyecto Final de Grado. 2014-2015. Graduado Universitario Senior. Universitat Jaume I.* Pp. 33 Disponible en: <http://bibliotecavirtualsenior.es/wp-content/uploads/2015/05/regeneracion-celular.pdf>
- Doval, Hernán C. 2013. Alimentación saludable. ¿Cómo lograrla? *Revista Argentina de Cardiología.* No. 81. Pp. 552-562 Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/3053/305329421021.pdf>
- Doval, Hernán C. 2013. Introducción al nuevo sistema mundial de alimentación. ¿Nosotros elegimos los alimentos o los alimentos nos eligen a nosotros? *Carta del Director de la RAC. Revista Argentina de Cardiología.* Vol. 81. Núm. 3. Argentina. Pp. 280-288
- Duffus, et al. 1993. Glosario de términos toxicológicos IUPAC. *Asociación española de Toxicología. Versión española ampliada.* Repetto, M y Sanz, P. Coordinador: J. H. Duffus. Disponible en: <http://busca-tox.com/05pub/Glosario%20terminos%20toxicologicos%20toxicologia%20Repetto.pdf> Consultado: 24/02/2016
- Durán, et al., 2013. Edulcorantes no nutritivos, riesgos, apetito y ganancia de peso. *Revista Chilena de Nutrición.* Vol. 40. Núm. 3. Chile. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182013000300014
- EcuRed. (s/f). Aparato digestivo. *EcuRed. Conocimiento con todos y para todos.* Disponible en: https://www.ecured.cu/Aparato_digestivo Consultado: 12/07/2018
- Escobar Román, R, et al., 2012. Intoxicación aguda por ingesta intencional de fenobarbital sódico. *Revista de Toxicología,* vol. 29. Núm. 2. Asociación Española de Toxicología. Plamplona, España. Pp. 132-134.
- Estrucplan. 2002. Salud, seguridad y medio ambiente en la industria. *Empresa de consultoría.* Buenos Aires, Argentina. Disponible en: <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/imprimir.asp?IdEntrega=13>
- EUSKADI. (s/f). Residuos de Medicamentos de uso Veterinario. Portal de internet de administración vasca. Disponible en: <http://www.euskadi/eus/gobierno->

- [vasco/contenidos/informacion/sanidad_alimentaria/es_1247/adjuntos/vigila9516.pdf](#) Consultado: 23/10/2016
- FAO. (s/f). Código internacional de conducta para la distribución y utilización de plaguicidas. Disponible en: <http://www.senasica.gob.mx/?id=3447> Consultado: 27/04/2016
- FAO. (s/f). Dependencias Codex Alimentarius, CODEX-FAO/OMS. Disponible en: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/standards/qsfa/es/> Consultado: 19/04/2016
- FAO. Febrero, 2011. Seguridad Alimentaria y Nutricional. Conceptos Básicos. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria – PESA- Centroamérica Proyecto Food. Facility Honduras. 3ra Edición. Unión Europea. Pp. 4
- FAO. 2003. Educación en Alimentación y Nutrición para la Enseñanza Básica. Organización de las Naciones Unidas por la Agricultura y la Alimentación con el Ministerio de Educación y el Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA) de la Universidad de Chile. Santiago, Chile. Pp. 140.
- FDA. (s/f). La irradiación de alimentos: lo que usted debe saber. Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA por sus siglas en ingles). Disponible en: <http://www.fda.gov/downloads/Food/IngredientsPackagingLabeling/UCM262298.pdf> Consultado: 29/08/2016
- Fernández-Tresguerres, Isabel, et al. Enero/Febrero 2006. Bases fisiológicas de la regeneración ósea. Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal (Internet) vol. 11. No.1 Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1698-69462006000100011
- Fundación Española de Nutrición (FEN). 2018. Principios básicos de la nutrición. Disponible en: <http://www.fen.org.es/index.php/nutricion/principios> Consultado: 10/03/2018.
- Gimferrer Morato, Natalia. (s/f). Radiaciones Ionizantes en Alimentos. Fundación Eroski Consumer. Disponible en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2008/11/10/181279.php> Consultado: 01/03/2017
- Greenfacts. (Blog) (s/f) Tejido diana. Disponible en: <http://www.greenfacts.org/es/glosario/tuv/tejido-diana.htm> Consultado: 08/09/16
- Hernández Ramírez, Porfirio. 2006. Regeneración biológica. Secretos de la naturaleza. Rev. Cubana Hemtaol Inmunol Med Transf. Instituto de Hematología e Inmunología. Pp. E47-E51 Disponible en: http://www.bvs.sld.cu/revistas/hih/vol22_3_06/hih04306.html
- Hernández-Guijo, Jesús Miguel. 2010. Toxicología alimentaria. Diplomatura de Nutrición humana y dietética. Curso 2010-2011. Introducción a la Toxicología. Dpto. Farmacología y Terapéutica. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Madrid. Disponible en: <https://www.uam.es/departamentos/medicina/farmacologia/especifica/ToxAlim/ToxAlimL1.pdf> Consultado: 24/02/2016
- Ibáñez, Francisco. C. (s/f). Aditivos Alimentarios. Universidad Pública de Navarra. Disponible en: http://www.nutricion.org/publicaciones/revista_agosto_03/Funcionales/aditivos.pdf

- ININ. (s/f). Irradiación de alimentos. Disponible en: <http://www.inin.gob.mx/publicaciones/documentospdf/Irradiacion%20de%20alimentos.pdf> Consultado: 05/09/2016
- ITST. Abril/2012. Colorantes alimentarios en la salud. Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán. Disponible en: http://www.itstezhutlan.edu.mx/site2010/pdfs/2012/11/articulo_colorantes_abril_2012.pdf Consultado: 21/09/2016
- Iturbide García, José Luis, et al., Abril-Junio, 2004. Irradiación de alimentos. Revista Ciencia. Pp.53-62 Disponible en: http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/55_2/irradiacion_de_alimentos.pdf Consultado: 26/02/2017
- Levy Rodríguez, Mayra. 2002. Farmacología general. Farmacología. Su historia y desarrollo. Editorial Ciencias Médicas. La Habana, Cuba. Pp. 206 Disponible en: <https://es.slideshare.net/samiiherrera7/farmacologa-general-moron-y-levi>
- Lezama Hernández, Martha Patricia, et al., Enero, 2008. PROGRAMA DEL CURSO: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias de la Salud. Licenciatura en Nutrición. Disponible en: http://www.archivos.ujat.mx/dacs/nutricion/estructura_curricular/area_deformacion_sustantiva/bromatologia-40908.pdf Consultado: 18/03/2016
- López Guerrero, Melisa, et al. Noviembre, 2007. Tesis profesional: Recomendaciones de Nutrición y Calentamiento para la Prevención de Lesiones en Bailarines. Licenciatura en Danza. Departamento de Artes. Escuela de Ciencias Sociales, Artes y Humanidades, Universidad de las Américas Puebla. Puebla, México.
- Mager Stellman, Jeanne. 1998. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Chantal Dufresne, BA. España. Pp. 33. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo1/33.pdf>
- Mesas Mora, Luis. 28/Noviembre/2011. Saborizantes e ingesta en la alimentación animal. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible en: <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/10525/articulos-nutricion-archivo/saborizantes-e-ingesta-en-la-alimentacion-animal.html> Consultado: 12/09/2016
- Morales Santos, Tayde; Ramírez Díaz, Francisco Javier. 2018a Ponencia. Antropología y política pública en alimentación y salud. XI Congreso Internacional sobre Derecho Agrario. Derecho a una alimentación adecuada. Su interrelación con el Derecho Agrario Contemporáneo. Sociedad Cubana de Derecho Agrario, Coauspicio del Ministerio de Agricultura; Facultad de Derecho de la Universidad de la Habana, Cuba; Asociación Nacional de agricultores pequeños; Grupo Empresarial AZCUBA. La Habana, Cuba.
- Morales Santos, Tayde; Ramírez Díaz, Francisco Javier. Abril, 2013. Sistemas legales de aseguramiento de la calidad e inocuidad agroalimentaria. Serie análisis de coyuntura. Departamento en enseñanza, investigación y servicio en Sociología Rural. Universidad Autónoma Chapingo. Primera edición. México. Pp. 34.
- Morales Santos, Tayde; Ramírez Díaz, Francisco Javier. Julio-Diciembre 2016. Calidad en los alimentos y toxicidad inducida: los casos del pan de caja y los embutidos. Artículos y Ensayos de Sociología Rural. Año 11, Núm. 22. Universidad Autónoma Chapingo. México. Pp. 89-105.

- OMS. 2018. Nutrición. Disponible en: <http://www.who.int/topics/nutrition/es/>
Consultado: 10/03/2018.
- OMS. Mayo, 2016. ¿Residuos de plaguicidas en los alimentos? Preguntas y respuestas en línea. Disponible en: <http://www.who.int/features/qa/87/es/> Consultado: 20/02/2017
- Otero Lamas, Belén. 2012. Nutrición. Red Tercer Milenio. Primera edición. Disponible en: <http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/salud/Nutricion.pdf>
- Peña, Antonio. 2001. Qué es el metabolismo. México. La ciencia/184 para todos. 1ª edición. Pp. 125.
- Pesticide Action Network UK. (s/f). Residuos de plaguicidas en los alimentos. Disponible en: <http://www.panuj.org/archive/internat/IPMinDC/Spanish8.pdf> Consultado: 23/10/2016
- Plumb, Donald C. 2017. Manual de Farmacología Veterinaria. 8va edición. Disponible en: https://www.ecured.cu/Biotrasformaci%C3%B3n_de_los_medicamentos
Consultado: 06/09/2017
- Quispe Ramos, Dania, et al. Marzo, 2014. Fundamentos de bromatología. Rev. Act. Clin. Med Vol. 41. Pp. 144. Disponible en: http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2304-37682014000200001&lng=es
- Ramírez Díaz, Francisco Javier. 2008. Pensamiento humano, trabajo y sociedad. Departamento de Sociología Rural. Universidad Autónoma Chapingo. Primera edición. México.
- Ramírez Díaz, Francisco Javier. 2018b. Proceso alimenticio y calidad de los alimentos. (Notas). Universidad Autónoma Chapingo/ Departamento de Sociología Rural. Chapingo, México.
- Restrepo, Iván. 1988. Naturaleza muerta. Los plaguicidas en México. Ediciones Océano, S.A. México.
- Rodríguez Arnaiz, Rosario. 2003. Las toxinas ambientales y sus efectos genéticos. México. 124 La ciencia para todos. 4ª edición. Pp. 95
- Rodríguez Arnaiz, Rosario. 2004. Metabolismo de las toxinas ambientales. México. La ciencia/199 para todos. 1ª edición. Pp. 112.
- Sacchi, Mónica. et al., 2007. Percepción del proceso salud-enfermedad-atención y aspectos que influyen en la baja utilización del Sistema de Salud, en familias pobres de la ciudad de Salta. Salud colectiva vol. 3 núm. 3 Universidad de Lanús. Buena Aires, Argentina. pp. 271-283. Disponible en: <file:///C:/Users/hp/Desktop/Tesis/Marco%20Te%C3%B3rico/Cap%C3%ADulo%203.%20Condic%C3%B3n%20cl%C3%ADnica%20de%20enfermedad/Documentos%20PDF/73130305.pdf>
- Salom-Echeverría, Ignacio. Abril-Junio 2003. Propuesta para una ampliación del concepto de clínica. Acta médica costarricense vol. 45 núm. 2. Colegio de Médicos y Cirujanos de Costa Rica. San José, Costa Rica. Pp. 75-76. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43445209>
- Satín, Morton. 1997. La irradiación de los alimentos. Editorial ACRIBIA, S. A.
- Saume Romero, Fernando. Julio, 1992. Introducción a la Química y Toxicología de Insecticidas. Industria Gráfica Integral c.a. Marcap Edo. Aragua.

- Schmidt-Hebbel, Hermann. (s/f). Avances en aditivos alimentarios y la reglamentación de los alimentos. *Aplicaciones y comentarios de orden químico y tecnológico*. Editado por: Fundación Chile. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/121409/schmidth04.pdf?sequence=1> Consultado: 15/04/2016
- SICE. (s/f). Saborizantes/Aromatizantes. *Sistemas de información sobre comercio exterior*. Disponible en: <http://www.sice.oas.org/trade/mrcsrs/resolutions/AN4693.asp> Consultado: 20/09/2016
- Silva Cobre, Enedina. Agosto, 2004. La homeopatía, la contaminación y los animales. *MEMORIA. I Foro interinstitucional sobre control homeopático de la toxicidad en humanos, animales y plantas*. UACH, IPN, UNAM, Secretaría de Salud. UACH, México. Pp. 56
- Sportono, Viviana. G. (s/f) Anabólicos en producción de carnes. *Seguridad alimentaria*. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar7informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/04-anabolicos.pdf Consultado: 17/08/2016
- Suárez Diégues, et al. (s/f). La importancia de los aditivos alimentarios en los alimentos industrializados. *Universidad Autónoma de Hidalgo. México*. Disponible en: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icsa/n4/e5.html> Consultado: 10/10/2016
- Trautmann, Nancy. Enero, 2005. La dosis hace al veneno ¿cierto o no? *American Institute of Biological Sciences: Acercar la biología a la toma de decisiones informada*. Disponible en: <http://www.actionbioscience.org/esp/ambiente/trautmann.html> Consultado: 19/03/2016
- Troncoso A, Humberto. 2015. El uso de aditivos en la alimentación de bovinos. *Entorno Ganadero No. 46. Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica. FMVZ, UNAM*. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/74-Uso_Aditivos.pdf
- Universidad para Todos. 2002. Los vegetales en la nutrición humana. *La Habana: Editora Política* Disponible en: <https://www.ecured.cu/Alimentación> Consultado: 13/03/2018.
- Valle Vega, Pedro, et al., 2000 *Toxicología de alimentos*. Instituto Nacional de Salud Pública. Centro Nacional de Salud Ambiental. México.
- Vargas Alvarado, Eduardo. 2008. *Medicina forense toxicológica y laboral*. Editorial TRILLAS. México. Pp. 222.
- Vega y León, et al., 1998. Residuos tóxicos en alimentos. *Conceptos y métodos*. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco. Primera edición. México.
- Vergara, Arturo. 2013. Energía, alimentación y evolución: de los orígenes al presente. *Revista Colombiana de Cirugía*, vol. 28, núm 2, abril-junio, 2013. Pp. 97-99. Asociación Colombiana de Cirugía. Bogotá, Colombia. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/3555/355535157001.pdf>
- Villanúa, León. 1986. Aditivos alimentarios. *Publicaciones: Serie <<Divulgación>>*. Fundación española de la nutrición. Madrid, España. Disponible en: http://www.fen.org.es/imgpublicaciones/27_aditivos%20alimentarios.pdf Consultado: 13/04/16
- Viruete Cisneros, Sergio Alberto, et al., 2015. Manual de conocimientos básicos de farmacología. *Universidad de Guadalajara. Primera edición*. México. Pp. 175. Disponible

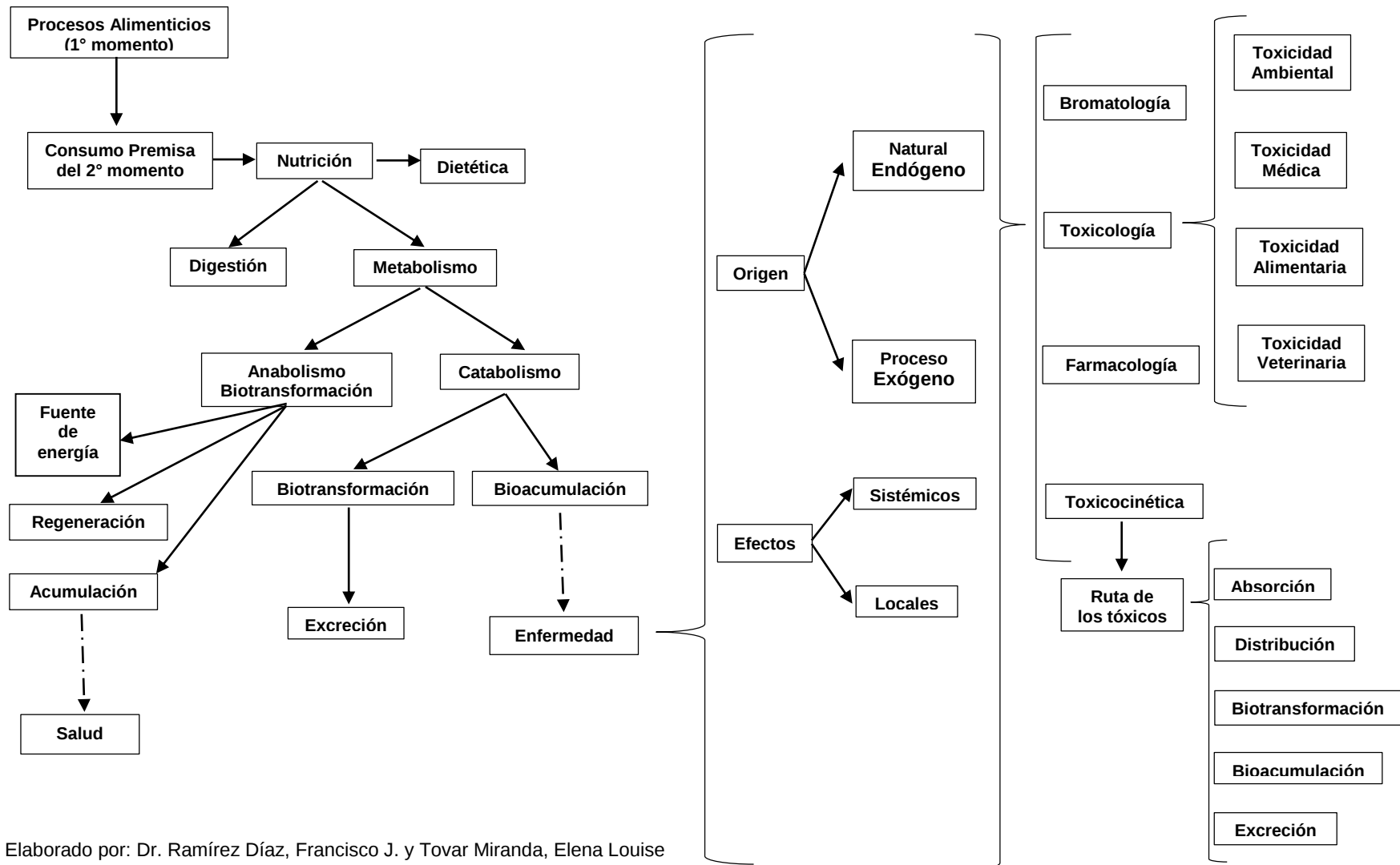
en: <http://www.cuc.udg.mx/sites/default/files/publicaciones/2015%20-%20Manual%20de%20conocimientos%20b%C3%A1sicos%20de%20farmacologia%C3%ADa.pdf>

Washington University, Mayo, 2012. Algunos datos sobre Riesgos a la Salud por Pesticidas en los Alimentos. Disponible en: <http://depts.washington.edu/ceeh/ccmeeting-2013/index.html> Consultado: 20/02/2017

Zambrano; Mónica, et al. 2012. Bioacumulación de hidrocarburos aromáticos policíclicos en *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) (Arcoida: Arcidae). Pp. 9

ANEXOS

Anexo 1. Segundo momento de los Procesos Alimentarios (interioridad).



Elaborado por: Dr. Ramírez Díaz, Francisco J. y Tovar Miranda, Elena Louise

Anexo 2. Clases funcionales y/ funciones tecnológicas de los aditivos alimentarios.

	CLASE FUNCIONAL	DEFINICIÓN	FUNCIÓN TECNOLÓGICA (SUBCLASES)
1.	Agentes Acidificantes.	Substancias que modifican o mantienen la acidez de los productos.	Acidulante.
2.	Agentes Acondicionadores o tratamiento de harinas de masa.	Substancias que se utilizan en panificación para mejorar diversas cualidades de la harina o masa.	Agentes de tratamiento de harinas. Blanqueadores de harinas. Mejoradores de harinas. Acondicionadores de masa. Reforzadores de la masa.
3.	Agentes Antiglomerantes o Antiaglutinantes (Antihumectantes).	Substancias o mezcla de substancias que reducen la tendencia de los componentes de un alimento a cohesionarse o adherirse unos a otros.	Agentes antiaglutinantes. Agentes antiadherentes. Agentes de secado. Polvos para empolverar. Antihumectantes.
4.	Agentes Antiespumantes.	Sustancia o mezcla de substancias que, adicionada durante la elaboración de los productos, inhibe o disminuye la formación de espuma.	Eliminadores de espuma. Reductores de espuma.
5.	Agentes Antioxidantes.	Substancias que prolongan la vida de almacén de los productos, protegiéndolos del deterioro ocasionado por la oxidación.	Antioxidantes. Sinérgicos de antioxidantes. Agentes de antipardeamiento.
6.	Agente Clarificante.	Sustancia que elimina la turbidez en un líquido, dejándolo claro.	Clarificante.
7.	Agentes Conservadores.	Substancias o mezcla de substancias que previenen, retardan o detienen cualquier alteración causada por microorganismos.	Substancias conservadoras. Conservadores. Antimicrobianos. Agentes antimicóticos. Agentes de control bacteriófagos. Agentes fungistáticos, agentes inhibidores de mohos y hongos filamentosos. Sinergistas antimicrobianos.
8.	Agentes Emulsificantes o Emulsionantes (Antisalpicales, Enturbidadores).	Substancias o mezcla de substancias que forman o mantienen una emulsión uniforme en un producto.	Emulsionantes. Agentes dispersantes. Agentes tensoactivos.

	CLASE FUNCIONAL	DEFINICIÓN	FUNCIÓN TECNOLÓGICA (SUBCLASES)
			Antisalpícanes. Inhibidores de la cristalización correctores de la densidad (de los aceites aromatizantes en las bebidas). Estabilizadores de una suspensión. Agentes enturbiadores. Sales emulsionantes, sales de mezcla, sales fundentes. Plasificantes. Sufactantes.
9.	Agentes Endurecedores.	Substancias que vuelven o mantienen los tejidos de frutas u hortalizas firmes o crocantes o actúan junto con agentes gelificantes para producir o mantener un gel.	Agentes endurecedores.
10.	Agentes Espesantes.	Substancias que incrementan la viscosidad de los productos.	Espesantes. Agentes de soporte. Aglutinantes. Agentes texturizados.
11.	Agentes Espumantes.	Substancias que posibilitan la formación o el mantenimiento de una dispersión uniforme de una fase gaseosa en un producto líquido o sólido.	Agentes espumantes. Agentes de batido. Agentes de aireación.
12.	Agentes Estabilizantes.	Substancias que posibilitan el mantenimiento de una dispersión uniforme de dos o más substancias.	Estabilizadores. Estabilizadores de espuma. Estabilizadores coloidales. Aglutinantes.
13.	Agentes Gasificantes.	Substancias o mezcla de substancias utilizadas para introducir dióxido de carbono en un producto.	Gasificantes. Agentes fermentadores.
14.	Agentes Gelificantes.	Substancias que dan textura y/o consistencia a un producto mediante la formación de un gel.	Agentes gelificantes.
15.	Agentes de Glaseado.	Substancias que, cuando se aplican en la superficie exterior de un producto, confiere a éste un aspecto brillante o lo revisten con una capa protectora.	Agentes de glaseado. Agentes sellantes. Agentes de revestimiento. Agentes de acabado de superficie. Agentes de abrillantado. Agentes formadores de película.

	CLASE FUNCIONAL	DEFINICIÓN	FUNCIÓN TECNOLÓGICA (SUBCLASES)
16.	Agentes Humectantes	Substancias o mezcla de sustancias destinadas a prevenir la pérdida de humedad de los productos.	Agentes humectantes. Agentes de retención de humedad.
17.	Agentes Incrementadores volumen	Sustancia diferente del aire y del agua que aumenta el volumen de un producto sin contribuir significativamente a su valor energético disponible.	Incrementadores del volumen. Agentes de relleno.
18.	Agentes Potenciadores de Sabor.	Sustancia o mezcla de sustancias destinadas a realzar los aromas o los sabores de los productos, excepto el cloruro de sodio o sacarosa.	Potenciadores o acentuadores de sabor o aroma. Saborizantes o aromatizantes sinérgicos. Modificadores de sabor o aroma. Blandadores.
19.	Agentes Propulsores.	Gases diferentes del aire que expulsan un alimento de un recipiente.	Propulsores. Gases propelentes.
20.	Agentes Reguladores de pH.	Sustancia que modifica o mantiene la acidez o alcalinidad de los productos.	Reguladores de acidez. Ácidos. Acidificantes. Álcalis. Bases. Soluciones reguladoras. Agentes reguladores. Agentes de regulación de pH. Corrector de acidez. Agentes reguladores.
21.	Agentes de Retención de color.	Substancias que estabilizan, retienen o intensifican el color de un producto.	Agentes de retención de color. Fijadores de color. Estabilizantes de color. Complementos de color.
22.	Agentes Secuestrantes.	Sustancia que forma complejos químicos con iones metálicos.	Secuestrantes.
23.	Colorantes.	Sustancia que da o restituye color a un producto.	Pigmentos de coloración y decoración. Colorantes de superficie. Lacas. Pigmentos.
24.	Decolorantes.	Substancias utilizadas (no en las harinas) para decolorar un producto. Los decolorantes no contienen pigmentos.	Decolorante. Oxidante.
25.	Edulcorantes.	Substancias diferentes de los mono y disacáridos, que imparte un sabor dulce a los productos.	Edulcorantes naturales. Edulcorantes artificiales.

	CLASE FUNCIONAL	DEFINICIÓN	FUNCIÓN TECNOLÓGICA (SUBCLASES)
26.	Gases de envasado.	Substancias gaseosas, introducidas en un envase antes, durante o después de su llenado con un producto, con la intención de proteger el producto, por ejemplo, de la oxidación o descomposición.	Gases de envasado.
27.	Leudante.	Sustancia o mezcla de substancias que liberan gas y, de esa manera, aumentan el volumen de una masa.	Leudantes. Agentes fermentadores. Aglutinante. Gasificante.
28.	Saborizante (aromatizante).	Sustancia o mezcla de substancias con o sin otros aditivos que se utilizan para proporcionar o intensificar el sabor o aroma de los productos. Saborizante sintético artificial (sustancia que no ha sido aún identificada en productos naturales procesados o no y que son aptas para su consumo) Saborizante idéntico al natural (substancias químicamente aisladas a partir de materias primas aromáticas u obtenidas sintéticamente, químicamente idénticas a la substancias presentes en productos naturales procesados o no y que son aptas para consumo humano) Saborizante natural (preparación de substancias o sus mezclas obtenidas exclusivamente por procesos físicos, microbiológicos o enzimáticos a partir de vegetales o de materias primas de origen animal en su estado natural o procesadas o procesadas o por fermentación y que son aptas para consumo humano).	Saborizante. Aromatizante.
29.	Enzimas.	Proteína que cataliza las reacciones bioquímicas del metabolismo. Las enzimas actúan sobre las moléculas conocidas como sustratos y permiten el desarrollo de los diversos procesos celulares.	Catalizadores biológicos.
30.	Substancias inertes.	Substancias utilizadas para disolver, diluir, dispersar o modificar de otras maneras un aditivo alimentario sin alterar su función (y sin generar por si mismos efectos tecnológico alguno) con el fin de facilitar la manipulación, la aplicación o uso del aditivo alimentario o nutrimento.	Substancias inertes. Disolventes inertes. Substancias inertes portadoras de nutrimentos. Diluyente de otros aditivos. Agentes encapsuladores.

Secretaría de Salud. ACUERDO por el que se determinan los aditivos y coadyuvantes en alimentos, bebidas y suplementos alimenticios, su uso y disposiciones sanitarias. Diario Oficial de la Federación. Lunes 16 de julio de 2012. Pp. 3-7.