

VISIÓN EPISTÉMICA DE LA MICROBIOLOGÍA COMO CIENCIA PARA OTRAS ÁREAS DEL CONOCIMIENTO

***(EPISTEMIC VISION OF MICROBIOLOGY AS SCIENCE FOR OTHER AREAS OF
KNOWLEDGE)***

Miguel Torrealba

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” UNELLEZ. Programa
Ciencias del Agro y del Mar. San Carlos-Estado Cojedes, Venezuela.

torrealbap38@hotmail.com

Recibido: 16-03-2019/ Aceptado: 01-05-2019

**Nota técnica*

Introducción

La microbiología por ser una ciencia que estudia a las células de tamaño diminuto y su funcionamiento, trata de su diversidad y analiza lo que estos seres hacen en el ecosistema, contemplando la interpretación de los procesos bioquímicos vitales. Es importante tomar en cuenta que las propiedades de un ecosistema están controladas en gran parte por las actividades microbianas, en el que obtienen nutrientes del medio para sus procesos metabólicos y los usan para formar nuevas células. Por otro lado, al generar metabolitos primarios y secundarios en su etapa de crecimiento, pueden aportar efectos favorables, perjudiciales, patogénicos, y perjudiciales - patogénicos, que pueden ejercer un efecto favorable, neutro o perjudicial para un ecosistema.

Es por ello que los efectos de los microorganismos entre sí y en su hábitat se relacionan con su ambiente físico y químico, en el que cooperan con otros organismos, pero en muchos casos pueden ocasionar daños a ellos mismos como a otras especies macro y microbianas, por lo que esta ciencia invita a estudiar de forma exhaustiva todos los procesos metabólicos involucrados en su ciclo de crecimiento para así estimar los beneficios y perjuicios que pudiesen desarrollar en momentos determinados.

En este particular, surge el siguiente ensayo, en el cual busco integrar la incidencia de los microorganismos con diferentes ecosistemas, para así visualizar los efectos que pueden ejercer en cada uno de ellos, así como conocer la importancia de estos seres vivos diminutos en las conversiones biológicas suscitadas en el seno de las diversas áreas de interés para la ciencia y la vinculación con el contexto social.

Visión epistémica de la microbiología como ciencia

La epistemología no es más que el conocimiento científico de áreas del saber; es decir, el estado del arte o dominio teórico práctico de las mismas. Partiendo de ello, el saber y saber hacer puede servir de fundamento en la aplicación de diversos aspectos esenciales para la microbiología como ciencia. En este ensayo se presentan algunas vinculaciones relevantes que pueden aportar un avance cognitivo en el interesado:

1. Microorganismos y enfermedad

Aunque muchos de los microorganismos son beneficiosos para la humanidad por sus aportes en áreas como alimentos, medicina, ambiente, industrias farmacológicas, cosmetológicas, agrícolas, pecuarias, energéticas, entre otras; otros son causantes de enfermedades infecciosas e intoxicaciones. Desde mucho antes del siglo XX varias de las enfermedades han sido estudiadas y controladas por el conocimiento de las prácticas sanitarias adecuadas y uso de agentes antimicrobianos; aún así los microorganismos constituyen un grupo de patógenos que amenazan la existencia del hospedero. Como lo concluyó Robert Koch (1843 – 1910) en la teoría de la enfermedad: toda enfermedad está asociada a un agente causal.

Para Forsythe (2010), las enfermedades transmitidas por alimentos se presentan cuando se ingieren comidas contaminadas con microorganismos patógenos o sus toxinas. Cuando esto ocurre se tiene una “toxiinfección alimentaria”. Establece además que por ser los productos alimenticios a disposición de los consumidores muy variados y que a pesar de los progresos en medicina, ciencia de los alimentos y tecnología de la producción alimentaria,

las enfermedades ocasionadas por patógenos siguen siendo causa de alerta en los brotes de toxiinfecciones; garantizar inocuidad al consumidor y/o usuario es una necesidad relevante para esta ciencia. Es así como en ciencias de la salud, la microbiología es una especialidad en la cual se logra el diagnóstico de las potenciales causas infecciosas de diversas enfermedades; reconociéndose las afecciones provocada por bacterias, virus, hongos y parásitos de distintas características.

2. Microbiología y seguridad alimentaria

Debido a las incidencias de enfermedades e intoxicaciones alimentarias, los consumidores cada día son más exigentes en cuanto a adquirir productos de alta calidad, con preferencias ante aquellos que son lo más orgánicos posibles, seguros pero de mínimo proceso, con una vida útil adecuada para su consumo en un tiempo previsto; a la vez, ante la dinámica de comercialización actual, en la que la globalización es una estrategia de mercado nacional e internacional, estar dentro de las normas es un factor fundamental para garantizar seguridad en el consumo de alimentos.

La seguridad alimentaria no es solo disponer de suficientes cantidades que puedan satisfacer las necesidades nutritivas de una población; se basa en sanidad pública de los productos para garantizar inocuidad al consumidor, con la intención de impedir enfermedades por la ingesta de uno o más productos nutritivos, tomando en cuenta que un alimento, desde el punto de vista fisiológico, es toda aquella materia constituida de principios inmediatos que sirven para la obtención de energía para el huésped (Losada, 2001). Comprende las sustancias, los ingredientes, las materias primas, los aditivos y los nutrientes ingeridos por el tracto gastrointestinal, incluidas las bebidas; pero no así las medicinas. Es por eso que para Forsythe (ob. cit), los objetivos de la sanidad pública se concentran en la exposición al máximo nivel de los peligros microbiológicos de los alimentos considerados aptos para el consumo humano.

Ante estos peligros de enfermedades e intoxicaciones por la ingesta de cualquier tipo de productos procesados o no, surge el derecho alimentario, en el que se establecen códigos, leyes, reglamentos y normas que regulan todas las actividades de la cadena obtención de

ellos que van desde la producción hasta su consumo. En el artículo 25 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos se establece que: *1. Toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar, y en especial la alimentación...*

3. Microbiología y los cambios en los sustratos

Los microorganismos son seres vivos que requieren satisfacer necesidades energéticas, tal cual lo hace cualquier otro organismo inferior o superior; es por ello que demandan ingerir fuentes nutritivas, basadas en moléculas que tengan a disposición sales minerales, fuentes de carbono, de nitrógeno, hidrógeno, para algunos vitaminas y para todos agua. El microorganismo en general se compone de 70 – 75% de agua y el resto de componentes diversos, dependiendo si es procariota o eucariota.

En función a ello y dependiendo de su “maquinaria” enzimática, van a disponer de exo y endoenzimas capaces de actuar sobre determinados sustratos para romper los enlaces de alto peso molecular y luego llevarla a fracciones más pequeñas, de manera que pueda aprovechar los elementos ofertados y así generar cambios significativos o no en el sustrato. Tomando en cuenta que por ser un ser vivo responde a una curva o ciclo de crecimiento, que inicia con una fase de latencia y culmina en una fase de declive o muerte.

Los microorganismos presentes en ese ecosistema desarrollan una serie de cambios biológicos en el sustrato, fundamentados por la generación de metabolitos primarios, que no son más que sustancias químicas que se forman producto de la conversión de los elementos presentes en ese ambiente, los cuales pueden servir de nutrición posterior al propio microorganismo o a otros que lo requieren, pero que además pueden desfavorecer la continuidad del crecimiento de otra especie como la de ellos mismos. Dentro de estos metabolitos se tienen: aminoácidos, vitaminas, ácidos orgánicos, alcoholes superiores, polialcoholes, polisacáridos, entre otros.

Por otra parte, al avanzar los microorganismos en su ciclo de vida, ya en la etapa de aceleración negativa, donde va disminuyendo la velocidad de reproducción de los mismos, y donde los nutrientes comienzan a agotarse, más por efectos de los metabolitos primarios desarrollados en el final de la fase de latencia; muchos de ellos se sienten amenazados por falta de moléculas para la obtención de energía y por cambios significativos en el medio, como disminución del potencial de hidrógeno. Todo esto hace que muchas especies liberen a los medios compuestos químicos como toxinas y antibióticos, con la finalidad de impedir el avance en su ciclo de vida de muchas especies microbianas sensibles a ellos y así aprovechar el remanente del sustrato presente en el ecosistema.

4. Microorganismos y agricultura

Al hacer referencia a los microorganismos y su importancia para la agricultura, hay que resaltar que el hábitat específico es el suelo, donde su fertilidad es vital para la vida en el planeta a largo plazo, por lo que la actividad biótica edáfica, depende de la disponibilidad de nutrientes y de la energía aportada por los microorganismos del suelo y de los residuos de los cultivos y de los animales.

Para Toalombo (2012), un suelo sano es el sustrato natural para el desarrollo de las plantas y de una gran diversidad de comunidades de microorganismos y microfauna que forman las biocenosis del suelo; creciendo estas poblaciones en la superficie de las partículas, en el interior de los agregados o asociadas a las raíces de las plantas, inmersos en la solución acuosa del suelo y en su atmósfera; por lo que la población microbiana es muy abundante, y varía según las condiciones del medio y la cantidad de alimentos disponibles. Entre ellas se tienen: bacterias y actinomicetes, hongos, algas, protozoos y virus, constituyendo las bacterias más del 90% de los microorganismos, quienes por su gran versatilidad bioquímica, son intermediarias de las reacciones metabólicas que permiten incorporar los materiales de la superficie en el mundo viviente y están en la base de toda productividad, por lo que debe darse el papel fundamental que les corresponde en la fertilidad de ellos.

Los hongos favorecen una buena estructura por estabilizar los agregados en sus redes de micelios y evitando que sean arrastrados por el agua de lluvia u otros agentes responsables de la erosión. Intervienen además en la transformación de materia orgánica, donde las materias carbonadas (azúcares, almidón, celulosa) son la fuente principal de energía de los microorganismos. Para su desarrollo precisan también de nitrógeno, pues para la descomposición de 30 g de celulosa se precisa 1 g de nitrógeno, por lo que esto permite comprender la importancia de la relación C/N en los aportes orgánicos.

Los microorganismos en conjunto degradan moléculas complejas de materia orgánica, formando humus, el cual se asocia con las arcillas para formar el complejo arcillo-húmico, que favorece la aireación, el almacenamiento de agua y la fertilidad. Este compuesto fomenta la solubilización de los minerales, aportando al suelo elementos como K, Ca, Mn, Mg, entre otros, que pueden también ser solubilizados por los microorganismos edáficos y volverlos asimilables para las plantas.

Otro aspecto de la importancia de los microorganismos en el suelo es que permiten la fijación de nitrógeno atmosférico por grupos de bacterias, tanto libres como simbióticas, en el que los microorganismos desarrollan en la rizosfera (superficie) actividades metabólicas de las que se benefician las plantas: transformaciones de la materia orgánica del mismo, movilización de nutrientes inorgánicos, producción de sustancias promotoras del crecimiento vegetal, antagonismos frente a patógenos, entre otros. De esta manera los microorganismos son capaces de poner a disposición de las plantas los nutrientes no asimilables directamente por ellas y de aquellos retenidos en la materia orgánica del suelo y en compuestos minerales, tales como fósforo, azufre, potasio.

La microbiología aporta los PGPR (microorganismos promotores del crecimiento de las plantas), favoreciendo el desarrollo de ellas por síntesis de fitohormonas (fundamentalmente el ácido indolacético), que promueven el crecimiento de la raíz y la proliferación de los pelos radicales, así inhiben el crecimiento de microorganismos patógenos y producen sustancias quelantes del hierro (sideróforos) que aumentan su

absorción por parte de las plantas. Además intervienen en la fijación del nitrógeno y aumentan la absorción de agua, nutrientes y fósforo (micorrizas).

Otro aspecto esencial de esta ciencia para la agricultura es el desarrollo de biofertilizantes, los cuales son insumos formulados con uno o varios microorganismos, que de una forma u otra, proveen o mejoran la disponibilidad de nutrientes cuando se aplican a los cultivos. Generalmente el éxito en su aplicación dependerá del conocimiento de sus requerimientos nutricionales y ambientales, así como de su interacción con otros microorganismos, incluyendo su habilidad para coexistir en agricultura sostenible y convencional. De esta manera se reduce el uso de agrotóxicos en el suelo para que no rompa el equilibrio biológico del ecosistema, además de evitar contaminación del aire y agua, por efectos de lixiviación, erosión y remoción de suelos.

Se tiene también que los microorganismos pueden intervenir en la solubilización del fósforo, en el que la presencia en el suelo de un gran depósito de este elemento que no puede ser utilizado por las plantas, pone de manifiesto la importancia del papel de estos seres vivos en la conversión del fósforo orgánico como elemento combinado en los restos vegetales y en la materia orgánica del suelo, a formas inorgánicas aprovechables por las plantas. Los microorganismos que actúan en la solubilización ocupan el 10% de la población del suelo, en el que el proceso se desarrolla mediante enzimas que separan al fósforo de los sustratos orgánicos y que se denominan fosfatasas, las cuales pueden actuar en muchos sustratos diferentes y con esta actividad los microorganismos pueden aportar a las plantas entre el 30-60% de su necesidades de fósforo. Algunos géneros son: *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Micrococcus*, *Bacillus subtilis*, *Thiobacillus*, *Penicillium bilaji*, *Aspergillus niger*.

Finalmente hay microorganismos promotores del crecimiento, en los que durante su actividad metabólica, son capaces de producir y liberar sustancias reguladoras de crecimiento para las plantas. Entre ellos se tienen los géneros *Fusarium*, *Trichoderma*, *Diplodia*, entre otras.

5. Microorganismos y ambiente

Esta ciencia permite dar a conocer diferentes aspectos de la participación y aplicación de los microorganismos en los ecosistemas suelo, agua, aire, alimentos, hospedero; y entender la importancia de su intervención, ya sea perjudicial o benéfica en ellos. Permite además conocer los tipos de interacciones existentes entre los diferentes grupos de microorganismos en cada ecosistema y entender los mecanismos que utilizan los microorganismos en el ciclaje de elementos como N, P, C, Fe, S y su efecto en dichos procesos.

También permite reconocer los microorganismos de importancia ambiental en la posible solución de problemas como biorremediación, degradación de xenobióticos y recalcitrantes, bioquímica y genética de la degradación de hidrocarburos, humedales y fitorremediación, tratamiento aeróbico y anaeróbico de aguas residuales, grupos de indicadores relevantes para el estudio de calidad en aguas asociados con contaminación de origen fecal y el uso de diferentes modelos biológicos para evaluar los efectos de los contaminantes mediante ensayos de toxicidad aguda.

Son usados para el desarrollo de tecnologías limpias y sostenibles, como por ejemplo la producción de biocombustibles y bioinsumos agrícolas, y procesos de biorremediación, control biológico y reciclaje. Proporcionan técnicas de laboratorio empleadas en la recuperación, aislamiento e identificación de los microorganismos relacionados con los ecosistemas involucrados. De eso se trata la biorremediación; es el uso de organismos vivos para eliminar o neutralizar contaminantes del medio ambiente. Al respecto hay microorganismos que pueden degradar petróleo, hidrocarburos e insecticidas.

De acuerdo a Narváez, Gómez y Martínez (2008), dentro de los principales géneros de bacterias biorremediadoras se tienen: *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Sarcina*, *Spirillum*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Streptomyces*, *Xanthomyces*, entre otras. Dentro de los mohos están: *Penicillium*, *Absidia*, *Mortierella*, *Thichoderma*, *Aspergillus*, y de levaduras se tienen: *Saccharomyces* y *Candida*.

Por otro lado, los metales pesados como el mercurio no son biodegradables, pero las bacterias pueden concentrarlos de tal forma de poder aislarlos más fácilmente. También se pueden emplear plantas para limpiar suelos contaminados, conociéndose este proceso como fitorremediación y se encuentra aún en desarrollo. Se basa en la capacidad que tienen algunas plantas de absorber, acumular o tolerar sustancias tóxicas como los metales pesados (por ej. cromo, plomo o cadmio), explosivos y pesticidas.

Los suelos contaminados contienen gran cantidad de microorganismos que pueden incluir un número de bacterias y hongos capaces de utilizar hidrocarburos, que representan un uno por ciento (1%) de la población total de aproximadamente 10^4 a 10^6 células por gramo de suelo. También, se han encontrado cianobacterias y algas capaces de degradar hidrocarburos.

6. Microorganismos y biotecnología

Según Thieman y Palladino (2010), la biotecnología es definida como “el conjunto de técnicas, procesos y métodos que utilizan organismos vivos o sus partes para producir una amplia variedad de productos” (p. 24). Consiste en utilizar de manera adecuada los sistemas biológicos de los seres vivos para obtener productos de beneficio para el consumidor y/o usuario y que sea económicamente viable. Se trata de aprovechar la tecnología biológica de los seres vivos para generar compuestos saludables, capaces de satisfacer una o más necesidades, así como contribuir a resolver problemas ambientales, mediante estrategias de bioprevención y biorremediación.

Para Peña y Quirasco (2014), por estudiarse de manera integral la tecnología biológica, asociada a las conversiones enzimáticas que desarrollan los microorganismos, la biotecnología aporta las siguientes mejoras:

Sintetizan y elaboran compuestos en la que participan microorganismos. Tal es el caso de elaboración de vitamina C, ácido cítrico, aminoácidos para la alimentación animal, enzimas microbianas como proteasas, amilasas, invertasas, entre otras.

Utilización de materias primas renovables y fuentes de energía de origen biológico, eliminando la dependencia de fósiles. Tal es el caso de biocombustibles obtenidos a partir de materia prima vegetal, o utilización de biomateriales en lugar de plástico.

Aprovechamiento de residuos orgánicos agrícolas, forestales o industriales para su reutilización. Ejemplo: extractos proteicos para elaborar productos de alimentación animal por enzimas microbianas.

Disminución de residuos tóxicos por reducción del gasto de energía y de gases de efecto invernadero en la industria. Ejemplo: uso de biodetergentes.

. Mitigación de degradaciones contaminantes como el caso de vertidos petrolíferos, o producción de metano (biogás) por fermentación de residuos orgánicos.

. Utilización de bacterias, hongos y virus como bioinsecticidas y biopesticidas.

. Tratamiento de aguas residuales por microorganismos aeróbicos y anaeróbicos, así como facultativos, bajo condiciones naturales de autopurificación.

. La biodegradación de polímeros por bacterias *Alcaligenes eutrophus*.

. Obtención de cobre por biolixiviación de metales a partir de minerales con escasos sulfuros, con el empleo de la bacteria *Acidithiobacillus ferrooxidans*.

7. Microorganismos y alimentos

Los alimentos representan la principal fuente de nutrición de los seres vivos, en el que se pueden tener de forma natural u orgánica, o de forma sintética, sometida a técnicas de elaboración o fabricación, mediante combinaciones de materias primas. Por ser los microorganismos en su mayoría, seres que requieren de elementos nutricionales como el carbono, nitrógeno, hidrógeno, sales minerales y agua, recurren a ocupar ecosistemas que aporten estas necesidades a fin de obtener energía.

Si las condiciones físicoquímicas del medio son idóneas para los microorganismos, estos van a desarrollar conversiones biológicas, manifestadas en la obtención de metabolitos primarios y/o secundarios, que van a repercutir en la calidad del producto final,

bien sea para un beneficio, un perjuicio, un deterioro o un perjuicio junto a deterioro, en función a sus exo y endoenzimas para la degradación del sustrato.

La microbiología de alimentos estudia todos estos cambios para el aprovechamiento industrial de estos metabolitos en la población, o para evitar la proliferación de los mismos. De allí surge la necesidad de que la microbiología de alimentos proporcione los conocimientos adecuados, porque de esta forma se tendría:

- Control de los alimentos en la aplicación de técnicas de inhibición y/o destrucción de flora microbiana para prolongar la vida útil de los productos y así dar mayor oportunidad de ser comercializarlo, sin o con pocos cambios organolépticos y sensoriales, manteniendo sus condiciones nutricionales.
- Aprovechamiento de materias primas en oficio a su transformación por agentes microbiológicos, para utilizarlos en la satisfacción de necesidades energéticas en una población.
- Estudiar la carga microbiana de los alimentos para garantizar inocuidad de los mismos y así decidir si están aptos para ser utilizados como materias primas o como productos finales, sin representar peligro alguno para el consumidor.
- Desde el punto de vista sanitario, los alimentos pueden ser vehículos de infecciones (ingestión de microorganismos patógenos) o de intoxicaciones (ingestión de toxinas producidas por microorganismos) graves. En este sentido se han desarrollado las técnicas de control microbiológico de alimentos, dado que muchas veces la causa de la contaminación del mismo se debe a medidas higiénicas inadecuadas en la producción, preparación y conservación; lo que facilita la presencia y el desarrollo de microorganismos que producto de su actividad y haciendo uso de las sustancias nutritivas presentes en éste, lo transforman volviéndolo inaceptable para la salud humana.

8. Microbiología y calidad

Cuando se induce a la calidad de un producto, se hace referencia a la aptitud que este tiene para ser utilizado o consumido sin representar peligro alguno de enfermedad e intoxicación alimentaria (ETA). Es así como la microbiología como ente de calidad de los productos orienta a las organizaciones que intervienen en la cadena alimentaria a hacer monitoreos de los agentes etiológicos presentes durante las etapas de recepción de materias primas, productos en proceso y terminados, incluyendo almacenamiento, distribución y despacho, para que se minimicen las poblaciones de ellos y así reducir los casos de ETA en las comunidades.

Por ello esta ciencia incorpora técnicas de determinación tradicional y rápida de microorganismos, para así conocer los géneros influyentes, las cantidades de ellos, los metabolitos desarrollados en su etapa de crecimiento y los cambios ocasionados en el sustrato. De esta manera se pueden hacer comparaciones con las normas nacionales e internacionales para saber si está apto o no para su consumo, bien sea como materia prima o como producto terminado, en función a los estándares de calidad exigidos por las mismas. Dentro de las normativas de índole internacional y nacional se tienen:

a. La Comisión del Codex Alimentarius: Es un órgano intergubernamental conjunto de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la OMS, integrado por 185 estados miembros y una organización miembro (la UE), nacido en 1963, con la finalidad de crear normas alimentarias internacionales, destinadas a proteger la salud de los consumidores y asegurar la aplicación de prácticas comerciales justas. Establece normas alimentarias para que sean más sanas para los consumidores y asegura prácticas más justas en el comercio mundial de alimentos, cada vez mayor, en beneficio de los agricultores y otros productores de alimentos.

b. ISO 22000: Es una norma internacional que define los requisitos que debe cumplir un sistema de gestión de seguridad alimentaria para asegurar la inocuidad de los alimentos a lo largo de toda la cadena desde la "granja hasta el tenedor". Combina elementos claves

reconocidos normalmente para garantizar la Seguridad Alimentaria en toda la cadena alimentaria, incluyendo los siguientes beneficios:

- Introducir procesos reconocidos internacionalmente en la empresa.
- Facilitar el cumplimiento de la legislación con su aplicación.
- Ofrecer a proveedores y partes interesadas confianza en sus controles de riesgos, de seguridad alimentaria mediante programas de requisitos previos y planes HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point).
- Controlar de forma eficiente y dinámica los riesgos para la seguridad alimentaria, estableciendo dichos controles en su cadena de suministro. Mejora continua y actualización del sistema de gestión de Seguridad Alimentaria.
- Proporcionar confianza en los consumidores, comunicación interactiva y gestión de sistemas.

c. Organización Mundial de la Salud (OMS): Es un organismo, nacido en 1948, compuesto por 194 miembros, que brinda asesoramiento científico independiente de índole internacional acerca de los peligros microbiológicos y químicos. Ese asesoramiento sirve de base al Codex para elaborar normas alimentarias internacionales. Es además un organismo de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), especializado en gestionar políticas de prevención, promoción e intervención de la salud en el ámbito mundial.

d. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO): Es un organismo especializado de la ONU que dirige las actividades internacionales encaminadas a erradicar el hambre. Tiene la secretaría de dos importantes organizaciones de establecimiento de normas, reconocidas por el Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial del Comercio (OMC): el Codex Alimentarius, para la inocuidad de los alimentos; la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), para la salud vegetal.

e. Comité Venezolano de Normas Industriales (COVENIN): Es una asociación civil sin fines de lucro con personalidad jurídica y patrimonio propio, fue creada en 1973 con el fin

de desarrollar en Venezuela las actividades de normalización y certificación en todos los sectores industriales y de servicios, y de formar talentos humanos en dichas especialidades. Este comité estableció los requisitos mínimos para la elaboración de procedimientos, materiales, productos, actividades y demás aspectos que estas normas rigen. En esta comisión participaron entes gubernamentales y no gubernamentales especialistas en un área. A partir del año 2004, las actividades desarrolladas por este comité pasan a ser ejecutadas por el Fondo para la Normalización y Certificación de Calidad (FONDONORMA).

f. Servicio Autónomo Nacional de Normalización Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos (SENCAMER): Es una institución pública encargada de proponer, organizar y ejecutar las Políticas del gobierno nacional de conformidad a la Ley del Sistema Venezolano para la Calidad y la Ley de Metrología. La microbiología juega un papel fundamental en este organismo dado que informaría sobre el cumplimiento o no de los productos en cuanto a los rangos establecidos en las normativas nacionales e internacionales de presencia de agentes biológicos diminutos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- FAO y Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). 2014. Opportunities for economic growth and job creation in relation to food security and nutrition [en línea]. Roma, FAO. [Consultado el 24 de abril de 2019]. <http://www.fao.org/3/a-bt682e.pdf>.
- Forsythe, S. (2010). Alimentos seguros: Microbiología. (3ra. Ed). Editorial Acribia, S.A. España: Zaragoza.
- ISO-22000. (2005). Sistemas de Gestión de la Inocuidad de los Alimentos (1ra. Ed). Norma Internacional. Pp 1- 36.
- Losada, S. (2001). La gestión de la seguridad alimentaria. (1ra. Ed). Editorial Ariel, S.A. España: Barcelona.
- Narváez, S; Gómez, M y Martínez, M. (2008). Selección de bacterias con capacidad degradadora de hidrocarburos aisladas a partir de sedimentos del Caribe colombiano.

- Instituto de Investigaciones Marinas (INVEMAR). Trabajo de investigación publicado. Boletín INVEMAR. 37(1). 61 – 75. Colombia: Santa Marta.
- OMS. (2017). Together on the road to universal health coverage: a call to action. (WHO/HIS/HGF/17.1) [en línea]. Ginebra (Suiza). [Consultado el 24 de abril de 2019]. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/258962/WHO-HIS-HGF-17.1-eng.pdf?sequence=1>
- Peña, C y Quirasco, M. (2014). ¿Wnzimas en los alimentos? Bioquímica de lo comestible. Rev. Digital Universitaria. Universidad Autónoma de México. Vol. 15; N° 12. México: DF.
- Thieman, W y Palladino, M. (2010). Introducción a la biotecnología. (2da. Ed). Pearson Educación, S.A. España: Madrid. p. 24.
- Toalombo, R. (2012). Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos aplicados en el cultivo de cebolla (*Allium fistulosum*). Trabajo de investigación no publicado. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador: Cevallos.