



La Neutrosofía para el análisis de las enfermedades de transmisión alimentaria en el contexto de cambio climático global

Marcos Vera Mendoza¹, Javier Reyes Solórzano², Andrés Miranda Ledesma³

^{1,2,3}Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí. Ecuador. E-mail: javierreyes79@hotmail.com

Resumen. Las consecuencias potenciales del cambio climático sobre la seguridad alimentaria a nivel global son revisadas. Especial énfasis es hecho en las enfermedades de transmisión alimentaria y su probable incidencia en el mundo subdesarrollado. Con este fin, se hace una amplia revisión de estudios publicados sobre esta temática en la literatura especializada y donde la interacción entre los alimentos, los patógenos y el medio ambiente juegan un rol fundamental. Se incluyen además algunos de los elementos culturales, mitos y creencias, que pueden incidir de una manera negativa en la seguridad alimentaria a nivel regional o local. Se proponen elementos que pueden contribuir al desarrollo de una cultura higiénico-sanitaria en la producción, elaboración y consumo de los alimentos, un elemento esencial en los planes de acción gubernamentales para enfrentar y/o mitigar los efectos asociados a este complejo fenómeno en el futuro inmediato. Por tal motivo en el presente trabajo se propone como objetivo analizar elementos que pueden contribuir al desarrollo de una cultura higiénico-sanitaria en la producción, elaboración y consumo de los alimentos a través de la Neutrosofía y en particular de los modelos de recomendación para apoyar la toma de decisiones gubernamentales y disminuir las afectaciones del cambio climático en el contexto alimentario.

Palabras Claves: Cambio climático, enfermedades de transmisión alimentaria, seguridad alimentaria, Neutrosofía, toma de decisiones.

1 Introducción

Las enfermedades de transmisión alimentaria (ETA) constituyen uno de los principales problemas de salud a nivel mundial. De acuerdo con la OMS, los perjuicios asociados a las ETA son comparables a los causados por las enfermedades de transmisión sexual (VIH/ETS), las Tuberculosis (TB) o la Malaria [1] en correspondencia con el mismo estudio, los países subdesarrollados muestran los peores indicadores siendo la población infantil (por debajo de 5 años) las más vulnerable.

Por otro lado, además del impacto directo a la salud y a la calidad de vida, las ETA también inciden negativamente en la economía [2,3] las pérdidas por invalidez laboral a nivel global son considerables reduciendo de manera significativa la productividad del trabajo por este concepto [3], en el caso particular de los países de escasos recursos las pérdidas económicas asociadas a las ETA pueden ser aún mayores. La emergencia de brotes de ETA suele impactar negativamente la producción y comercialización de alimentos, tanto de origen vegetal como animal [4-6] el turismo es otra de las actividades económicas extremadamente sensibles a la aparición de enfermedades de origen alimentario. Una seguridad alimentaria y sanitaria que garantice la inocuidad de los alimentos, no solo en las instalaciones hoteleras sino en todo el país, puede proveer un entorno favorable para el desenvolvimiento exitoso de esta actividad. Tengamos en cuenta que la industria turística representa la principal fuente de ingreso para la mayoría de las pequeñas naciones insulares en el mundo



y en particular, para aquellas situadas en el área del Caribe.

Lamentablemente, se prevé que a consecuencia del cambio climático global ocurra una reducción considerable de la disponibilidad y calidad de los alimentos [5,7,8]. Además del descenso de las producciones agrícolas por el cambio de las principales variables climáticas (temperatura, humedad, régimen de lluvias, etc.), desde el punto de vista sanitario, el calentamiento global presupone importantes riesgos tanto en la calidad como en la inocuidad de los alimentos, un hecho que puede agravar de manera notable los indicadores de salud en los países subdesarrollados y limitar su desenvolvimiento económico [9,10]. Durante las próximas secciones discutiremos algunas proyecciones sobre la evolución potencial de las ETA en el contexto del cambio climático. Adicionalmente, esbozaremos algunos elementos claves que pueden contribuir a promover buenas prácticas y una cultura higiénico sanitaria durante la producción, manipulación y consumo de los alimentos en correspondencia con los requerimientos de este nuevo escenario.

1.1. Alteraciones del clima, principales cambios biogeoquímicos y los riesgos de padecer ETA

El cambio climático global constituye uno de los retos más importantes para la humanidad durante las próximas décadas. Caracterizado por un incremento sostenido de la temperatura media del planeta, este complejo fenómeno alterará la mayor parte de los procesos, tanto abióticos como bióticos, que ocurren naturalmente en la superficie de nuestro planeta. Como consecuencia del calentamiento, se calcula un aumento apreciable del nivel del mar, un hecho que tendrá consecuencias nefastas para pequeños países insulares [11] se estima, que un número importante de estas islas podría desaparecer completamente. Además de las pérdidas económicas directas, asociadas fundamentalmente a la pérdida de playas de atractivo turístico, la sobre-elevación del mar contribuirá a incrementar la intrusión salina y la consecuente salinización de los suelos, un hecho que impactará negativamente en el potencial agrícola de estas naciones [12]. Por otro lado, varios estudios sugieren que el cambio climático afectará de manera notable los patrones de distribución de lluvias induciendo grandes asimetrías, por un lado, regiones con precipitaciones excesivas, por el otro, regiones donde prácticamente no llueve [11] a su vez, se estima un incremento de la intensidad de los eventos meteorológicos extremos asociados al sobrecalentamiento del mar entre los que se encuentran los tornados, las tormentas locales y los ciclones tropicales [11, 13] de igual manera, el cambio climático puede reforzar los efectos nocivos de fenómenos periódicos como El Niño, incrementando los riesgos de lluvias intensas e inundaciones en países como Ecuador, Colombia o Perú, así como la persistencia de sequía extrema en varias islas del Caribe incluyendo Cuba [12,14,15].

Desde el punto de vista sanitario, se estima que el cambio climático afectará negativamente los indicadores de salud a nivel global. Numerosos estudios sugieren un incremento notable de las enfermedades infecciosas por este concepto [16-19], sin embargo, es importante tener en cuenta que no todas las naciones recibirán dicho impacto de manera similar. Es de suponer que, carentes de infraestructura y con una condición higiénico-sanitaria generalmente deficiente, sobre las naciones subdesarrolladas recaerán las mayores afectaciones.

En este estudio, en particular, discutiremos como los cambios en las condiciones climáticas podrían incentivar la proliferación de las ETA. El estudio de estas tendencias podría ser clave en la concepción de estrategias y proyecciones de salud durante las próximas décadas. Tengamos en cuenta que, en la actualidad, las ETA representan uno de los principales desafíos de salud para el mundo subdesarrollado [4,5,10,20].

1.2. Las enfermedades de transmisión alimentarias en un clima cambiante

Se estima que el cambio climático incidirá de forma negativa sobre la seguridad alimentaria a nivel global [1,21-23] con el incremento de la temperatura, se favorece el desarrollo de microorganismos, entre los que se encuentran los patógenos. Las variaciones bruscas del clima también pueden incentivar la virulencia de algunos estos microorganismos, que anteriormente no representaban un riesgo significativo para la salud. De igual



forma, las altas temperaturas favorecen la rápida descomposición de los alimentos y el desarrollo de patógenos, un problema que debe exacerbarse en las regiones tropicales y ecuatoriales. Por otro lado, es cada vez más común encontrar reportes en la literatura de alimentos contaminados por cepas resistentes a una amplia variedad de antibióticos, [17, 24-26] lo que dificulta el tratamiento efectivo de dolencias provocadas por esta causa.

Sin embargo, pese a los esfuerzos realizados en esa dirección, resulta extremadamente difícil estimar el impacto real que tendrá el cambio climático sobre la salud alimentaria [17] en general, la organización mundial de la salud estima un incremento significativo de las enfermedades infecciosas durante las próximas décadas por este concepto y donde las enfermedades de transmisión alimentaria deben tener una contribución importante [19] se supone que un clima más cálido facilitará un aumento en el número de vectores potenciales favoreciendo la dispersión más rápida de los patógenos a nuevas regiones [17] en el caso de los países subdesarrollados, esta situación será agravada por las malas prácticas agrícolas, la insalubridad y la falta de una cultura alimentaria adecuada [5, 10] por otro lado, el impacto de los eventos meteorológicos extremos actuará como un catalizador de muchas de estas infecciones, tanto las alimentarias como las de origen hídrico. Recordemos, por ejemplo, los brotes de cholera en Cuba tras el paso del huracán Sandy en 2012, una situación que se repite en los países más pobres como Haití y varios países del continente africano.

Según estudios recientes, no todos los patógenos tendrán la misma incidencia ante los cambios de las condiciones climáticas [22] entre los patógenos con más oportunidades para su desarrollo en un clima cada vez más cálido y húmedo se encuentran la salmonella, campylobacteriosis, la cryptosporidiosis, la escherichia coli, la giardiasis y los no-cholera vibrio. Se incluyen a la lista de los patógenos potencialmente exitosos un número importante de especies de hongos, fundamentalmente de los géneros *Fusarium*, *Aspergillus* y *Penicillium* [7, 8, 27] así como una amplia variedad de micro algas adaptadas tanto a hábitats marinos como a reservorios de agua dulce. (18, 28-30) El cambio climático también puede afectar profundamente las relaciones hospedero-huésped que establecen mucho de estos patógenos en estos ecosistemas [31].

1.3. El caso de las intoxicaciones alimentarias

Uno de los aspectos más preocupantes asociados al cambio climático es el posible incremento de las intoxicaciones alimentarias inducidas por patógenos. En estos casos, a diferencia de las variantes infecciosas, la intoxicación es consecuencia de la acumulación de toxinas asociadas a la actividad del patógeno sobre el alimento y no su influencia directa sobre el organismo. Las intoxicaciones alimentarias pueden estar asociadas a una amplia variedad de microorganismos. Entre los más conocidos se encuentran *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus* (cepas productoras de la toxina emética) y *Staphylococcus aureus* [32].

En el caso particular de la producción de cereales, se estima que, con el incremento esperado de la temperatura, los riesgos de contraer intoxicaciones alimentarias por la ingestión de estos alimentos se incrementen de manera notable [8, 21, 33] el incremento de la toxicidad en estos casos se asocia a la acumulación de micotoxinas, fundamentalmente en forma de aflatoxina [34, 35] debido a la infestación de estos cultivos por una amplia variedad de especies de hongos entre los que se encuentran el *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*. Las potencialidades de estas especies para adaptarse a un clima más cálido y húmedo aumentan las posibilidades de su diseminación a gran escala. Es importante tener en cuenta, además, que las toxinas pueden transmitirse a través de la cadena alimentaria hasta afectar a los humanos [29, 33, 36] si consideramos que los cereales también constituyen una de las bases para la alimentación animal, es obvio que el peligro de intoxicación por estos compuestos se incrementa. Los perjuicios a la salud por la ingestión de alimentos contaminados por micotoxinas suelen ser diversos. La mayoría de estos compuestos son cancerígenos, hepatotóxicos, capaces de causar daños dermatológicos y desórdenes reproductivos entre otras dolencias [7, 27] en el caso particular de la aflatoxina, la ingesta elevada de alimentos contaminados por esta causa puede provocar edemas, daños al hígado, hemorragias e incluso, la muerte [7, 8, 33, 37] la combinación de estos factores hace que la contaminación por micotoxinas sea considerada, no solo como uno de los principales retos en la producción de cereales, sino, también como una de las mayores amenazas para la



seguridad alimentaria que enfrentará la humanidad durante las próximas décadas. En el caso particular de América Latina, la contaminación por micotoxinas puede afectar severamente la producción de arroz y maíz, [8, 33, 38] consideradas como las principales bases de la alimentación en estas regiones. En el caso de las pequeñas producciones locales, los riesgos de intoxicación pueden ser notablemente superiores al no existir un control fitosanitario adecuado de estas plantaciones, ni las mejores condiciones para la conservación de las cosechas. En este sentido, las comunidades pobres y los pueblos originarios serían lo más vulnerables de no tomarse acciones concretas con este fin.

Otras de las formas de intoxicación asociadas directamente al calentamiento global lo constituyen los afloramientos de algas tóxicas, [30], un fenómeno que ocurre tan-to en ambientes marinos como acuáticos. El incremento de la temperatura, tanto en la superficie del planeta como en el océano, con veranos cada vez más cálidos y prolongados, han incrementado de manera sustancial el número de estos eventos perjudiciales reportados [18, 28, 30].

En el caso marino, el incremento de algas tóxicas incrementa notablemente el riesgo asociado al consumo de alimentos del mar [28, 30] conocidas muchas veces como mareas rojas por la coloración típica de algunas de estas algas, estos eventos afectan seriamente la salud de los ecosistemas marinos donde la contaminación se propaga entre las diferentes especies a través de la cadena alimentaria. Para algunas especies en particular el riesgo de estar contaminadas es aún mayor. Por ejemplo, en estas categorías se encuentran los organismos filtradores del agua como pueden ser las almejas y los mejillones [28, 39] los síntomas de estas intoxicaciones incluyen parálisis y brotes diarreicos que pueden llegar a ser graves en pacientes que no reciban tratamiento médico adecuado. Por otro lado, se estima que los riesgos de enfermar por ciguatera, una de las enfermedades más extendidas en ambientes marinos, crezca significativamente con el aumento de la temperatura del océano afectando un número importante de especies que van desde una importante variedad de peces hasta los mariscos [40] una característica bastante común en las intoxicaciones provocadas por estas fitotoxinas es que al ser muchas de ellas termo-resistentes, no pueden ser eliminadas mediante la cocción, una característica que las hace aún mucho más peligrosas [29].

Para las pequeñas comunidades costeras, la contaminación por estas toxinas, además de limitar la entrada de una fuente importante de nutrientes en la dieta e incrementar los riesgos de enfermar [41] puede impactar seriamente su economía. Recordemos que una buena parte de estas especies tienen una importancia económica adicional como es el caso de los camarones y las langostas,preciado por su alto valor en el mercado.

Algo similar a lo anterior ocurre con los afloramientos de algas tóxicas en los sistemas de agua dulce [18, 39] sin embargo, además del daño ecológico y alimentario que presupone, el incremento de estos microorganismos también puede comprometer la calidad del agua. Recordemos que muchos de estos sistemas, fundamentalmente los grandes lagos, constituyen una fuente importante de alimento y de agua potable para las poblaciones asentadas en su cercanía. El incremento de toxinas asociadas a la actividad de estas algas, generalmente cianobacterias, puede afectar la calidad del agua haciéndola no apta para el consumo humano o limitar su empleo en la agricultura [18] es importante destacar que, además del incremento de la temperatura, el uso excesivo de fertilizantes o la contaminación con aguas albañales también pueden propiciar el desarrollo de estos organismos patógenos [18, 30] tal comportamiento alerta la necesidad de mantener una disciplina y normas de manejo estrictas para estos sistemas que permitan minimizar los perjuicios causados por este tipo de eventos [42] lamentablemente, no siempre es posible establecer un moni-toreo adecuado de las aguas ni garantizar un uso adecuado de estos recursos vitales, una actividad donde el trabajo comunitario pudiera jugar un papel significativo. Tengamos en cuenta que la calidad del agua suele ser un factor crítico en el proceso de producción, elaboración y manipulación de alimentos. Un parte considerable de los brotes de ETA reportados a nivel mundial se debe, directa o indirectamente, a la utilización de agua contaminada en alguna etapa del proceso [43].



1.4. Por una cultura higiénico-sanitaria en la alimentación adecuada ante el cambio climático: elementos para una estrategia

1.4.1 Una promoción de salud más efectiva: el enemigo invisible

Uno de los problemas fundamentales que favorece el desarrollo de las ETA es la poca percepción de riesgo. La situación tiende aún a ser mucho más desfavorable en el contexto de los países pobres donde, salvo en pocos casos, los cuadros clínicos clásicos como diarreas o vómitos no son relacionados directamente como una manifestación de una enfermedad de transmisión alimentaria específica. Como generalidad, ante la falta de ensayos clínicos apropiados, los brotes de ETA quedan asociados a causas inespecíficas, un hecho que atenta negativamente en la creación de una cultura adecuada en la población y, por ende, a un desconocimiento sistemático de los principales riesgos (agentes patógenos, bacterianos, virales, parasitarias o contaminantes químicos, etc.) a que la población de determinada región se encuentra expuesta. También, el llamado silencio epidemiológico, una práctica que ha existido con respecto a otras enfermedades como el dengue [44] tiende a re-forzar dichas carencias al sugerir la existencia de un entorno higiénico-sanitario y epidemiológico mucho más favorable que el real. Un manejo ágil de la información puede ser determinante en brotes de cholera, enfermedad de rápida propagación y que suele tener consecuencias mortales en muchos de los países subdesarrollados.

Otro de los factores que conspira contra una adecuada percepción del riesgo en el caso de las enfermedades de transmisión alimentaria es el carácter microscópico de la mayoría de los agentes patógenos. Tengamos en cuenta que, exceptuando algunos parásitos en estado adulto, la mayoría de estos agentes no son visibles a simple vista. Por ejemplo, con dimensiones del orden de los micrómetros las bacterias precisan de un microscopio óptico, los virus de un microscopio electrónico mientras la contaminación por agentes químicos suele inferirse solo a partir de ensayos y de-terminaciones analíticas muy específicas. Esta es una de las causas que más incide en la carencia de una adecuada higiene personal y que no ha sido debidamente identificada en los spots y material educativo de promoción de salud. Nótese que la visualización del riesgo responde más a un aspecto psicológico de la percepción humana y la importancia que le conferimos a lo que somos capaces de ver directamente con nuestros ojos. La visualización de los patógenos como vía de incrementar la percepción del riesgo es un elemento que puede incorporarse coherentemente dentro de otras estrategias de promoción mucho más elaboradas [45].

Otro aspecto muy ligado con el anterior y que también impacta muy negativamente durante el proceso de manipulación de los alimentos es el desconocimiento de la microbiología de nuestro cuerpo. La mayor parte de la población desconoce que muchos agentes altamente patógenos pueden cohabitar normalmente en el cuerpo humano sin causar dolencias. Por ejemplo, varios estudios sobre las ETA muestran que en muchas ocasiones los patógenos presentes fueron transferidos directamente del manipulador gracias a un manejo deficiente [4, 46-49].

En este sentido, además de los cursos y la capacitación adecuada a los manipula-dores de alimentos, [5, 10, 50] los centros de enseñanza pueden jugar un papel importante en esta actividad [45] la inclusión de algunos elementos de higiene y manipulación de los alimentos entre los contenidos de la enseñanza primaria y secundaria puede ser un componente decisivo en la formación de una cultura adecuada. De igual manera, el estudio de algunos de los patógenos más comunes y sus principales consecuencias para la salud podría enfatizarse de manera más coherente en los programas de ciencias naturales en general y en la enseñanza de la Biología en particular.



1.4.2 Mitos y realidades en la manipulación de alimentos

Establecer una cultura adecuada en la manipulación de alimentos implica desmitificar el uso de ciertas prácticas consideradas usualmente como correctas. Examinemos algunas de las creencias más comunes:

- La cocción es una garantía de inocuidad: Usualmente se considera que una adecuada cocción es capaz de garantizar la inocuidad de los alimentos. Sin embargo, si bien es cierto que la cocción juega un papel fundamental en el proceso de elaboración de los alimentos, esto no es necesariamente válido en todos los casos. Si la calidad de los alimentos crudos ha sido comprometida por diferentes causas, la cocción por sí misma puede no garantizar la inocuidad del alimento elaborado. Por ejemplo, muchas de las toxinas producidas por diferentes patógenos en los alimentos pueden ser termo-resistentes [28, 29] Además, muchas de las esporas pueden soportar altas temperaturas por periodos de tiempo relativamente altos. Por otro lado, la cocción tampoco es capaz de evitar los efectos nocivos asociados a la contaminación por metales pesados y otros agentes químicos. Es por esta razón que un control adecuado del estado de los alimentos crudos, así como una adecuada conservación previa puede ser crucial para preservar una salud alimentaria.
- La preservación de alimentos congelados: La situación es similar al de la cocción. Es común asumir que los alimentos congelados, generalmente cárnicos, pueden ser conservados por largos periodos de tiempo sin afectar de manera notable sus propiedades ni introducir riesgos importantes para la salud. Sin embargo, hay varios elementos que deben ser considerados para considerar un alimento congelado como seguro. En primer lugar, similar al caso de la cocción, es preciso que los alimentos sean frescos y no muestren signos de contaminación. Sin embargo, esta condición por sí sola puede resultar insuficiente para asegurar una preservación adecuada. Usualmente, existe un retardo notable entre el tiempo en que se introducen los alimentos y el tiempo que demoran en alcanzar el estado de congelación, un hecho que puede ser más notable cuando se añaden volúmenes considerables de alimentos en cámaras de refrigeración. Durante todo este periodo, que puede alcanzar en algunos casos varias horas, los alimentos pueden descomponerse de manera significativa alterando sus propiedades. Por otro lado, no necesariamente alcanzar el estado de congelación garantiza una preservación óptima en todos los casos. De manera general, la temperatura debe ajustarse en correspondencia con el tipo de alimento. Los problemas asociados al mal manejo de la refrigeración pueden ser una de las causas más importante de brotes de ETA, sobre todo en los sistemas industriales. De igual forma, los riesgos de contaminación cruzada, cuando se almacenan alimentos de diferente naturaleza sin tener las condiciones adecuadas suele ser otro de los problemas más comunes en las cámaras de climatización, operen en estado de congelación o no [51]
- Sacrificio de animales saludables: Quizás el primerio criterio que se tiene en cuenta para sacrificar un animal productor de carne es su estado de salud general. Animales que no muestren signo alguno de deterioro o enfermedad suelen ser considerados como aptos en la producción de carne y otros productos derivados. Sin embargo, un buen estado clínico no garantiza totalmente la no infección por patógenos. Por ejemplo, los cerdos son solo susceptibles a enfermarse por unas pocas especies de Salmonella, aunque pueden portar otras particularmente patógenas para el hombre. Esta característica peculiar hace que el número de casos de contaminación por Salmonella asociados al consumo de productos porcinos alcance valores significativos, comparable en no pocos casos a los asociados al consumo de carne de aves y huevos [32].



- La fiabilidad de las fuentes de abasto de agua: La disponibilidad de agua potable es un elemento fundamental esencial en la producción y posterior manipulación de los alimentos. En general, la limitada disponibilidad de fuentes de agua potable constituye uno de los principales problemas de la humanidad y uno de los que más incide en la proliferación de las ETA. Como ya hemos mencionado con anterioridad, los recursos hídricos serán uno de los más vulnerables con el cambio climático, de ahí de redoblar los esfuerzos tanto en establecer un uso racional, como velar por un control sanitario estricto de estas fuentes. En muchos casos, por generaciones se han empleado determinados pozos para estos fines sin incurrir en brotes de ETA. Sin embargo, la potabilidad de las fuentes de abasto, considerada generalmente como seguras, puede ser alterada por diferentes factores. En algunos casos, la pérdida de potabilidad puede estar provocada por un manejo inadecuado de la misma [52] las heces de animales, el vertimiento de aguas albañales, la acumulación de productos conteniendo metales pesados u otros químicos puede contaminar severamente estas fuentes, un proceso que puede perdurar por varios años. En el caso particular de Cuba, con el incremento de los equipos eléctricos autónomos (bicicletas, laptops, teléfonos celulares entre otros dispositivos electrónicos) se ha incrementado considerablemente el número de baterías que se desechan anualmente sin el debido control. Ten-gamos en cuenta que estos dispositivos, constituidos por metales como el plomo, el mercurio, el cadmio y más recientemente por el litio se arrojan directamente con otros desechos sólidos sin una debida clasificación, representando una seria amenaza al medio ambiente, un hecho que de por sí, necesita de una revisión urgente [53-56] es obvio que los riesgos de contaminación pueden exacerbarse con la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos capaces de provocar lluvias torrenciales e inundaciones, una tendencia que deberá incrementarse según la temperatura media del planeta sea mayor.

De los aspectos antes señalados, existen otro importante número creencias acerca de las prácticas alimentarias que tienen un carácter mucho más regional o local, motivado en muchas ocasiones por las formas tradicionales de vida en estas localidades. Entre las más riesgosas se encuentran el consumo de productos cárnicos crudos o semi crudos, una tendencia que suele ser más común en comunidades costeras o asentadas al margen de grandes ríos. El carácter local de las tradiciones alimentarias implica la necesidad de realizar una atención particularizada identificando en cada caso los factores de mayor riesgo. Una promoción de salud de esta naturaleza, aunque impulsada y supervisada por las instituciones de salud, debe constar con el apoyo de todos los actores locales, tanto gubernamentales como sociales. En países como Cuba, con programas de salud preventiva, la labor del médico y la enfermera de la familia pueden jugar un papel fundamental para llevar con éxito esta actividad.

1.5 La pobreza, el cambio climático y los riesgos de padecer ETA

La pobreza es uno de los factores que más puede acentuar los perjuicios asociados al cambio climático en los países subdesarrollados [9] la pobreza, como una consecuencia de las altas tasas de inequidad social, hace a un importante sector de la población de estos países particularmente vulnerables antes las contingencias del cambio climático. Tengamos en cuenta que una buena parte de estas comunidades y asentamientos humanos se localizan en regiones (costeras o próxima a grandes ríos) que pueden recibir el impacto directo del cambio climático. Es importante considerar, además, que una buena parte de los alimentos que se consumen se producen



in situ vendiéndose directamente sin un control sanitario adecuado [5].

Una situación similar ocurre con muchas comunidades suburbanas [57] asentamientos que han crecido espontáneamente en la periferia de las grandes ciudades (favelas u otros asentamientos similares). Carentes de un diseño funcional y arquitectónico, dichas comunidades no suelen constar con las condiciones higiénico sanitarias básicas para garantizar un estado de adecuada salud. Usualmente, no se cuentan con suministros de agua potable, recogida de desechos sólidos o sistemas de drenaje un hecho que favorece, tanto la contaminación alimentaria directa, como la transmitida por vectores. Lamentablemente, en estas comunidades es donde más se practica el comercio informal de alimentos, la mayor parte de las veces en la calle. Varios estudios confirman los altos niveles de contaminación en los alimentos expendidos en esta forma de comercio [5,49] entre las causas más comunes se encuentran, por un lado, la carencia de normas higiénico sanitarias básicas y de buenas prácticas en la manipulación; por el otro lado, el estado deficiente de la materia prima utilizada en la elaboración. Entre las prácticas más riesgosas se encuentran la reutilización del agua, el recalentamiento, el vertimiento de los desechos en el mismo lugar, la carencia de utensilios adecuados para la manipulación y una higiene personal deficiente [9, 49].

La necesidad de proveer una seguridad y salud alimentaria para los pobladores de estas comunidades constituye otras de las grandes problemáticas de salud pendientes a resolver en el caso latinoamericano, una situación que tenderá a agudizarse como consecuencia del cambio climático. Tengamos en cuenta que la incidencia de las ETA no puede verse desligada de otros indicadores de salud. Por ejemplo, el impacto de una malnutrición crónica, un hecho común en estos asentamientos pobres, hace mucho más susceptible el incremento de brotes de ETA y la emergencia de complicaciones graves, una tendencia que se hace más acentuada entre los grupos etarios más vulnerables, en este caso los niños y los ancianos.

2 Materiales y métodos

Basado en los elementos descritos sobre el proceso de transmisión de enfermedades por vía alimentaria en el contexto del cambio climático global, se emplea la Neutrosofía para analizar los elementos relativos a la cultura higiénico – sanitaria en la producción, elaboración y consumo de los alimentos para apoyar la toma de decisiones gubernamentales y disminuir las afectaciones del cambio climático en el contexto alimentario. El empleo de la Neutrosofía en el presente trabajo es a través de un modelo de recomendación útil en el proceso de toma de decisiones por proporcionar un conjunto de opciones necesarias que satisfacen las expectativas requeridas [58].

El modelo de recomendación que se propone, se basa en el conocimiento que se adquiere del problema a resolver, para una mayor interpretabilidad de los elementos descritos sobre el proceso de transmisión alimentaria en el contexto del cambio climático global, se utilizan los números neutrosóficos de valor único y son representados mediante términos lingüísticos. El análisis de los elementos relativos a la cultura higiénico – sanitaria en la producción, elaboración y consumo de los alimentos se representa por X que es el un universo de discurso, donde los números neutrosóficos de valor único se representan como A sobre X , los que en su conjunto conforman un objeto, representados a través de la ecuación 1.

$$A = \{(x, u_A(x), r_A(x), v_A(x)): x \in X\}d \quad (1)$$

Donde:

$u_A(x): X \rightarrow [0,1]$, $r_A(x) : X \rightarrow [0,1]$ y $v_A(x): X \rightarrow [0,1]$ con $0 \leq u_A(x)+ r_A(x)+v_A(x) \leq 3$ para todo $x \in X$.

Los intervalos $u_A(x), r_A(x), v_A(x)$ representa las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de x en



A , respectivamente. En el presente trabajo los números los números neutrosóficos de valor único se expresan como $A = (a, b, c)$, donde $a, b, c \in [0,1]$, y $a + b + c \leq 3$.

El flujo de trabajo del modelo de recomendación que se propone se basa en las propuestas de [59, 60]. Propuesta que permite representar términos lingüísticos y la indeterminación mediante números neutrosófico de valor único, dicho flujo de trabajo se representa en la Figura 1.

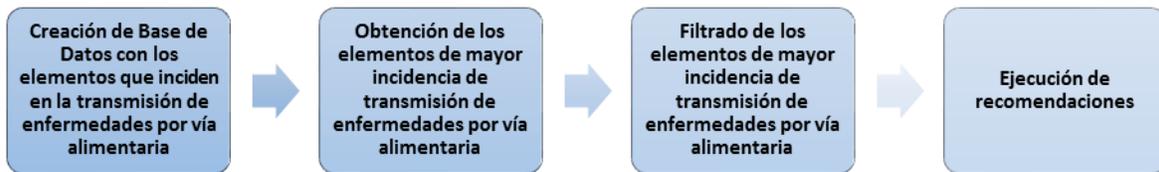


Figure 1: Flujo de trabajo del modelo de recomendación propuesto. Fuente: Elaboración propia.

La descripción detallada del flujo de trabajo del modelo propuesto es presentada a continuación:

✦ **Creación de Base de Datos con los elementos que inciden en la transmisión de enfermedades por vía alimentaria**

Cada elemento que inciden en la transmisión de enfermedades por vía alimentaria se representará por ai y a su vez serán descritas por un conjunto de características que conformarán el perfil de cada elemento, el mismo se representa a través de la ecuación 2.

$$C = \{c_1, \dots, c_k, \dots, c_l\} \tag{2}$$

Para crear la base de datos de los elementos que inciden en la transmisión de enfermedades por vía alimentaria, cada perfil correspondiente a los elementos se obtiene mediante los números neutrosóficos de valor único definidos por [61, 62]. Para ello se tiene:

$A^* = (A_1^*, A_2^*, \dots, A_n^*)$ es un vector de los números neutrosóficos de valor único, tal que $A_j^* = (a_j^*, b_j^*, c_j^*)$ $j = (1, 2, \dots, n)$ y $B_i = (B_{i1}, B_{i2}, \dots, B_{im})$ ($i = 1, 2, \dots, m$) sean m vectores de n números neutrosóficos de valor único tal que $B_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ ($i = 1, 2, \dots, m$), ($j = 1, 2, \dots, n$). Por lo que la distancia euclidiana será el resultado de las B_i y A^* , según refiere [61].

$$d_i = \left(\frac{1}{3} \sum_{j=1}^n \left\{ (|a_{ij} - a_j^*|)^2 + (|b_{ij} - b_j^*|)^2 + (|c_{ij} - c_j^*|)^2 \right\} \right)^{\frac{1}{2}} \tag{3}$$

$(i = 1, 2, \dots, m)$

Del resultado de la distancia euclidiana se define una medida de similitud, tal y como propuso [63]. Al obtener las medidas de similitud es posible analizar cada alternativa A_i , donde mientras más cercana esté del perfil de cada elemento (si) mayor será la similitud, lo que facilita el establecimiento de un orden de los elementos en correspondencia con las alternativas existentes [64]. También el perfil de cada elemento se puede obtener de forma directa a partir de expertos, el mismo se representa a través de la ecuación 4.



$$s_i = 1 - \left(\frac{1}{3} \sum_{j=1}^n \left\{ (|a_j - a_j^*|)^2 + (|b_j - b_j^*|)^2 + (|c_j - c_j^*|)^2 \right\} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

Las valoraciones de las características de los elementos, a_j , serán expresadas utilizando la escala lingüística S , $v_k^j \in S$, donde; $S = \{s_1, \dots, s_g\}$ es el conjunto de término lingüísticos definidos para evaluar las características c_k al utilizar los números neutrosóficos de valor único. Para esto los términos lingüísticos a emplear son definidos. Una vez descrito el conjunto de elementos $A = \{a_1, \dots, a_j, \dots, a_n\}$ el resultado de ellos se guardan en la Base de Datos.

↳ **Obtención de los elementos de mayor incidencia de transmisión de enfermedades por vía alimentaria**

En este paso se obtienen los elementos de mayor incidencia de transmisión de enfermedades por vía alimentaria, esta información se almacena en un perfil de la Base de Datos, el cual se define matemáticamente como se muestra en la ecuación 5.

$$p^e = \{p_1^e, \dots, p_k^e, \dots, p_l^e\} \quad (5)$$

Dicho perfil estará integrado por el conjunto de atributos que son representados matemáticamente como se muestra en la ecuación 6.

$$c_e = \{c_1^e, \dots, c_k^e, \dots, c_l^e\} \quad (6)$$

Donde $c_k^e \in S$

↳ **Filtrado de los elementos de mayor incidencia de transmisión de enfermedades por vía alimentaria**

En este paso se filtran los productos de acuerdo a las características de elementos de transmisión de enfermedades por vía alimentaria, para encontrar cuáles son las de mayor incidencia. Para ello se calcula la similitud entre los elementos de transmisión de enfermedades por vía alimentaria de mayor incidencia, p_e y cada elemento de transmisión de enfermedades por vía alimentaria a_j registrado previamente en la base de datos. Para el cálculo de la similitud total se emplea la ecuación 7.

$$F_{a_j} = \{v_1^j, \dots, v_k^j, \dots, v_l^j\}, j = 1, \dots, n \quad (7)$$

A través de la función S se calcula la similitud entre los valores de los atributos del perfil de los elementos de transmisión de enfermedades por vía alimentaria de mayor incidencia y la de los elementos de transmisión de enfermedades por vía alimentaria, a_j , según refiere [63].



↳ **Ejecutar recomendaciones**

Calculada la similitud entre el perfil de los elementos de transmisión de enfermedades por vía alimentaria de mayor incidencia y la de los elementos de transmisión de enfermedades por vía alimentaria almacenados en la base de datos, procede al ordenamiento de acuerdo a la similitud obtenida. El resultado se representa por el vector de similitud que se muestra a través de la ecuación 8.

$$D = (d_1, \dots, d_n) \tag{8}$$

Los perfiles de mayor similitud serán aquellos, que mayor similitud tengan con los elementos de transmisión de enfermedades por vía alimentaria.

3 Resultados

De la Base de Datos creada con los elementos que inciden en la transmisión de enfermedades por vía alimentaria se tomaron los atributos con mayor similitud y se valoraron a través de la escala lingüística definida por [61]. Las valoraciones se almacenaron por el sistema en la Base de Datos. Se obtuvo la similitud entre los valores de los atributos del perfil de los elementos de transmisión de enfermedades por vía alimentaria de mayor incidencia y la de los elementos de transmisión de enfermedades por vía alimentaria, cuya similitud obtenida se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Similitud obtenida. **Fuente:** Elaboración propia.

| a_1 | a_2 | a_3 | a_4 | a_5 | a_6 |
|--------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------------|
| (Salmonella) | (Campylobacteriosis) | Cryptosporidiosis) | (Escherichia Coli) | (Giardiasis) | (Nocholera vibrio) |
| 0.79 | 0.59 | 0.44 | 0.88 | 0.86 | 0.60 |

De acuerdo con la similitud obtenida se recomienda tener en cuenta los elementos $\{a_4, a_5, a_1, a_6, a_2, a_3\}$. Para el caso de que el sistema recomendara los dos elementos más cercanos y de mayor similitud dado el cambio climático y la variabilidad climática de altas temperaturas y elevada humedad relativa estas serían las recomendaciones: $\{a_4, a_5\}$, es decir se requiere tomar medidas para disminuir brotes de Escherichia Coli y Giardiasis.

Conclusiones

El cambio climático impone serios retos para la seguridad alimentaria a nivel global. El incremento de las ETA es uno de los factores que más puede conspirar contra el desenvolvimiento de los países de escasos recursos agravando, de manera sensible, sus indicadores de salud y calidad de vida.

Al aplicar la Neutrosofía y en particular un modelo de recomendación para el análisis de las enfermedades de transmisión alimentaria en el contexto de cambio climático global, se identificó que se debe tomar medida para disminuir las enfermedades de mayor incidencia por vía alimentaria como la Salmonella,



Campylobacteriosis, Cryptosporidiosis, Escherichia Coli, Giardiasis, Nocholera Vibrio y en particular atender los brotes Escherichia Coli y Giardiasis.

En correspondencia con esta realidad, es imprescindible que todas las instituciones de salud pública establezcan una estrategia adecuada para enfrentar de manera efectiva tal situación, resulta imprescindible, establecer una cultura de buenas prácticas tanto en las instituciones, empresas, pequeños negocios hasta en el hogar ajustada a las nuevas condiciones.

Referencias

- [1] Havelaar AH, Kirk, M.D., Torgerson, P.R., Gibb, H.J., Hald, T., Lake, R.J., Praet, N., Bellinger, D.C., Silva, N.R. de, Gargouri, N., Speybroeck, N., Cawthorne, A., Mathers, C., Stein, C., Angulo, F.J. and Devleeschauwer, B. on behalf of World Health Organization Foodborne Disease Burden Epidemiology Reference Group. World Health Organization global estimates and regional comparisons of the burden of foodborne disease in 2010. PLoS Medicine 2015;12(12).
- [2] Scharff RL. Economic burden from health losses due to foodborne illness in the United States. J Food Protect. 2012; 75:123-31.
- [3] FAO y OPS. Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.2017.
- [4] Guerra MMM, de Almeida AM, Willingham AL. An overview of food safety and bacterial foodborne zoonoses in food production animals in the Caribbean region. Tropical animal health and production. 2016;48(6):1095-108.
- [5] Grace D. Food Safety in Low and Middle Income Countries. International journal of environmental research and public health. 2015;12(9):10490-507.
- [6] Sanders TA. Food production and food safety. BMJ (Clinical research ed). 1999;318(7199):1689-93.
- [7] Medina A, Akbar A, Baazeem A, Rodriguez A, Magan N. Climatechange, food security and mycotoxins: Do we know enough? Fungal Biology Reviews. 2017;31(3):143-54.
- [8] Bhat R, Siruguri V. Mycotoxin food safety risks in developing countries. Food safety in food security and food Trade. Vision 2020 for Food2003.
- [9] Käferstein F. Foodborne diseases in developing countries: aetiology, epidemiology and strategies for prevention. International Journal of Environmental Health Research. 2003;13(sup1): S161-S8.
- [10] Odeyemi OA. Public health implications of microbial food safety and foodborne diseases in developing countries. Food & nutrition research. 2016; 60:29819.
- [11] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Switzerland; 2014.
- [12] Ministerio de Ciencia y Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). Enfrentamiento al Cambio Climático en la República de Cuba: Tarea Vida. Cuba.2017.
- [13] Powell JP, Reinhard S. Measuring the effects of extreme weather events on yields. Weather Climate Extremes. 2016; 12:69-79.
- [14] República del Ecuador. Ministerio del Ambiente. Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012-2025(2012).
- [15] Power S, Delage F, Chung C, Kociuba G, Keay K. Robust twenty-first-century projections of El Niño and related precipitation variability. Nature. 2013; 502:541.
- [16] Baker-Austin C, Trinanés J, Gonzalez-Escalona N, Martínez-Urtaza J. Non-Cholera Vibrios: The Microbial Barometer of Climate Change. Trends in Microbiology. 2017;25(1):76-84.
- [17] Hellberg RS, Chu E. Effects of climate change on the persistence and dispersal of foodborne bacterial pathogens in the outdoor environment: A review. Critical Reviews in Microbiology. 2016;42(4):548-72.
- [18] Manning SR, Nobles DR. Impact of global warming on water toxicity: cyanotoxins. Current Opinion in Food Science. 2017; 18:14-20.
- [19] Wu X, Lu Y, Zhou S, Chen L, Xu B. Impact of climate change on human infectious diseases: Empirical evidence and human adaptation2015. 14-23 p.



- [20] Torres AG. Escherichia coli diseases in Latin America—a ‘One Health’ multidisciplinary approach. *Pathogens and Disease*. 2017;75(2): ftx012-ftx.
- [21] Medina A, Akbar A, Baazeem A, Rodriguez A, Magan N. Climate change, food security and mycotoxins: Do we know enough? *Fungal Biology Reviews*. 2017;31(3):143-54.
- [22] Assessing the Potential Impacts of Climate Change on Food- and Waterborne Diseases in Europe. Stockholm, Sweden: European Centre for Disease Prevention and Control, Stockholm, Sweden, 2014.
- [23] Department of Food Safety and Zoonoses. Food safety climate change and the role of WHO: World Health Organization; 2018.
- [24] Puig Y, Leyva V, Apórtela N, Campos N, Frerer Y, Soto P. Serogrupos y resistencia antimicrobiana de cepas de escherichia coli aisladas en alimentos procedentes de brotes de enfermedades diarreicas. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*. 2014;24(2):161-71.
- [25] Puig Y, Espino M, Leyva V, Apórtela N, Pérez Y, Soto P. Resistencia antimicrobiana en cepas de estafilococos coagulasa positiva aisladas en alimentos y manipuladores. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*. 2015;25(2):245-60.
- [26] Hoffmann S, Devleeschauwer B, Aspinall W, Cooke R, Corrigan T, Havelaar A, et al. Attribution of global foodborne disease to specific foods: Findings from a World Health Organization structured expert elicitation. *PLOS ONE*. 2017;12(9): e0183641.
- [27] Magan N, Medina A, Aldred D. Possible climate-change effects on mycotoxin contamination of food crops pre- and postharvest. *Plant Pathology*. 2011;60(1):150-63.
- [28] Grattan LM, Holobaugh S, Morris JG. Harmful algal blooms and public health. *Harmful Algae*. 2016; 57:2-8.
- [29] Rodrigues SM, de Carvalho M, Mestre T, Ferreira JJ, Coelho M, Peralta R, et al. Paralytic shellfish poisoning due to ingestion of *Gymnodinium catenatum* contaminated cockles – Application of the AOAC HPLC Official Method. *Toxicon*. 2012; 59(5):558-66.
- [30] Townhill BL, Tinker J, Jones M, Pitois S, Creach V, Simpson SD, et al. Harmful algal blooms and climate change: exploring future distribution changes. *ICES Journal of Marine Science*. 2018;75(6):1882-93.
- [31] Cohen RE, C.C. James, A. Lee, M.M. Martinelli, W.T. Muraoka, M. Ortega, R. Sadowski, L. Starkey, A.R. Szesciorka SET, E.L. Weiss, and P.J.S. Franks. Marine host-pathogen dynamics: Influences of global climate change. *Oceanography*. 2018;31(2):182–93.
- [32] Rodríguez H, Barreto G, Sadrés M, Bertot J, Martínez S, Guevara G. Las enfermedades transmitidas por alimentos, un problema sanitario que hereda e incrementa el nuevo milenio. *Revista electrónica de Veterinaria*. 2015;16(8):1-27.
- [33] Medina Á, González-Jartín JM, Sainz MJ. Impact of global warming on mycotoxins. *Current Opinion in Food Science*. 2017; 18:76-81.
- [34] Baranyi N, Kocsubé S, Varga J. Aflatoxins: Climate change and biodegradation. *Current Opinion in Food Science*. 2015; 5:60-6.
- [35] Mousavi Khaneghah A, Eş I, Raeisi S, Fakhri Y. Aflatoxins in cereals: State of the art. *Journal of Food Safety*. 2018;38(6): e12532.
- [36] Akil L, Ahmad HA, Reddy RS. Effects of climate change on Salmonella infections. *Foodborne pathogens and disease*. 2014;11(12):974-80.
- [37] Medina A AA, Baazeem A, Rodriguez A, Magan N. Climate change, food security and mycotoxins: do we know enough? *Fungal Biol Rev*. 2017; 31:143-54.
- [38] Thompson EM, Raizada NM. Fungal Pathogens of Maize Gaining Free Passage Along the Silk Road. *Pathogens*. 2018;7(4):2-16.
- [39] Paerl HW, Paul VJ. Climate change: Links to global expansion of harmful cyanobacteria. *Water Research*. 2012;46(5):1349-63.
- [40] Yang Z, Luo Q, Liang Y, Mazumder A. Processes and pathways of ciguatoxin in aquatic food webs and fish poisoning of seafood consumers. *Environmental Reviews*. 2016;24(2):144-50.
- [41] Leyva V, Puig Y, Espino M, Pereda G, Portela N, Morejon PL, et al. Especies patógenas de vibrio aisladas en alimentos de origen marino. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*. 2013;23(1):31-43.
- [42] Ryan JM. Chapter 3 - Environmental monitoring and sampling. In: Ryan JM, editor. *Validating Preventive Food Safety and Quality Controls*: Academic Press; 2017. p. 53-97.
- [43] J. LA. Food-Borne Illnesses. *Clinical Microbiology Newsletter*. 2011; 33:41-5.



- [44] Rosas LS. El silencio epidemiológico y la ética de la Salud Pública cubana. *Revista Cubana de Salud Pública*. 2013;39(3):524-39.
- [45] Lee J, Jeong S, Ko G, Park H, Ko Y. Development of a Food Safety and Nutrition Education Program for Adolescents by Applying Social Cognitive Theory. *Osong public health and research perspectives*. 2016;7(4):248-60.
- [46] Gezehegn D, Abay M, Tetemke D, Zelalem H, Teklay H, Baraki Z, et al. Prevalence and factors associated with intestinal parasites among food handlers of food and drinking establishments in Aksum Town, Northern Ethiopia. *BMC Public Health*. 2017;17(1):819.
- [47] Figueroa G G, Navarrete W P, Caro C M, Troncoso H M, Faúndez Z G. Portación de *Staphylococcus aureus* enterotoxigénicos en manipuladores de alimentos. *Revista médica de Chile*. 2002; 130:859-64.
- [48] Orihuela de la Cal JL, Orihuela de la Cal ME, Fernández Cárdenas N. Parasitismo intestinal en manipuladores de alimentos. *Revista Cubana de Medicina General Integral*. 1999; 15:520-3.
- [49] Rane S. Street Vended Food in Developing World: Hazard Analyses. *Indian Journal of Microbiology*. 2011;51(1):100-6.
- [50] Al-Sakkaf A. Domestic food preparation practices: a review of the reasons for poor home hygiene practices. *Health Promotion International*. 2015;30(3):427-37.
- [51] Andritsos ND, Kallitsis T, Roukas D. Growth potential of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat Feta cheese-based sauce stored at 4°C. *Journal of Food Safety*. 2018;0(0): e12599.
- [52] Yamila Puig Peña, Virginia Leyva Castillo, Armando Rodríguez Suárez, José Carrera Vara, Pedro L. Molejón, Yoldrey Pérez Muñoz, et al. Calidad microbiológica de las hortalizas y factores asociados a la contaminación en áreas de cultivo en La Habana. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*. 2013;13(1):111-9.
- [53] Li P, Lin C, Cheng H, Duan X, Lei K. Contamination and health risks of soil heavy metals around a lead/zinc smelter in southwestern China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2015; 113:391-9.
- [54] Wu Q, Leung JYS, Geng X, Chen S, Huang X, Li H, et al. Heavy metal contamination of soil and water in the vicinity of an abandoned e-waste recycling site: Implications for dissemination of heavy metals. *Science of The Total Environment*. 2015;506-507:217-25.
- [55] Wu Q, Zhou H, Tam NFY, Tian Y, Tan Y, Zhou S, et al. Contamination, toxicity and speciation of heavy metals in an industrialized urban river: Implications for the dispersal of heavy metals. *Marine Pollution Bulletin*. 2016;104(1):153-61.
- [56] Peters JF, Baumann M, Zimmermann B, Braun J, Weil M. The environmental impact of Li-Ion batteries and the role of key parameters – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017; 67:491-506.
- [57] Glebbeek M-L, Koonings K. Between Morro and Asfalto. Violence, insecurity and socio-spatial segregation in Latin American cities. *Habitat International*. 2016; 54:3-9.
- [58] Leiva, J.L., et al., Realidad aumentada y sistemas de recomendación grupales: Una nueva perspectiva en sistemas de destinos turísticos. *Estudios y perspectivas en turismo*, 2014. 23(1): p. 40-59.
- [59] Cordón, L.G.P., Modelos de recomendación con falta de información. *Aplicaciones al sector turístico*. 2008, Universidad de Jaén.
- [60] Arroyave, M.R.M., A.F. Estrada, and R.C. González, Modelo de recomendación para la orientación vocacional basado en la computación con palabras [Recommendation models for vocational orientation based on computing with words]. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 2016. 15(1): p. 80.
- [61] Şahin, R. and M. Yiğider, A Multi-criteria neutrosophic group decision making method based TOPSIS for supplier selection. *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.
- [62] Ye, J., Single-valued neutrosophic minimum spanning tree and its clustering method. *Journal of intelligent Systems*, 2014. 23(3): p. 311-324.
- [63] Pérez-Teruel, K., M. Leyva-Vázquez, and V. Estrada-Sentí, Mental models consensus process using fuzzy cognitive maps and computing with words. *Ingeniería y Universidad*, 2015. 19(1): p. 173-188.
- [64] Vázquez, M.Y.L., et al., Modelo para el análisis de escenarios basados en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico. *Ingeniería y Universidad: Engineering for Development*, 2013. 17(2): p. 375-390.