

## Seguridad hídrica, seguridad alimentaria y patrimonio biocultural: una aproximación a un modelo para el desarrollo sostenible en islas del Caribe

Gerardo Hernández Flores

Alfonso González Damián

Armando Alberto León López

Correspondencia:

gerardo.hernandez@uqroo.edu.mx  
Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo –  
Estancias posdoctorales por México

gonzalezd@uqroo.edu.mx  
Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo – Profesor investigador de Tiempo Completo

armando.leonlpz@gmail.com  
Armando Alberto León López –  
Tecnológico Nacional de México,  
campus CIIDET – Profesor Investigador

Fecha de recepción:

29-julio-2024

Fecha de aceptación:

20-diciembre2024

La baja disponibilidad de agua en calidad y cantidad es un problema multifactorial, pues se relaciona con políticas, territorios, instituciones, acceso a sanidad, alimento y otros elementos que inciden sobre la calidad de vida en poblaciones (UN-Water, 2013). A nivel mundial, se estima que la demanda hídrica del sector doméstico corresponde al 11%, el industrial 19% y la agricultura se encuentra en un rango de entre 70% hasta un 90% del consumo de agua en el mundo (Biswas, 2022). Desafortunadamente, la disponibilidad del recurso también se ve influenciada por alteraciones en los patrones de precipitación a causa del cambio climático, con lo cual se modifica el ciclo del agua y se afectan los procesos de recarga en cuerpos de agua (Cashman, 2014).

La escasez hídrica también incide a las actividades productivas, como la agricultura, en donde se requieren volúmenes importantes de agua y que, cuando no son cubiertos, se puede ver afectada la producción y disponibilidad de alimentos. Se estima que 27.6% de la población mundial aproximadamente vive en inseguridad alimentaria de severa a grave (FAO et al., 2022). Para abordar la compleja problemática de la relación agua-alimento, diversas organizaciones internacionales, académicos y expertos en políticas públicas, como Naciones Unidas (ONU), Global Water Partnership (GWP) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), han colaborado en la generación y fortalecimiento de conceptos como la seguridad hídrica y la seguridad alimentaria.

Si bien, la definición de seguridad hídrica (SH) y seguridad alimentaria (SA) son influenciadas por el contexto socioeconómico, ambiental y temporal de cada localidad, en ambas definiciones, la

disponibilidad se refiere a la cantidad adecuada de recursos (que exista el recurso), la accesibilidad implica el acceso equitativo y sin restricciones (que se pueda acceder al recurso), y la sustentabilidad asegura que estos recursos se mantengan a lo largo del tiempo, sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones (FAO, 2011; McNeill et al., 2017).

Los alimentos en cada región pueden ser diversos; sin embargo, aquellos clasificados como tradicionales son una expresión cultural de saberes transmitidos por generaciones y reproducidos en la vida cotidiana (Mancera-Valencia, 2019). La condición que los hace tradicionales es su incorporación a la vida cotidiana a través de generaciones, en tanto adquieren un significado culturalmente relevante, que va más allá de sus cualidades bioquímicas o nutricionales, y que incorpora toda una cosmovisión. Como tal, la cocina tradicional en México, en general, es reconocida como una expresión cultural, social y espiritual que integra ingredientes representativos como el maíz, el chile y el frijol, procesos como la nixtamalización y métodos de producción como las milpas y las chinampas, destacando la importancia de las personas en su preservación y continuidad (Álvarez, 2020), especialmente cuando se incorpora en la vida cotidiana de los pueblos.

La mayoría de las recetas para preparar alimentos tradicionales consideran (dentro de sus ingredientes) elementos vegetales o animales de acceso local, debido a una estabilidad en su disponibilidad a través del tiempo; además, su preparación y consumo pueden estar asociados con celebraciones, tradiciones o simbolismos identitarios, constituyendo el patrimonio biocultural gastronómico (PBG).

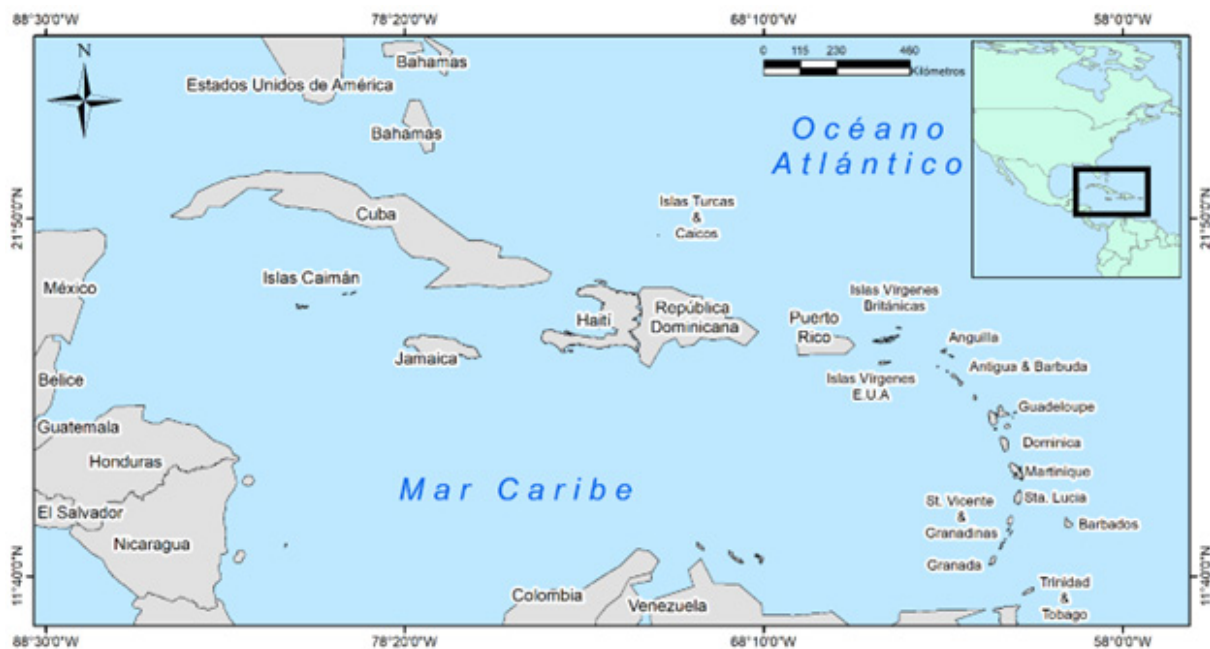
Una sinergia entre SH, SA y PBG consideraría accesibilidad y disponibilidad hídrica, aportaría a las bases para el desarrollo regional a través de alimento/nutrición y con la preservación del patrimonio gastronómico de la sociedad, donde se implemente al incentivar la salvaguarda de la cultura gastronómica local. Por ende, la sinergia, al estar alineada con los Objetivos del Desarrollo Sostenible (2-hambre cero, 6-agua limpia y saneamiento y 12-producción y consumo responsable) planteados por la ONU, incentivaría un desarrollo sostenible en regiones con alta vulnerabilidad por su condición de insularidad que se refleja en su limitado acceso y disponibilidad de recursos naturales, como en las islas en la región del Caribe. Estas islas son conocidas por los retos que enfrentarán en el futuro por la disponibilidad de agua para consumo y actividades como la agricultura (Day, 2010).

La región del Caribe (ver Mapa 1) es una zona geográficamente diversa que abarca islas y territorios con diferentes historias geológicas, culturales y políticas, incluyendo estados soberanos, departamentos de ultramar y territorios dependientes (GWP, 2014). El turismo contribuye con la

economía de la región más que en cualquier otra parte del mundo, pues durante el 1995 al 2015, el ingreso promedio por turismo del PIB en los pequeños estados del Caribe fue de aproximadamente un 16%; relacionándose con características geográficas y económicas locales, demostrando una poca influencia de la agricultura y/o la industria (Cannonier y Burke, 2019). La condición insular incrementa la vulnerabilidad por su territorio limitado, constantes entradas y salidas de residentes y turistas, el costoso acceso a fuentes de energía, economías frágiles, efectos del cambio climático, limitadas oportunidades para el desarrollo y en ocasiones, dificultades con el acceso al agua (Cashman et al., 2010).

### Figura 1

Mapa de la región del Caribe



Fuente: elaboración propia.

Se ha estimado que, en las islas del Caribe, el volumen de agua consuntiva ocupado por el sector agrícola puede llegar a ser de hasta 94%, como en Haití (Cashman et al., 2010), mientras que en América latina puede llegar hasta 74% como en Costa Rica (Salazar et al., 2022). Por ello, en estos ambientes donde los recursos son limitados, es necesario promover métodos de cultivo donde se incentive un uso racional del recurso hídrico y se contribuya con la salvaguardía de PBG. La implementación de tecnologías, como el compostaje, permitirían el aprovechamiento de residuos

orgánicos, reduciendo el impacto de los rellenos sanitarios y generando mejoradores de suelo para cultivos. Complementariamente, los cultivos en sistemas hidropónicos permitirían una producción de vegetales con alta eficiencia hídrica (menos agua por kg de producto), pues se ha demostrado que para producir 1 kg de lechuga y 1kg de espinaca, se requieren de 1.6 litros y 8.3 litros de agua en sistemas hidropónicos; mientras que en suelo se requieren 76 y 106 litros, respectivamente (Sambo et al., 2019). Además, los sistemas hidropónicos permiten el cultivo de hortalizas sin la necesidad de suelo o sustrato. Esto es importante, pues en islas cársticas como Cozumel se cuenta con una delgada capa de suelo con un grosor de 4 a 15 cm (Hernández-Flores et al., 2021) y donde el delicado ecosistema edáfico es un elemento vital para evitar procesos de erosión que reducen la infiltración de agua de lluvia y, por ende, los volúmenes de recarga del acuífero. Por último, el considerar variantes de la técnica permitiría una producción de organismos acuáticos (acuaponía) importantes para el ecosistema o con valor cultural, o la incorporación de insumos locales como fuente de nutrientes (bioponia) (Rakocy, 1994; Wongkiew et al., 2021).

Este documento propone el concepto de la Sinergia Seguridad Hídrica - Seguridad Alimentaria - Patrimonio Biocultural Gastronómico (SSHSAPBG), con una propuesta aplicativa de técnicas para el manejo de residuos vegetales (compostaje) y de producción de hortalizas en sistemas hidropónicos con importancia como PBG (insumos de recetas tradicionales), asegurando un acceso a alimentos con valor nutritivo y con un uso responsable del recurso hídrico; consolidando la SSHSAPBG. El objetivo de este artículo es el de proponer el modelo conceptual de la SSHSAPBG al analizar sus cuatro componentes principales: 1) seguridad hídrica, 2) seguridad alimentaria, 3) patrimonio biocultural gastronómico y 4) su sinergia en la región insular del Caribe. Por tratarse de la elaboración de un modelo conceptual, se siguió un proceder deductivo, que partió de la argumentación teórica para cada uno de los cuatro conceptos indicados para identificar el punto específico que les interconecta, a partir del cual se construyó el modelo. La estructura del presente documento sigue ese mismo orden analítico.

### **Seguridad hídrica**

Desde su uso al final del 2º Foro Mundial del Agua en el 2000, el concepto de SH comienza a ser reconocido a nivel mundial (Van Beek y Lincklaen, 2014). La Asociación Mundial para el Agua (GWP, por sus siglas en inglés) lo define como la capacidad de la población de salvaguardar el acceso sustentable a cantidades adecuadas de agua con calidad aceptable para mantener los medios

de vida, bienestar humano y el desarrollo socioeconómico; con el fin de garantizar la protección contra la contaminación y desastres hídricos, así como para la preservación de los ecosistemas en un clima de paz y estabilidad política (Shah, 2016). La GWP (Van Beek y Lincklaen, 2014) reconoce dos aproximaciones en la SH: una basada en riesgos, enfocada en reducir la vulnerabilidad ante la variabilidad climática; y otra enfocada en mejorar la SH a través del tiempo. En esta última, se abordan los problemas fundamentales y críticos de la SH para una localidad, como son el volumen de agua destinado para la producción agrícola y la SA. Es por ello que se considera a la SH como un elemento de actividades económicas y desarrollo, en el que se abordan los suministros de agua adecuados para la producción de alimentos (UN-Water, 2013).

Las situaciones de recursos hídricos en el Caribe varían según cada isla, con algunas como Barbados enfrentando una de las mayores escaseces de agua del mundo, superando el 110% de extracción de sus recursos hídricos renovables, pues si más del 40% de estos recursos son extraídos, se considera que la zona sufre un grave estrés hídrico, según el Índice de Estrés Hídrico de Falkenmark (Banco Mundial, 2010). Por otro lado, también existen ejemplos de países con disponibilidad de agua, como Trinidad y Tobago, donde se proyecta que aún con una disminución del 30% en la precipitación anual, seguirán siendo altamente sostenibles en términos de agua (GWP, 2014; Winters et al., 2022). Esta brecha entre el agua disponible y la demanda es grande, pues en Barbados y Santa Lucía se ha utilizado cerca del 100% de sus recursos disponibles en el primero, mientras que el segundo presenta un déficit del 35% en su suministro (Cashman, 2014). Algunas economías agrícolas insulares dependen de la disponibilidad del recurso hídrico, como son el caso de Dominica y Santa Lucía, en donde la agricultura representa un 15% y 20%, respectivamente, de las fuentes de empleo (Tandon, 2013). Entonces, la disponibilidad de agua tiene efectos directos sobre la economía y el acceso a los alimentos, por lo que la falta de SH puede incidir negativamente sobre las poblaciones.

Entonces, al ser la agricultura uno de los principales consumidores de agua a nivel mundial, se genera una conexión crítica entre la SH y la producción de alimentos, sobre todo en ambientes insulares donde los recursos son limitados (McNeill et al., 2017). Es por ello que, para incentivar una adecuada SA, se requiere de una mayor producción de alimentos locales con el menor uso posible de agua (Izquierdo, 2007).

## Seguridad alimentaria (SA)

De acuerdo con la FAO, la SA: “Existe cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfacen sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar una vida activa y sana” (2011, p. 1); considerando cuatro dimensiones: disponibilidad, utilización, estabilidad y acceso (FAO et al., 2022).

En 2021 se estimó en el Caribe una prevalencia de la inseguridad alimentaria clasificada como “severa” en un 30.5 % de su población y de “moderada a grave” en un 64% (FAO et al., 2022). A partir de mediados del siglo XX, la región del Caribe ha pasado por una transformación de una economía rural basada en agricultura a una situación de población mayormente urbanizada (Cashman, 2014), relegando a la actividad agrícola y favoreciendo el surgimiento de algunos retos como la malnutrición (Cashman et al., 2010). El decremento en las actividades agrícolas en el Caribe impacta negativamente, pues casi todos los países importan más de 60% de los alimentos que consumen y, de ellos, la mitad importan más de 80% de la comida (Mohammadi et al., 2022; Thomas et al., 2018); al incrementar la dependencia de las fuentes externas de alimento, se pueden elevar los costos de los insumos y se incrementa la vulnerabilidad de la región.

Sumado a esto, la disponibilidad y producción de alimentos en islas del Caribe se está viendo afectada negativamente por los efectos del cambio climático (Plummer et al., 2022); pues es uno de los principales factores limitantes de la agricultura en esa región al modificar los patrones de precipitación y temperatura (Cashman et al., 2010). Por ejemplo, en 2004, tras el paso del huracán Iván, el sector agrícola de Granada perdió el equivalente de 10% del PIB; mientras que en Bahamas se ha perdido un 12% de suelo agrícola por un incremento de 2 m en el nivel del mar (Taylor et al., 2012). Además, las actividades agrícolas se han relacionado con la contaminación de las reservas de agua, como en Barbados, donde se vincula esta actividad productiva con niveles de 8 mg/l de nitratos en el agua del acuífero principal (Cashman, 2014). Por ello, en Santa Lucía se consideran a las actividades agrícolas que afectan la cantidad y calidad del agua como uno de los temas críticos para la gestión de los recursos hídricos (GWP, 2014).

Además, se reconoce que en el Caribe las estrategias y políticas neoliberales han influenciado los intereses corporativos y la demanda de los consumidores, incentivando la compra de comida rápida y pobre en nutrientes por parte de los habitantes. Esto ha llevado a una reducción en el interés, producción y uso de alimentos locales, como el ñame (*Dioscorea spp.*), la yuca (*Manihot*

esculenta) y plátano (*Musa paradisiaca*) (Plummer et al., 2022). Finalmente hay que considerar que, en la región del Caribe, la mayoría de las actividades agrícolas son pequeñas (con recursos limitados y en áreas menores a 2 hectáreas) y comprenden casi el 90 % de las granjas, representando aproximadamente un 55% de la superficie de cultivo (Saint Ville et al., 2015). Esto es importante, pues las estrategias colonialistas en el Caribe han desfavorecido a los pequeños productores al incentivar grandes producciones agrícolas destinadas a la exportación de alimentos, desincentivado el cultivo de autoconsumo y al estigmatizar la práctica como un distintivo de pobreza y desprecio (Hippert, 2018). Además, el estatus social y la movilidad económica han ganado importancia sobre el bienestar social y la justicia económica, reflejando una preferencia por alimentos importados (cadenas comerciales de comida rápida o alimentos empaquetados) como símbolo de estatus (Barry et al., 2020). Con estas estrategias que distancian la producción de insumos alimenticios locales, junto con evaluaciones negativas asociadas con la agricultura y comida tradicional, causadas en parte por jerarquías alimentarias modernistas producto de la colonialización de la región, se espera en el futuro un incremento importante en la inseguridad alimentaria del Caribe. Algunas estrategias descolonizantes se están comenzando a implementar en Bahamas, en donde el concepto de agroturismo ha incentivado la producción agrícola en granjas; no obstante, hace falta más trabajo para encontrar una solución viable que contribuya con la SA (Thomas et al., 2018).

Dada la interdependencia entre la SH y la SA, es recomendable abordarlos de manera complementaria en investigaciones posteriores (McNeill et al., 2017). Ambos conceptos pueden enriquecerse a nivel teórico y aplicativo, al considerar a los alimentos como el eje de conexión entre la SH, SA y patrimonio biocultural. Esto, pues los alimentos requieren de agua para su producción, son vitales dentro de la SA y su preparación es parte de un patrimonio cultural inmaterial, pues la gastronomía otorga una lógica objetiva, racional y humana a la SA (Mancera-Valencia, 2019).

### **Patrimonio biocultural gastronómico**

La gastronomía tradicional se relaciona íntimamente con los elementos de cada región, como sus animales y plantas, que son ingredientes esenciales para la preparación de los alimentos. Una amplia diversidad de especies (biodiversidad) pudo dar origen a una diversificación de las posibilidades de ingredientes para la preparación de alimentos, contribuyendo con la variedad gastronómica en México. Este se cataloga como uno de los 12 países megadiversos, albergando de 60% a 70% de las especies a nivel mundial, con un estimado de unas 23,424 especies de plantas, sin considerar

introducidas o naturalizadas (Olvera, 2020). Las especies con importancia gastronómica son aprovechadas económicamente en lugares como el estado de Quintana Roo (México), donde el sector de hoteles y restaurantes ocupa casi 60% de la producción de empleos, y la comida tradicional destaca por el uso de ingredientes que no han variado con el tiempo como: maíz, frijoles, jitomate y chile habanero (Silvano et al., 2017).

Por ello, los elementos bióticos que contribuyen con las expresiones gastronómicas locales pueden considerarse parte del patrimonio biocultural (PB). El PB se compone del conocimiento ecológico local, ecosistemas asociados, prácticas y recursos biológicos, así como de las características del paisaje, su formación, los paisajes culturales, el patrimonio, prácticas vivas y memoria de los seres humanos (Lindholm y Ekblom, 2019). El patrimonio cultural gastronómico (PCG) considera los saberes y conocimientos tradicionales en corpus, animus y psique, las cocinas tradicionales y el conjunto biológico-cultural para la elaboración de alimentos (Mancera-Valencia, 2019). El PCG abarca entonces, más elementos que el considerado PB; pero, a su vez, el PB incluye conocimientos, ecosistemas y recursos más amplios que solo el gastronómico. En particular, interesa la intersección entre ambos conceptos, que a su vez interconecta con la SH y la SA, el que se denominará aquí patrimonio biocultural gastronómico (PBG).

A lo largo de la historia, han existido alimentos que significan, por su relevancia nutricional para la humanidad, el nodo desde el que gira la producción y consumo de los alimentos, y que se expresan en recetas de platillos que forman parte de la identidad cultural de los pueblos. Ejemplo de ello son los cereales como el maíz, el trigo o el arroz en diversas latitudes (Piña, 2014). En el caso de las islas del Caribe, existen tales alimentos desde los que giran tanto en la producción como en el consumo, y que se encuentran en las recetas de platillos tradicionales transmitidas a través de generaciones, conformando el PBG de esta región del mundo. Desafortunadamente, el PBG se ve amenazado por una pérdida y declive sin precedentes de elementos tradicionales que se relacionan con la desaparición de elementos de la naturaleza, producto de presiones políticas y socioeconómicas (Rotherham, 2015).

A nivel mundial, la globalización y la expansión de las compañías de comida rápida reemplazan a la demanda por los alimentos producidos localmente, disminuyendo sus cultivos e incentivando una pérdida de recetas tradicionales (Plummer et al., 2022). La dependencia de la importación de alimentos incrementa la vulnerabilidad regional al aumentar los costos de los mismos, que junto con niveles de desigualdad de ingresos y el desempleo, pueden agudizar la incapacidad de acceder a alimentos nutritivos y de calidad (Thomas et al., 2018). Existen varios



factores relacionados con la pérdida del PBG, como las prácticas ambientales destructivas, la industrialización de la agricultura, reducción en la disponibilidad de ingredientes, modificaciones en las actividades económicas y el cambio climático como uno de los más importantes en la región del Caribe (Plummer et al., 2022).

Adicionalmente, la falta de transmisión oral de conocimiento tradicional sobre el uso y cultivo de especies vegetales, se asocia con una pérdida significativa de diversidad genética (Daley et al., 2022), por lo que la transmisión y preservación del conocimiento tradicional sobre la biodiversidad, la utilización, producción y conservación de especies vegetales, son elementos esenciales para promover la SA. Los elementos abordados en este escrito permiten evidenciar un punto de conexión entre los conceptos de PBG-SA-SH, por lo que gracias a su interrelación resulta factible una sinergia como un método que incentive el desarrollo sostenible en las islas del Caribe.

### **Propuesta de modelo: sinergia seguridad hídrica-seguridad alimentaria-patrimonio biocultural**

En trabajos previos, donde se aborda la relación PB+SH y PB+SA (Olvera, 2020; Plummer et al., 2022), se ha concluido que los elementos culturales pueden ayudar con la transmisión de conocimientos colectivos que lleven a una conciencia sobre el uso, producción y aprovechamiento sustentable de recursos como agua y el alimento, además de resaltar su valor biológico, económico y social.

Se debe tomar el PBG como punto de partida, pues en cada isla del Caribe se asociará algún platillo tradicional con celebraciones o rituales, y en donde alguno de los ingredientes vegetales es clave para la preparación. Entonces, al incentivar el consumo de alimentos tradicionales, se espera promover una preservación de los elementos culturales y mantener vigente la memoria gastronómica. Para ello, es indispensable asegurar una disponibilidad constante de los componentes bióticos requeridos para elaborar los alimentos, siendo la conservación de la cultura gastronómica el catalizador que facilite en la población la apropiación de técnicas no convencionales y sustentables para el cultivo. Algunas de las técnicas no convencionales de cultivo pueden ser basadas en procesos naturales de reincorporación de nutrientes al medio ambiente, como el compostaje.

En general, el compostaje se puede definir como una técnica que permite la degradación biológica aeróbica de desechos orgánicos y cuyo producto final se puede utilizar como acondicionador de suelo. En algunos casos, el proceso puede beneficiarse de la incorporación

de lombrices (*Oligochaeta*) para lograr un lombricomposteo o vermicomposta. Aunque una de las especies más utilizadas en la vermicomposta es la lombriz roja californiana (*Eisenia fetida*), sería importante evaluar el desempeño de especies locales dentro del proceso. El compostaje está reconocido en hogares y comunidades en las islas del Caribe como San Vicente y Granadinas, Granada, las Islas Vírgenes Británicas, Jamaica y Maldivas, en donde se reporta como una opción para manejar los desechos orgánicos originados por la industria del turismo (Mohee et al., 2015). El tratamiento de residuos orgánicos es viable, pues se ha reportado en los pequeños países islas del Caribe una producción promedio de residuos municipales de aproximadamente 1.61 kg per cápita / día, de los cuales un 44% son desechos sólidos municipales orgánicos que son tratables mediante el composteo (Mohee et al., 2015). En el caso de isla Cozumel, que se encuentra en el Caribe Mexicano, la producción per cápita de residuos es de 1.2 kg al día, de los cuales el 41.6% tiene el potencial de ser utilizados para la generación de composta (León y González, 2019). Entonces, en ambientes insulares caribeños, el compostaje es una opción para mitigar los efectos del incremento en la producción de residuos orgánicos; además de contribuir con la reducción de la dependencia de fertilizantes comerciales, que han sido ligados con problemas de contaminación de reservorios de agua (Paul et al., 2017).

Complementariamente al composteo, los cultivos hidropónicos pueden ser una alternativa viable para la producción de alimentos y uso eficiente de recursos en islas del Caribe (Izquierdo, 2007), pues en ellos se reduce considerablemente el peligro de contaminación por lixiviación de nutrientes, no depende de la calidad del suelo de la región, se maximizan los rendimientos productivos y se incentiva la conservación de agua (Benton, 2014). Se han reportado valores que reflejan la eficiencia del uso de agua en hidroponía para lechuga y espinaca de 1.6 y 8.3 L/kg, respectivamente, contra 76 y 106 L/kg en sistemas de cultivo en suelo (Sambo et al., 2019). Si bien estos sistemas conllevan desventajas como los costos de producción, mantenimiento y ambientales (por las soluciones nutritivas), es indispensable incentivar la investigación para el desarrollo de sistemas que incorporen insumos locales como especies (acuaponía) o fuentes de nutrientes alternas (bioponia). La acuaponía es un acrónimo de las palabras acuicultura e hidroponía, y es definido como el proceso de producción simbiótica de organismos acuáticos y plantas, donde el efluente de acuicultura se somete a transformaciones por microorganismos para ser utilizado como nutrientes para el crecimiento de plantas que, a su vez, mejora la calidad para la acuicultura (Yep y Zheng, 2019). Este incremento en su complejidad se refleja en un aumento de productividad al incorporar y aprovechar insumos de acuicultura, una reducción en costos al minimizar los nutrientes adicionados

y un ahorro de agua al reducir sus cambios, por lo que se consideran ideales para ambientes como las islas del Caribe (Rakocy, 1994). Los sistemas hidropónicos y acuapónicos son compatibles con la bioponia, en donde se incentiva el aprovechamiento de insumos locales que son procesados por la actividad de microorganismos, y que son utilizados como sustitutos de fertilizantes sintéticos para el cultivo de vegetales (Wongkiew et al., 2021).

Por último, es necesario promover la investigación en donde se evalúe el potencial productivo de especies con valor como PBG local para cada uno de los sistemas productivos abordados en esta investigación. Con ello, se incentivaría la preservación y salvaguardia del PBG, la conservación y aprovechamiento de especies locales, un aumento en la SA y SH, un impulso de la economía local y una mejoría en la calidad de vida de la población insular del Caribe.

## **Conclusiones**

En este artículo se analizan los conceptos y puntos de vinculación de SH, SA, PBG y se introdujo el concepto de SSHSAPBG. La SH nace de la preocupación por el uso responsable del agua para asegurar su acceso a las poblaciones y se relaciona con la SA, pues la agricultura es la actividad productiva que ejerce mayor presión hídrica sobre los reservorios y que puede competir con la disponibilidad del agua para las poblaciones. En una SA plena, se cuenta con acceso, disponibilidad, utilización y estabilidad a través del tiempo de alimentos de calidad, por lo que la relación entre SH y SA es evidente. Ambas seguridades se complementan al considerarlas junto con el PBG, pues ofrece la oportunidad de preservar la memoria gastronómica local al incentivar el cultivo de especies vegetales emblemáticas en platillos regionales a través de métodos de producción agrícola en donde se maximiza el uso eficiente del recurso hídrico. En conjunto, los tres elementos y sus interrelaciones dan lugar a un modelo conceptual en el que la sinergia puede aportar en favor de la solución a problemas actuales de SA y de SH en las ínsulas del Caribe, promoviendo prácticas hacia un manejo sostenible de recursos.

De manera práctica, la SSHSAPBG se presenta al promover un manejo adecuado de residuos a través del compostaje, con beneficios como: reducción en el impacto ambiental y generación de insumos que incrementan la fertilidad para cultivos en suelo. Complementariamente, la hidroponía y acuaponía se presentaron como una opción viable para el cultivo de alimentos debido a su alta productividad y uso eficiente de agua. En todos los casos se incentiva a realizar investigaciones

para evaluar el potencial de insumos bióticos y abióticos locales en estos sistemas productivos para promover un desarrollo sostenible insular en el Caribe.

En congruencia con esta visión sinérgica entre distintas áreas, que convergen en incentivar el aprovechamiento del PBG, se torna evidente la necesidad de realizar múltiples estudios situados en distintos espacios insulares de la región, contextualizados a sus características sociohistóricas que determinan sus expresiones culturales alimentarias y que pueden llevar a la identificación, o no, de ingredientes, técnicas de cultivo, temporalidades tradicionales coincidentes y la posibilidad de incorporar de manera aceptable para cada espacio, ingrediente y tiempo, nuevos sistemas de cultivo que incidan favorablemente tanto en la SH como en la SA de manera armónica. Este es el reto que traza las futuras líneas de investigación que se desprenderían del modelo conceptual aquí planteado.

## Referencias

- Álvarez, A. L. J. (2020). La cocina tradicional mexicana para la UNESCO. *Red Forbes*.
- Banco Mundial (2010). *Reducing Poverty, Protecting Livelihoods, and Building Assets in a Changing Climate - Social Implications of Climate Change for Latin America and the Caribbean*. The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank.
- Barry, T., Gahman, L., Greenidge, A. y Mohamed, A. (2020). Wrestling with race and colonialism in Caribbean agriculture: Toward a (food) sovereign and (gender) just future. *Geoforum*, 109, 106-110. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2019.12.018>
- Benton, J. J. (2014). *Complete Guide for Growing Plants Hydroponically*. Taylor & Francis Group, LLC.
- Biswas, A. K. (2022). Urban water security for developing countries. *River*, 1, 15-24.
- Cannonier, C. y Burke, M. G. (2019). The economic growth impact of tourism in Small Island Developing States—evidence from the Caribbean. *Tourism Economics*, 25(1), 1-24.
- Cashman, A. (2014). Water security and services in the Caribbean. *Water*, 6, 1187-1203.
- Cashman, A., Nurse, L. y John, C. (2010). Climate Change in the Caribbean: The Water Management Implications. *The Journal of Environment & Development*, 19(1), 42-67.
- Daley, O. O., Roberts-Nkrumah, L. B., Alleyne, A. T. y Gloster, M. C. (2022). Folk nomenclature and traditional knowledge of breadfruit [*Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg] diversity in four Anglophone Caribbean countries. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 18.

- Day, M. (2010). Challenges to sustainability in the Caribbean karst. *Geologia Croatica*, 63(2), 149-154. <https://doi.org/104154/gc.2010.12>
- Food and Agriculture Organization (FAO) (2011). *La Seguridad Alimentaria: información para la toma de decisiones, Guía práctica*. FAO.
- Food and Agriculture Organization (FAO), International Fund for Agricultural Development (IFAD), United Nations Children's Fund (UNICEF), World Food Programme (WFP) y World Health Organization (WHO) (2022). The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2022*. Food and Agriculture Organization.
- Global Water Partnership (GWP) (2014). *Integrated water resources management in the Caribbean: The challenges facing Small Island Developing States*. Global Water Partnership.
- Hernández-Flores, G., Gutiérrez-Aguirre, M. A., Cervantes-Martínez, A. y Marín-Celestino, A. E. (2021). Historical analysis of a karst aquifer: recharge, water extraction, and consumption dynamics on a tourist island (Cozumel, Mexico). *Annales de Limnologie*, 57. <https://doi.org/10.1051/limn/2021013>
- Hippert, C. (2018). Agriculture and Colonialism. En *Encyclopedia of Food and Agricultural Ethics* (pp. 1-7). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-6167-4\\_618-1](https://doi.org/10.1007/978-94-007-6167-4_618-1)
- Izquierdo, J. (2007). Simplified Hydroponics: A Tool for Food Security in Latin America and the Caribbean. *Acta Hort.*, 742.
- León López, A. A. y González Damián, A. (2019). La relación sistémica entre demanda, oferta e infraestructura turística en la gestión de residuos sólidos de destinos insulares. Libro de memorias XXXII CONGRESO INTERNACIONAL ALAS PERÚ, 283-293.
- Lindholm, K. J. y Ekblom, A. (2019). A framework for exploring and managing biocultural heritage. *Anthropocene*, 25.
- Mancera-Valencia, F. (2019). Patrimonio Cultural Gastronómico Consideraciones Teóricas. *Ecotonos*, 26-39.
- McNeill, K., Macdonald, K., Singh, A. y Binns, A. D. (2017). Food and water security: Analysis of integrated modeling platforms. *Agricultural Water Management*, 194, 100-112.
- Mohammadi, E., Singh, S. J., McCordic, C. y Pittman, J. (2022). Food Security Challenges and Options in the Caribbean: Insights from a Scoping Review. *Anthropocene Science*, 1, 91-108.

- Mohee, R., Mauthoor, S., Bundhoo, Z. M. A., Somaroo, G., Soobhany, N. y Gunasee, S. (2015). Current status of solid waste management in small island developing states: A review. *Waste Management*, 43, 539-549.
- Olvera, C. M. A. E. (2020). La importancia biocultural de los huertos familiares en Hueyapan, Morelos. Un acercamiento desde la etnobotánica. *Diversa, Diario de Campo, Cuarta Época*, 4(10), 146-174.
- Paul, J., Sierra, J., Causeret, F., Guindé, L. y Blazy, J. M. (2017). Factors affecting the adoption of compost use by farmers in small tropical Caribbean islands. *Journal of Cleaner Production*, 142, 1387-1396.
- Piña, P. A. (2014). Cultura y alimentación. Aspectos fundamentales para una visión comprensiva de la alimentación humana. *Anales de Antropología*, 48(1), 11-31.
- Plummer, N., Wilson, M., Yaneva-Toraman, I., McKenzie, C., Mitchell, S., Northover, P., Crowley, K., Edwards, T. y Richards, A. (2022). Recipes for Resilience: Engaging Caribbean Youth in Climate Action and Food Heritage through Stories and Song. *Sustainability*, 14(14).
- Rakocy, J. E. (1994). Aquaponics: the integration of fish and vegetable culture in recirculating systems. *30th Annual Meeting of the Caribbean Food Crop Society*, 101-108.
- Rotherham, I. D. (2015). Bio-cultural heritage and biodiversity: emerging paradigms in conservation and planning. *Biodiversity and Conservation*, 24, 3405-3429.
- Saint Ville, A. S., Hickey, G. M. y Phillip, L. E. (2015). Addressing food and nutrition insecurity in the Caribbean through domestic smallholder farming system innovation. *Regional Environmental Change*, 15(7), 1325-1339. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0770-9>
- Salazar, O., Chinchilla-Soto, C., de los Santos Villalobos, S., Ayala, M., Benavides, L., Berriel, V., Cardoso, R., Chavarrí, E., Dos Anjos, R. M., González, A. L., Nario, A., Samudio, A., Villarreal, J., Sibello-Hernández, R., Govan, J. y Heng, L. (2022). Water consumption by agriculture in Latin America and the Caribbean: impact of climate change and applications of nuclear and isotopic techniques. *International Journal of Agriculture and Natural Resources*, 49(1), 1-21. <https://doi.org/10.7764/ijanr.v49i1.2342>
- Sambo, P., Nicoletto, C., Giro, A., Pii, Y., Valentinuzzi, F., Mimmo, T., Lugli, P., Orzes, G., Mazzetto, F., Astolfi, S., Terzano, R. y Cesco, S. (2019). Hydroponic Solutions for Soilless Production Systems: Issues and Opportunities in a Smart Agriculture Perspective. *Frontiers in Plant Science*, 10.

- Shah, T. (2016). *Aumentando la seguridad hídrica: la clave para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. TEC Background papers NO.22*. Global Water Partnership.
- Silvano, C. J. A., De Guadalupe, V. L. y Balam, M. R. M. (2017). *Patrimonio culinario del nativo de la Zona Costera del norte de Quintana Roo*. Encuentro Gastronómico de Las Américas.
- Tandon, N. (2013). *Strengthening Sustainable Agriculture in the Caribbean. A guide for project support and guidelines for a policy framework*. Multilateral Investment Found.
- Taylor, M. A., Stephenson, T. S., Chen, A. A. y Stephenson, K. A. (2012). Climate Change and the Caribbean: Review and Response. *Caribbean Studies*, 40(2), 169-200.
- Thomas, A., Moore, A. y Edwards, M. (2018). Feeding island dreams: Exploring the relationship between food security and agritourism in the Caribbean. *Island Studies Journal*, 13(2), 145-162.
- UN-Water (2013). *Water security and the global water agenda: a UN-Water Analytical Brief*. United Nations University - Institute for Water, Environment and Health.
- Van Beek, E. y Lincklaen, A. W. (2014). *Water Security: Putting the Concept into Practice - TEC background papers NO.20*. Global Water Partnership.
- Winters, Z. S., Crisman, T. L. y Dumke, D. T. (2022). Sustainability of the Water-Energy-Food Nexus in Caribbean Small Island Developing States. *Water*, 14(3). <https://doi.org/10.3390/w14030322>
- Wongkiew, S., Hu, Z., Lee, J. W., Chandran, K., Nhan, H. T., Marcelino, K. R. y Khanal, S. K. (2021). Nitrogen Recovery via Aquaponics–Bioponics: Engineering Considerations and Perspectives. *ACS ES&T Engineering*, 1, 326-339.
- Yep, B. y Zheng, Y. (2019). Aquaponic trends and challenges – A review. *Journal of Cleaner Production*, 228, 1586-1599.