

El transporte aéreo como indicador para medir la sustentabilidad turística: El caso de Cancún en Quintana Roo

Air transport as an indicator to assess tourism sustainability: The case of Cancun in Quintana Roo

Edel. J. Fresneda, Ana M. Valenzuela-Muñiz*

CONACYT-Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Cancún, Av. Kabah Km. 3, Cancún Quintana Roo, C.P. 77500, México.

Correo electrónico: anavalenzuelam@yahoo.com

*Autor de correspondencia

Resumen

En este artículo se analizan las emisiones de CO₂ producidas por el transporte aéreo de pasajeros en un destino turístico con una alta dependencia a estos vuelos. Este indicador se asume como sustantivo para medir, en condiciones similares de desenvolvimiento, a) el *alcance ecológico* de este tipo de desarrollo al nivel regional y b) la sustentabilidad a nivel local. Con este propósito, se analizan los vuelos nacionales e internacionales realizados hacia y desde Cancún en el periodo 2014-2016. Así, la discusión versa sobre cómo la dependencia de este destino turístico hacia el transporte aéreo de pasajeros para satisfacer la oferta turística, que en el caso específico de análisis ha tenido un incremento en la frecuencia y distancia total de los vuelos, está provocando altos niveles de emisión de CO₂, con un posible impacto medioambiental relevante en la degradación de ecosistemas vecinos y en el ámbito internacional.

Palabras clave: Emisiones de CO₂; transportación aérea; turismo sustentable; influencia del crecimiento; Cancún.

Abstract

In this paper, the flights CO₂ emissions are analyzed in a touristic destination which is highly dependable on passenger air transport. It is assumed that, under similar development conditions, transportation emissions are an important factor to assess the extension of the *ecological hinterland* in a tourist destination as well as local and global aspects of sustainability. To this end, national and international flights to Cancun between 2014 and 2016 are analyzed. By doing so, a general insight within this paper is that this tourist destination is provoking a high level of CO₂ emissions, representing an impact in ecosystem degradation according to the discussed consequences of CO₂ concentration in the atmosphere. This impact is not only local, but also international, when the customers' demand is fulfilled with national and international flights, whose frequency and total distance is increased in the same period.

Keywords: CO₂ Emissions; air transportation; sustainable tourism; growth hinterland; Cancún.

Recibido: 15 de febrero de 2019

Aceptado: 13 de enero de 2021

Publicado: 17 de febrero de 2021

Como citar: Fresneda, E. J., Valenzuela-Muñiz, A. M. (2021). El transporte aéreo como indicador para medir la sustentabilidad turística: El caso de Cancún en Quintana Roo. *Acta Universitaria* 31, e2519. doi: <http://doi.org/10.15174/au.2021.2519>

Introducción

El problema de la degradación de los ecosistemas se relaciona con el crecimiento económico que ha tenido lugar en las últimas décadas¹. Un tipo de desenvolvimiento donde el incremento de una producción que hace uso intensivo y desequilibrado de recursos tangibles –que son medios de subsistencia– y, además, un consumo masivo que no satisface directamente las necesidades de subsistencia de sectores vulnerables son aspectos que afectan la reproducción humana a futuro.

Esta es una suerte de paradoja sobre la cual, en los albores del devenir capitalista ulterior, Smith (1776) daba cuenta, haciendo énfasis en una correlación de variables esenciales para entenderla: los límites naturales de la reproducción humana son proporcionales a los medios de subsistencia. Es esa interrelación la que da cuerpo a la definición de desarrollo sustentable. No obstante, de manera contradictoria, la intensidad del uso de recursos no renovables y naturales y las afectaciones al medio ambiente como resultado de un crecimiento desequilibrado siguen aumentando.

Se mantiene así un riesgo a futuro para la reproducción humana que tiende a ser relativamente irracional y que continuamente es soslayado en estudios sobre la sustentabilidad, porque ellos evitan ahondar en una visión multifactorial y sistémica, proponiendo soluciones parciales y fragmentadas para evaluar un problema más profundo.

Así, en algunos casos: a) existe una ausencia de una perspectiva integral, b) resultan ineficientes las guías para el asesoramiento de una gestión sostenible en los territorios y c) sobresale un sesgo en la descripción de la sostenibilidad o en la creación de soluciones económicas sustentables.

Al respecto, el *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA, 2005) identificó como problema la falta de conocimiento sobre la influencia socioeconómica en los ecosistemas, ausencia que afecta las estrategias operativas que buscan evitar el agotamiento de los recursos al no reconocer las consecuencias de las contracciones de los servicios del ecosistema, la extensión de esos ecosistemas, los cambios no lineales que tuvieron lugar como resultado de acciones humanas o cómo una población puede enfrentar estos riesgos, adaptándose con una gestión sostenible.

En el caso del turismo como actividad económica, también está presente la necesidad de lograr un crecimiento sustentable considerando factores tangibles y no tangibles (World Tourism Organization, 2013). Sin embargo, es fácil determinar que, en muchos casos, las prácticas y la gestión no se centran en este crecimiento bien ajustado, sino en lo contrario. La creciente intensidad en el uso de los recursos que exige esta industria se oculta tras comprensiones blandas, que no evidencian conceptos tan claros al tratar de explicar cuáles estrategias, desde las acciones económicas, son útiles para mitigar las afectaciones inevitables que son resultantes del crecimiento; o cómo esas estrategias contribuyen a la sostenibilidad en el turismo.

¹ Meadows *et al.* (1972) definen límites del crecimiento en función de dos categorías principales: las necesidades físicas y las sociales. Según esos autores, un crecimiento sustentable solo se puede lograr con una relación equilibrada entre estas categorías. También, afirmaban en 1972 que se necesitaba una empresa humana sin precedentes para redirigir a la sociedad hacia objetivos de equilibrio en lugar de crecimiento.

Este tipo de interpretaciones parece soslayar el hecho de que la intensidad en el uso de recursos en esta industria es estimulada por principios de oferta y demanda que se sostienen por una cultura de consumo y producción desproporcionada y, en consecuencia, que los recursos naturales y del ecosistema se miden —en muchas ocasiones— como factores tangibles para lograr un mayor valor de ingresos sin considerar cómo aquella intensidad los afecta².

Para argumentar algunas de las contradicciones antes mencionadas y proponer un análisis integral y multifactorial sobre la sustentabilidad en el turismo, aquí se examina el caso de Quintana Roo, estado mexicano que evidencia una estrategia turística como actividad económica principal —de bajos encadenamientos y concentración del empleo—; que se sustenta en la entrada masiva de turistas por distintas vías, y cuyo principal punto de entrada es el aeropuerto internacional de Cancún. Estas características permiten identificar el transporte aéreo y sus emisiones de CO₂ como un indicador relevante, entre muchos otros, para medir la sustentabilidad en ese destino. Este indicador hasta ahora no ha sido incorporado fehacientemente en los estudios sobre desarrollo sustentable en la región.

Discusiones vigentes en la literatura y relevantes en este examen particular

Sin el espacio suficiente para agotar y abordar las discusiones sobre sustentabilidad en el turismo y acerca del examen integral en esos mismos estudios, aquí se hace un breve recorrido sobre dos aspectos ineludibles y de total correspondencia con el tema abordado. Estos son a) la noción de riesgo y desequilibrio que aborda la definición de desarrollo sustentable y b) el relativo desacuerdo que aún existe en los estudios sobre sustentabilidad en el turismo, con respecto a la necesidad de una perspectiva integral o sistémica y acerca de cuáles indicadores serían relevantes para medirla. Este reexamen conciso incluye referencias que han planteado contradicciones no solucionadas y postulados aún vigentes, que siguen por ello siendo actuales y válidas.

En torno a la noción de riesgo y desequilibrio presente en la definición de desarrollo sustentable, en los estudios turísticos existe un soslayo de indicadores relevantes para medir la sustentabilidad integralmente, soslayo que sesga el alcance de algunas interpretaciones sobre las afectaciones más graves que esas actividades económicas provocan al medio ambiente. Temas relevantes como las extensiones y contracciones del ecosistema, los cambios no lineales en los ecosistemas como resultado de acciones humanas y los procesos de adaptación y la gestión de riesgos, no son incluidos por lo general en esas visiones.

Al respecto, es más común el uso de conceptos con alguna trayectoria discursiva, pero en ocasiones desarticulada, tales como *turismo rural*, *ecoturismo* o *turismo sostenible*, para sostener e interpretar cambios en las políticas turísticas y así justificar la sostenibilidad de algunos destinos. Ello sucede incluso cuando esos conceptos no resultan ser teóricamente capaces, al interpretarse de forma disociada, para explicar la correlación global *uso-afectación de recursos ecológicos y naturales*, correlación que tiene formas extraterritoriales de interacción desventajosa con los recursos tangibles en lo local, regional e internacional; la cual no disminuye los riesgos, sino que los aumenta.

² Hunter (1997) sostiene que un turismo adaptable y sostenible debe equilibrar las siguientes dimensiones: a) satisfacer las necesidades y deseos de los turistas (demanda), b) las necesidades y deseos de los operadores turísticos públicos y privados (oferta), c) las necesidades y deseos de las comunidades locales de acogida y c) la protección de los recursos naturales, construidos y culturales.

Hunter (1997) profundizó en esta contradicción epistemológica, afirmando que en el *paradigma del turismo sostenible* existe un enfoque tradicional que "traza un camino en el que la base de recursos ambientales del área de destino (incluidas las características naturales, construidas y culturales) está protegida para el desarrollo futuro", a pesar de que en la realidad subsiste una "brecha tal que los principios y las políticas del turismo 'sostenible' no necesariamente contribuyen a las del desarrollo sostenible" (Hunter, 1997). Sobre esto, Ko (2005) y Tsaour *et al.* (2006) remarcan la idea de que el desarrollo del turismo sostenible ha sido presentado, principalmente, a un nivel teórico más que práctico. Ko (2005) también sostiene que, para medir la sostenibilidad, los académicos hacen uso de juicios subjetivos, sin referencias o estándares que respalden tal medición; llegando a afirmar en ocasiones esos estudiosos de visión sesgada que "la sostenibilidad en el turismo es generalmente una aspiración u objetivo, en lugar de un objetivo medible o alcanzable" (Ko, 2005).

Por otra parte, en cuanto a los indicadores que resultan relevantes para el análisis de la sustentabilidad en el turismo, la variable territorio no solo es importante para medir los impactos locales del turismo, sino también para considerar las interacciones desventajosas que son extraterritoriales y que llegan a involucrar a los destinos turísticos con otras zonas geográficas y los elementos que componen un territorio, tanto los recursos tangibles como los actores locales y patrimonios intangibles.

En estos estudios, la incorporación del indicador *actores locales en el entorno de una estrategia turística* es igual de relevante para analizar la sustentabilidad. En términos de medición, aún no se integran fehacientemente los exámenes sobre los efectos sociales de los desenvolvimientos turísticos, mismos que tienden a ocurrir a nivel local y regional de forma paralela a las consecuencias ecológicas y a la afectación de los sistemas globales (Gössling *et al.*, 2002) como una de diversas consecuencias de las dinámicas operativas de un destino turístico. Esa integración resulta necesaria para bosquejar una respuesta correcta a las lógicas y necesidades de los agentes en el territorio (Frunza & Pascariu, 2009; Hunter, 1997; Mill & Morrison, 1985), en correspondencia con los requerimientos necesarios para la recuperación y conservación ecológica. Al respecto, es útil la definición de Santos (1996) "racionalidad del espacio".

También, al considerar a los actores locales, es viable repensar la manera en que la prevalencia de una actividad económica influye en los patrimonios intangibles que están presentes en un territorio. Son las dimensiones sociales y culturales menos exploradas cuando se examinan los riesgos que derivan del sistema socioeconómico actual para lograr un desarrollo sustentable (Chan *et al.*, 2012; Foladori & Pierri, 2005; Garmestani & Benson, 2014; Reyers *et al.*, 2013; Tuvendal & Elmqvist, 2011).

En torno a estas discusiones vigentes, aquí se expone la relevancia del indicador emisiones de CO₂ de vuelos aéreos para analizar la sustentabilidad. Al respecto, desde un enfoque integral, Gössling *et al.* (2002) introducen el *análisis de la huella ecológica* para una mayor escala de medición. Para estos autores, el turismo es un medio adecuado para "integrar regiones remotas en la economía mundial", con el transporte masivo de bienes y productos y, al mismo tiempo, también de clientes. Debido a esto, Gössling *et al.* (2002) afirmaron que "cualquier estrategia hacia un turismo sostenible debe buscar reducir las distancias de transporte y, viceversa, cualquier turismo basado en el tráfico aéreo debe considerarse insostenible".

Sobre los aspectos globales del transporte turístico y las estrategias basadas en el transporte masivo de clientes parece haber una elusión (Gössling *et al.*, 2002). No se considera, por ejemplo, el saldo en emisiones y el alto consumo de energía del transporte, factores importantes para medir el daño ecológico de un destino no solo en lo local o regional. Uno de los principales argumentos de estos autores es que los viajes de larga distancia contribuyen sustancialmente al calentamiento global (Gössling *et al.*, 2002).

Teniendo esto último en cuenta y las posturas y discusiones brevemente presentadas, aquí se hace un análisis de los vuelos nacionales e internacionales en el aeropuerto de Cancún, Quintana Roo, principal entrada de una estrategia turística que se basa en la transportación masiva de personas. Los vuelos aéreos en este destino suponen una alta integración con otros territorios, tanto nacionales como internacionales, y al mismo tiempo una alta emisión de CO₂. Este problema crece cuando se considera la transportación de bienes para una estrategia económica no diversificada, aunque esto último no se analiza aquí, dado que también incluye transportación terrestre. Se defiende aquí la tesis de que la estrategia turística basada en la transportación masiva de clientes no es sustentable, no obstante la multiplicidad de acciones de conservación ecológica y el diseño de estrategias turísticas —en teoría amigables con el medio ambiente—, dado que son insuficientes por la magnitud del número de vuelos y distancias recorridas. Para ello, se analizaron vuelos nacionales e internacionales entre 2014 y 2016.

Metodología

Se calcularon las emisiones de CO₂, producidas por vuelos comerciales nacionales e internacionales hacia y desde un destino turístico, como un indicador relevante para medir la sustentabilidad de una estrategia económica, que es dependiente de los vuelos para su funcionamiento. En añadido, se calculó el promedio de pasajeros en estos vuelos para definir un *incremento de población* como un indicador relacionado, que se dedujo por el número de pasajeros que arribó al destino, tanto por vuelos internacionales (F_{IN}) como nacionales (F_{NN}). La distancia promedio de los vuelos evidenció la incidencia en condiciones ecológicas extraterritoriales. La suma de estos indicadores supone una escala de análisis espacial y multidimensional, que no se circunscribe únicamente al crecimiento económico local. Los datos obtenidos se confrontaron con información sobre *incremento de población* y *emisión de desechos sólidos*. La correspondencia entre el incremento de cada uno de los indicadores permite subrayar preliminarmente la necesidad de acciones de mitigación de la emisión de CO₂ generadas por los aviones en el destino.

El análisis se apoyó en información estadística disponible sobre los arribos y salidas de vuelos nacionales e internacionales. Desde esta información, se obtuvo un registro completo sobre la distancia (D), la frecuencia (F) y el número de pasajeros (PSR) entre los años 2014 y 2016. Esta información se obtuvo con los datos que proporciona la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT, 2017).

La emisión de carbón generada por cada pasajero en cada vuelo fue calculada empleando la calculadora de emisión de carbono (CEC) de la Organización de la Aviación Civil Internacional (*International Civil Aviation Organization*) (ICAO, 2017). La CEC resulta sustantiva en estos cálculos, ya que emplea la mejor información pública disponible de la industria de la aviación y está vinculada a bases de datos internacionales, que son constantemente actualizadas. En esta base de datos se encuentra la información vigente sobre el tráfico aéreo y los datos de operación, tipo de consumo por combustible, tipos de aviones (los más usados comúnmente, entre otros). Además, la CEC calcula el consumo de combustible para cada viaje, basándose en la información referida anteriormente, así como con la distancia entre los aeropuertos.

Al mismo tiempo, esta base de datos deduce los índices de carga de los pasajeros, los cuales se utilizan para obtener la proporción de combustible utilizado por cada uno de ellos, obteniendo así las emisiones de CO₂/pasajero (ICAO, 2017).

Para este análisis se calculó un promedio de pasajeros por vuelo, utilizando la frecuencia de vuelos y el número total de pasajeros para cada ruta que llegó y salió al y desde el Aeropuerto Internacional de Cancún (CUN). Esta información se incorporó a la CEC, obteniendo los kilogramos de combustible de la

aeronave utilizados para cada vuelo, así como los kilogramos de CO₂ emitidos por pasajero durante cada viaje. Es importante mencionar que otros gases de efecto invernadero no se incluyeron en este análisis, a pesar de que causan un gran impacto en la atmósfera, porque el objetivo de este estudio fue estimar la huella ecológica global de este destino a través de las emisiones de carbono como una evidencia de la extraterritorialidad de la insustentabilidad presente. Además, es necesario indicar que uno de los inconvenientes de la CEC es que algunos aeropuertos o rutas no se consideran en sus bases de datos; por lo tanto, algunos vuelos no pudieron ser tomados en cuenta en este análisis. Sin embargo, los vuelos segregados solo representaron alrededor del 1% del total de vuelos analizados por lo que no afecta el análisis global.

Resultados

Ocurre en los años objeto de estudio (2014-2016) una concentración poblacional que se incrementa anualmente en los municipios de Benito Juárez y Solidaridad, mayormente, donde se ubican la Zona Hotelera de Cancún y Playa del Carmen, respectivamente. Este incremento de población presente en el territorio implica una intensidad creciente en el uso de recursos hídricos y de energía por concepto de alojamientos. También, representa un proceso de extensión de la huella ecológica hacia otros territorios (globalmente, pero principalmente con los Estados Unidos y Canadá aunque se incluyen territorios de Europa, Asia y el resto del continente americano), a partir de la necesidad de bienes de consumo y el traslado de clientes.

Esa dependencia a vuelos aéreos que manifiesta este destino se traduce en 177 llegadas nacionales e internacionales en promedio por día y en el periodo objeto de estudio. De la información recopilada durante esta investigación, se encontró que el aeropuerto de Cancún (CUN) recibió en el periodo objeto de estudio un promedio de 40 507 vuelos internacionales y 24 254 vuelos nacionales por año, transportando estos alrededor de 11 022 157 pasajeros en el mismo lapso de tiempo y manifestando un aumento progresivo de vuelos entre 2014 y 2016 (tabla 1).

Tabla 1. Arribos y salidas internacionales y nacionales hacia y desde Cancún durante 2014, 2015 y 2016.

Origen en	Año			Vuelos promedio por año	
	2014	2015	2016		
International	hacia CUN	35 772	41 048	44 701	40 507
	desde CUN	35 591	41 071	44 713	40 458
Nacional	hacia CUN	22 733	24 028	26 002	24 254
	desde CUN	22 690	23 903	25 977	24 190
Total de vuelos por año		116 786	130 050	141 393	129 410

Fuente: Elaboración propia con información de SCT (2017).

Si se contrastan estos datos con información obtenida en el INEGI sobre la población total de Quintana Roo, la cual era de 1 325 578 personas en 2010, se observa un incremento poblacional provocado por la estrategia turística (figura 1).

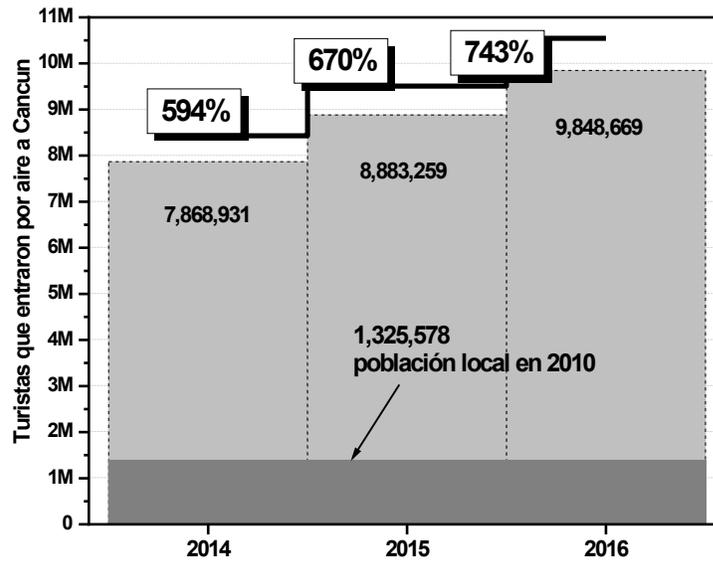


Figura 1. Comparación simple entre población radicada en Cancún según el INEGI y el incremento anual de arribo de turistas al territorio.
Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2010) y SCT (2017).

En teoría, esto podría denotar que la intensidad en el uso de los recursos ecosistémicos tiene un aumento considerable como resultado de las actividades turísticas en los territorios mencionados. Las demandas del crecimiento del servicio turístico, que suponen la atracción y traslado incremental de clientes, ponen en entredicho que ese crecimiento se realiza bajo condiciones que permiten restablecer los recursos necesarios para que el sistema ecológico se mantenga saludable, cuando no consideran variables importantes que denotan una mayor intensidad en el uso de los recursos. Esto hace referencia a una pregunta que tradicionalmente se debate cuando se habla de sustentabilidad en el turismo ¿Cuáles son los riesgos que hacen que se supere la capacidad de carga de un sistema bajo explotación turística? Como Hunter (1997) afirma, dentro de una ‘perspectiva balanceada’, respuestas incorrectas a esta cuestión provocan interpretaciones más débiles, rodeadas de ‘soluciones oscuras’ al abordar los riesgos y consecuencias de las actividades turísticas. Dentro de estas “soluciones”, el mismo autor define el ecoturismo y el turismo alternativo como estrategias que pueden ser interpretadas como un intento de administración ambiental (Hunter, 1997), empero que no logran establecer un equilibrio que permita la restauración ecológica efectiva en aquellos destinos donde los recursos tangibles forman parte de la oferta.

Estas estrategias imprecisas se corresponden con una visión inadecuada, orientadas a reproducir los intereses de crecimiento, que a menudo utiliza las evaluaciones de impacto ambiental para describir la base de recursos ambientales relacionados con una oferta o destino turístico (Hunter, 1997). Así, bajo criterios que son cuestionables y que están enmarcados dentro de esta visión incompleta, se propone una integración de clientes, residentes y oferentes del servicio turístico y se sugiere que las áreas naturales y la población local están unidos en una relación simbiótica. Sin embargo, muchos destinos donde se aplican los preceptos emanados de este tipo de visión tienden a ser al mismo tiempo peligrosos y autodestructivos con el ecosistema (Tsaur *et al.*, 2006).

Una medición errada de la sustentabilidad en el caso de Quintana Roo consiste en no considerar como un riesgo este incremento de población, que ocurre de manera exponencial y que se materializa a través de cientos de vuelos anuales, tanto nacionales como internacionales (40 507 internacionales y 24 254 nacionales en promedio al año). Incluso, aquellas aproximaciones que contemplen este incremento de población como un riesgo que puede ser manejado con turismo alternativo incurren en el error de soslayar, en primer lugar, el considerable impacto que tienen los vuelos en el territorio por concepto de emisiones; en segundo lugar, la magnitud que tiene esa concentración en el uso de energía por concepto de alojamiento, traslado y alimentación; y en tercer lugar, el incremento de desechos sólidos resultante de la misma concentración poblacional. Todos estos son aspectos que tienen que ser considerados para analizar la sustentabilidad del destino.

En el caso de estudio aquí presentado, son riesgos relacionados a la estrategia turística los vuelos en Cancún y la emisión de CO₂ que originan, la concentración poblacional resultante y los desechos sólidos que provienen de esa alta concentración poblacional. Resultaría relevante entonces conocer en qué sentido asumir esos riesgos significa una necesidad decisiva para el territorio que, además, permita la satisfacción de necesidades para actores diferentes a los clientes y los oferentes del servicio turístico. Por otra parte, resulta importante también determinar cuáles estrategias son las que reducen los impactos de estos riesgos.

Desde el punto de vista que aquí se presenta, el número e incremento de vuelos y el consiguiente crecimiento poblacional están afectando la pervivencia de los patrimonios tangibles que se incluyen en la oferta del destino mencionado. En este sentido, este tipo de desarrollo está afectando los límites del crecimiento del destino y está originando una falla en la reproducción equilibrada de las condiciones sociales, ecológicas y naturales, ello sin satisfacer plenamente las necesidades de otros actores que conviven con el destino turístico, como lo es el caso de las comunidades Mayas originarias. De acuerdo con esto último, la definición de *no sustentable* refiere la desconexión que existe entre los riesgos que se toman para el desempeño de una estrategia turística y la ausencia de estrategias para mitigarlos, tanto desde el punto de vista ambiental como social, político y económico. Conocer los riesgos y diseñar estrategias de desarrollo que los mitigan o disminuyen permite superar la planificación basada exclusivamente en la conservación ambiental.

Como se refiere en la literatura sobre turismo, hay al menos cuatro componentes sustantivos al considerar la cualidad sustentable: a) la demanda (satisfacer las necesidades y deseos de los turistas); b) la oferta (incluye las acciones de los prestadores de servicios públicos y privados y sus necesidades); c) las necesidades de las comunidades locales; y c) recursos culturales, naturales e infraestructura.

Cada uno de ellos abarca procesos, procedimientos y acciones que necesariamente están interrelacionados bajo una condición de sustentabilidad. La evaluación de esa correlación entre los procesos, procedimientos y acciones en un destino particular es un factor clave para determinar la sustentabilidad.

Así, en el caso de Cancún, Quintana Roo, la dependencia aérea para el traslado de clientes y bienes de consumo es una característica negativa para el análisis de la sustentabilidad, que se suma a otras peculiaridades de desenvolvimiento locales que están asociadas al turismo. Ejemplos notables de estas son el traslado terrestre de clientes hacia atractivos turísticos en el territorio y de bienes de consumo para la oferta del servicio, lo que aumenta el uso de energía y de desechos sólidos, que es resultante de la concentración de población.

Aunque los niveles de emisión de CO₂ en este destino no solo están vinculados a los vuelos, la dependencia a estos permite interpretar un amplio alcance de la incidencia de esas emisiones, sobre ecosistemas inmediatos y distantes. En cuanto a esta incidencia, resalta el hecho de que Quintana Roo es el destino de veinte y seis rutas nacionales en el periodo objeto de estudio, donde sobresale el caso de la Ciudad de México, un territorio con una alta contaminación atmosférica, como principal emisor de esas rutas (figura 2a). Aquí lo interesante es que el *alcance ecológico* de esta estrategia tiene un gran impacto en el ámbito nacional.

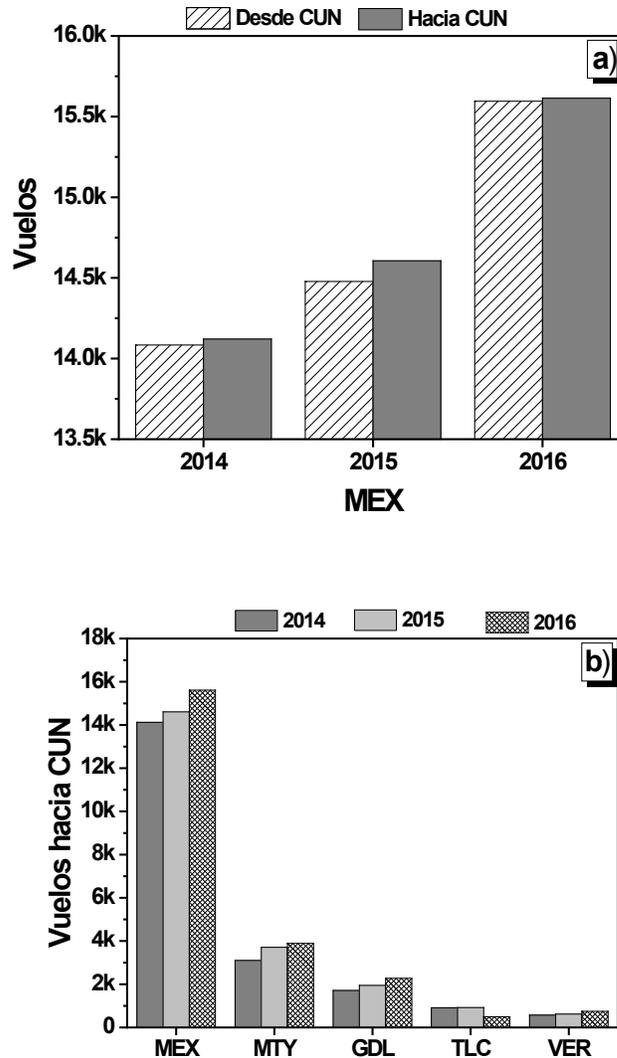


Figura 2. Comparación de los vuelos nacionales hacia y desde Cancún (2014-2016): a) Principales vuelos nacionales hacia Cancún, b) Crecimiento del número de vuelos MEX-CUN. Cancún (CUN); Ciudad de México (MEX); Monterrey (MTY); Guadalajara (GDL); Toluca (TLC); Veracruz (VER). Fuente: Elaboración propia con información de SCT (2017).

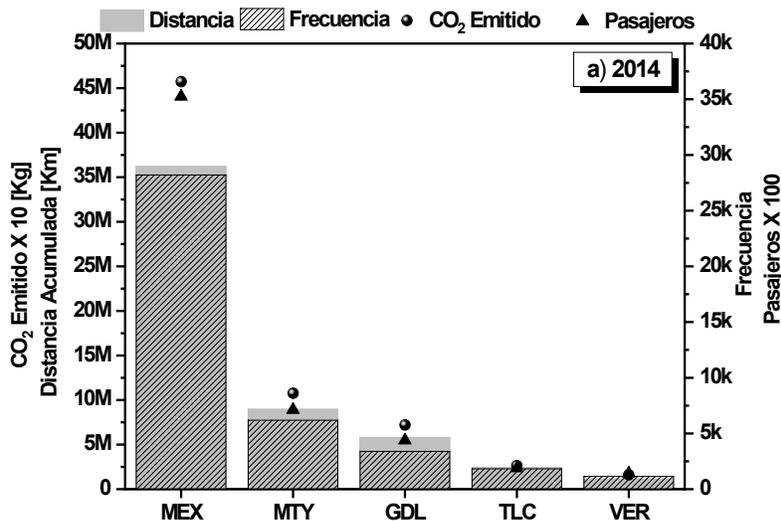
En el mismo ámbito, otras rutas importantes en el periodo objeto de estudio y en términos de frecuencia de vuelos (F), distancia recorrida (D) y número de pasajeros (P_{SGR}) son Monterrey (MTY), Guadalajara (GDL), Toluca (TLC) y Veracruz (VER) (figura 2b). Estas rutas son también las que representan un mayor nivel de emisión de CO₂. Sin embargo, la intensificación en los últimos años de la frecuencia y

el número de pasajeros trasladados desde la Ciudad de México únicamente incrementó la emisión a 550 kg CO₂ durante 2016, como se muestra en la figura 3. Es importante notar que este incremento es mayor incluso a otras rutas de carácter internacional. De manera específica, en este aumento de emisiones de CO₂ influye la mayor frecuencia de vuelos sobre una distancia aproximada de 1284.3 km entre MEX y CUN.

El resto de las rutas —que aquí son representadas por sus códigos IATA— también mostró un incremento similar en relación con: a) emisiones de CO₂ (indicadas con un punto); b) distancia acumulada en vuelos hacia y desde Cancún (CUN) (presentada en columna sombreada); c) frecuencia de vuelos, que es el total de vuelos desde y hacia Cancún (presentado en columna a rayas); y d) el número total de pasajeros transportados (indicado con triángulos). Para facilitar el análisis y correlacionar los datos, se presentan todas las variables en la misma figura. Es importante mencionar que el valor de las variables distancia (D) y CO₂ emitido se leen en la escala del lado izquierdo de las figuras, y las variables frecuencia (F) y pasajeros en la escala del lado derecho. De esta manera, se tiene que en el año 2014 el número de pasajeros que viajaron en la ruta MEX-CUN fueron alrededor de 3.5 millones (en la gráfica se lee 35K por 100), emitiendo 450 millones de kilogramos de CO₂ (en la gráfica se lee 45M por 10).

Una variación importante observada en la frecuencia de los vuelos es que la integración de territorios que condiciona este destino turístico se extiende por vastas regiones a nivel nacional. Esta característica sigue creciendo al promoverse nuevas rutas aéreas. En 2016, por ejemplo, la ruta Toluca-Cancún es superada por la ruta de El Bajío (BJX) (figura 3c), que representa una mayor distancia respecto a la anterior y una mayor emisión de CO₂ por concepto de traslado de pasajeros.

Los resultados muestran que las rutas de mayor importancia provienen de ciudades donde existe mayor concentración de población, industrialización y contaminación, lo que indica que los vuelos desde y hacia Cancún —potencialmente— están generando un proceso de intensificación de las condiciones de contaminación en aquellos lugares; por tanto, la mayor emisión de CO₂ de los vuelos aéreos ocurre durante el aterrizaje y el despegue de las aeronaves. De acuerdo con los ejemplos anteriores, en la evaluación sobre la sustentabilidad del destino turístico y en los análisis sobre la huella ecológica del mismo no existen estudios que significativamente hayan analizado el impacto medioambiental de la dependencia a los vuelos que sostiene esta estrategia turística.



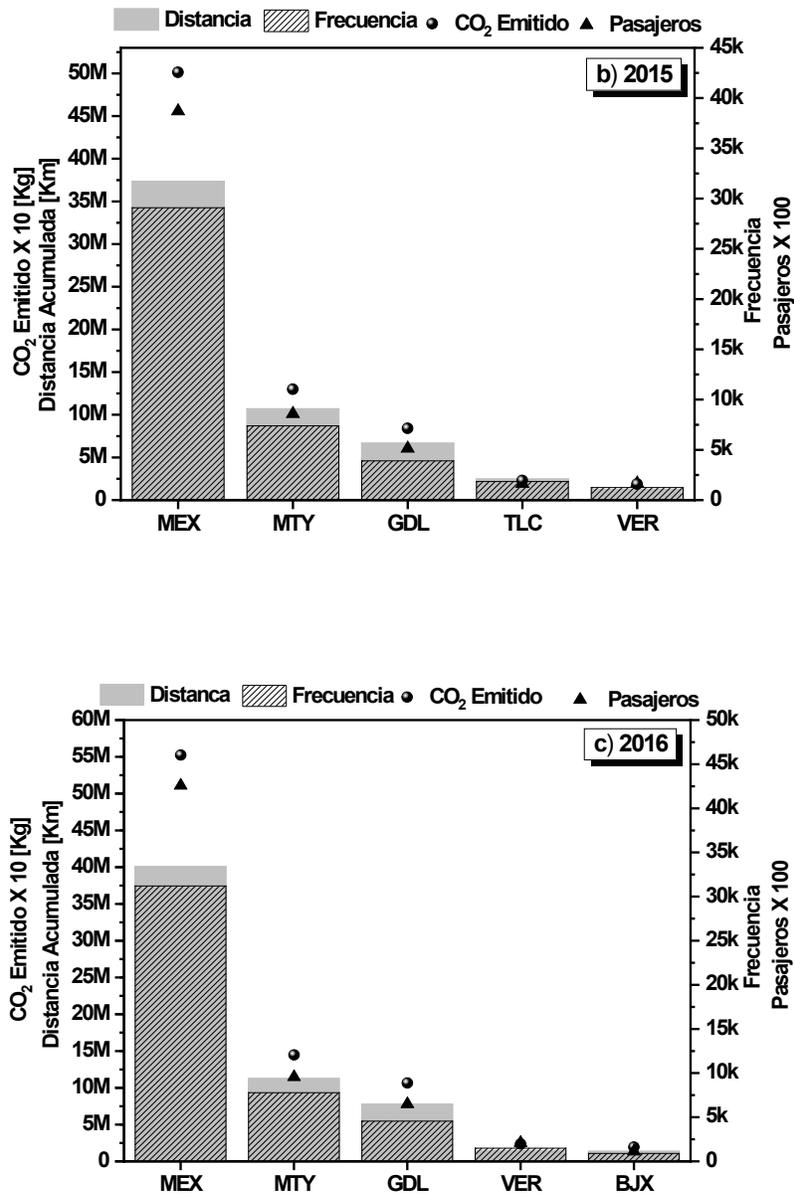


Figura 3. Emisiones de CO₂ de vuelos nacionales hacia y desde Cancún entre: a) 2014, b) 2015 y c) 2016.
Fuente: Elaboración propia con información de SCT (2017).

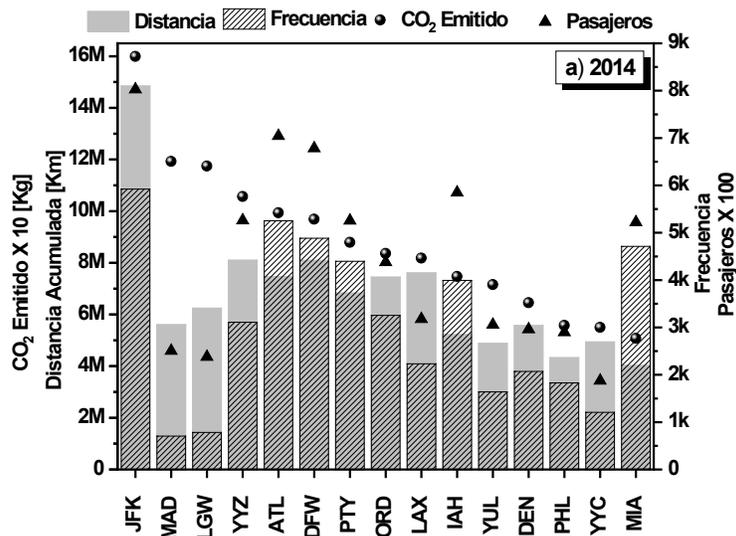
En el caso de los vuelos nacionales, otro aspecto a considerar con respecto a la huella ecológica, y que es resultante de la integración económica con otros territorios, es que también hay rutas establecidas que con un menor número de vuelos representan una emisión considerable de CO₂ por el traslado de carga hacia el destino (por ejemplo, Mérida [MID], Tijuana [TIJ] y Puebla [PBC]). En este grupo resalta el caso de Mérida porque la distancia promedio entre esta ciudad y CUN es de 288.87 km; no obstante, la carga trasladada en 619 vuelos y entre 2014 y 2016 fue de 4 664 326 kilogramos, una cantidad solo superada por la Ciudad de México, que es la principal fuente de productos y bienes de consumo en el país (SCT, 2017).

Resulta relevante este caso con respecto a la integración de los territorios que promueve este destino y su consiguiente *huella ecológica extendida o integrada*, porque con menos vuelos que otros territorios –por ejemplo, MTY con 10 707 vuelos, GDL con 5931 vuelos y TLC con 2327 vuelos (SCT, 2017)–, transporta mayor carga en el mismo periodo. Esto es significativo por ser una evidencia de la complejidad de la huella ecológica extendida como resultado de la dependencia a los vuelos que tiene la estrategia turística en Cancún, y que no solo se manifiesta por el traslado de pasajeros. Los vuelos de carga también representan una fuente de emisión de CO₂ en el ámbito nacional, al ser un componente sustancial de la estrategia turística.

Otra evidencia de lo mismo es que, en los tres años de estudio se abrieron nuevos vuelos hacia la oferta aun cuando representan cortas distancias. Tal es el caso de Cozumel (D = 35 km), Campeche (D = 401 km) y Ciudad del Carmen (D = 578 km).

En lo relativo a los vuelos internacionales, se reproduce la misma tendencia de incremento de F y con un consiguiente aumento de D (figura 4; léanse las variables de la misma manera que para la figura 3). Sin embargo, se manifiesta otra característica relacionada con vuelos que representan una mayor distancia al destino, aunque con una menor frecuencia. En estos casos, la emisión de CO₂ se define a partir de la distancia recorrida y en menor medida por la frecuencia.

Dentro del grupo que implica una mayor frecuencia de vuelos en el plano internacional, existe una sobrerrepresentación de vuelos con diferentes orígenes y destinos dentro de Estados Unidos y Canadá. En un segundo grupo con mayor distancia, aunque con menor frecuencia, hay una variedad de orígenes y destinos relacionados con Europa, Asia y otras regiones en América del Sur. Ambos conjuntos implican una integración con otros territorios, aunque la mayor intensidad se define en América del Norte, siendo América del Sur, el Caribe y Europa las otras regiones que manifiestan este vínculo de manera notable.



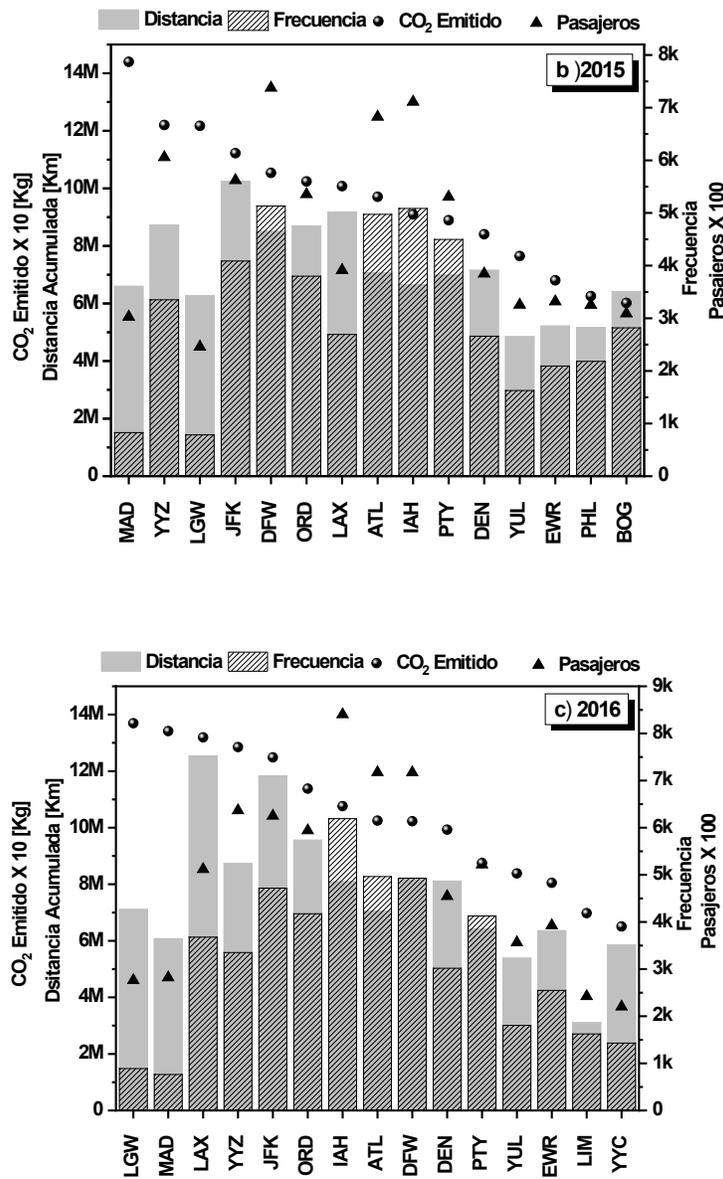


Figura 4. Emisiones de CO₂ de vuelos internacionales hacia y desde Cancún, entre: a) 2014, b) 2015 y c) 2016.
Fuente: Elaboración propia con información de SCT (2017).

En aquellos vuelos internacionales donde la distancia es mayor, y aunque no implican una mayor transportación de pasajeros en comparación con otros destinos, existe una mayor emisión de CO₂; tales son los casos de Madrid (MAD), Londres (LGW) y Toronto (YYZ). Este es un tipo de comportamiento diferente al observado en destinos como Atlanta (ATL), Houston (IAH) y Dallas (DFW) que transportan la mayor cantidad de pasajeros en el periodo, aunque no son los principales emisores de vuelos.

Como se puede apreciar en la figura 4, los vuelos internacionales directos y más frecuentes están vinculados a "ciudades puerta" de Estados Unidos y Canadá. Dentro de estos últimos (con más de 1000 vuelos por año) se encuentran Nueva York, Atlanta, Dallas, Miami, Houston, Chicago, Los Angeles, Charlotte y Denver. En este grupo, los vuelos provenientes de Panamá y Toronto también son relevantes.

Entre 2014 y 2016 hay un incremento de la emisión de CO₂ por vuelos internacionales hacia y desde Cancún debido al aumento de la frecuencia de vuelos ya establecidos, por ejemplo, Los Ángeles, Chicago, Denver, London, Calgary, Philadelphia, Houston y Miami (en el caso de Los Ángeles y Houston, en 2016, superaron a Nueva York en distancia y frecuencia, respectivamente). Además, el incremento también se debe a la apertura de nuevos vuelos, por ejemplo, Fort MacMurray, Liège, Guatemala, Río de Janeiro, Cayo Coco y Buffalo; y en 2016, Nueva Orleans, Santa Clara, Punta Cana, San Juan, Covington, entre otros (aunque estos últimos no están reflejados en los gráficos dado que no son grandes emisores de vuelos).

Tabla 2. Aeropuertos internacionales principales, frecuencia de vuelos y distancias 2014-2016.

	2014		2015		2016		Total	
	F	D	F	D	F	D	F	D
NEW YORK	5923	14 844 341.1	4087	1 024 2921.1	4718	11 824 346.0	14728	36 911 608.2
LOS ANGELES	2233	7 606 625.18	2694	9 177 003.24	3678	12 528 959.9	8605	29 312 588.3
CHICAGO	3254	7 447 787.74	3798	8 692 900.38	4175	9 555 781.75	11227	25 696 469.9
TORONTO	3109	8 099 535.71	3351	8 729 991.69	3352	8 732 596.88	9812	25 562 124.3
DALLAS	4884	8 093 325.24	5133	8 505 945.63	4929	8 167 895.19	14946	24 767 166.1
ATLANTA	5253	7 467 612.27	4975	7 072 410.25	4963	7 055 351.17	15191	21 595 373.7
DENVER	2071	5 569 188.23	2660	7 153 085.8	3017	8 113 105.21	7748	20 835 379.2
PANAMA	4397	6 832 278.45	4498	6 989 217.3	4128	6 414 292.8	13023	20 235 788.6
HOUSTON	3995	5 221 984.35	5086	6 648 063.18	6192	8 093 748.96	15273	19 963 796.5
LONDRES	782	6 244 590.62	785	6 268 546.85	890	7 107 014.9	2457	19 620 152.4
MADRID	704	5 604 037.12	829	6 599 072.12	763	6 073 693.64	2296	18 276 802.9
CALGARY	1207	4 937 619.74	1271	5 199 432.22	1430	5 849 872.6	3908	15 986 924.6
MONTREAL	1638	4 880 224.44	1628	4 850 430.64	1807	5 383 739.66	5073	15 114 394.7
PHILADELPHIA	1828	4 328 119.04	2183	5 168 645.44	2095	4 960 289.6	6106	14 457 054.1
MIAMI	4711	4 027 528.12	5316	4 544 754.72	5976	5 109 001.92	16003	13 681 284.8

F = frecuencia de vuelos; D = distancia en Km.

Fuente: Elaboración propia con información SCT (2017).

Este incremento de emisiones de CO₂ se materializa en un aumento del 27% entre los años 2014 y 2016. Las emisiones derivadas de vuelos internacionales están por encima de los 2000 millones de kilogramos (figura 5). Al mismo tiempo, en el caso de los vuelos nacionales también se observa una variación incremental, aunque oscilan en el orden de los 750 millones de kilogramos por año.

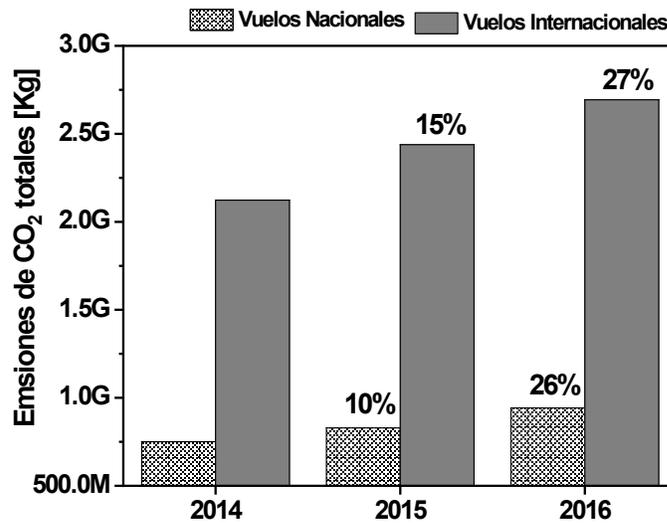


Figura 5. Total de kilogramos de CO₂ emitidos por la transportación aérea en Cancún.
Fuente: Elaboración propia

Al no considerar estas altísimas cifras de emisión de CO₂ al evaluar la sustentabilidad del destino turístico de Cancún, se hace un análisis incompleto, debido a la importancia que revisten los vuelos para el desempeño de esta estrategia económica en el Estado de Quintana Roo y también por el impacto para el medio ambiente. Los estudios de desempeño ambiental que no consideran este factor soslayan el efecto real para el medio ambiente de esta estrategia. Además, otros fenómenos relacionados y que también constituyen problemas para el medio ambiente son la concentración poblacional, el aumento de desechos sólidos y aumento del uso de energía.

Asimismo, la dependencia aérea de este destino se suma a otros factores inherentes al territorio donde está enclavada esta estrategia y que ponen en entredicho la sustentabilidad de este, cuando no son claras las acciones para mitigar la huella ecológica del desempeño económico asociado al turismo. Esto es relevante porque esa huella ecológica negativa ocurre paralelamente con otros procesos y situaciones que implican una alta emisión de CO₂ en el estado. Ocurren, por ejemplo, con relativa frecuencia, incendios forestales que disminuyen la capacidad en el territorio para digerir precisamente la emisión de distintos gases de efecto invernadero. Era este el segundo estado con este tipo de siniestros en 2012 (Cruz *et al.*, 2014). Conjuntamente, en el mismo estado existen emisiones de CO₂ de aproximadamente 269 990.06 toneladas por año en términos de producción de electricidad —que también es consumida por el área turística enclavada en el municipio de Benito Juárez. Además, el factor de transporte terrestre no es suficientemente investigado al existir diferentes destinos tanto turísticos para poblacionales, en un territorio de extensas distancias de recorrido, los que también implican emisiones de CO₂ que terminan por afectar el ciclo natural de absorción (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 1999).

Conclusiones

Las emisiones de CO₂ del transporte aéreo son un factor importante para evaluar la extensión del "alcance ecológico" en un destino turístico que depende de ellos para su desempeño. Este mismo factor es sustantivo para considerar los aspectos locales y globales de la sostenibilidad, incluso para analizar cuáles son las acciones a desarrollar dentro de la estrategia económica turística, para disminuir o mitigar los impactos ambientales de esa dependencia.

En este artículo se presenta el caso de Quintana Roo, un estado mexicano donde el turismo es la principal actividad económica, la cual depende del transporte aéreo para su desempeño. Tanto en el área de Cancún (zona hotelera) como en Playa del Carmen y Tulum, existen desempeños turísticos con un crecimiento sostenido en la última década. Estos mantienen un ofrecimiento de planes turísticos que son asistidos por la transferencia de clientes que proporcionan diferentes líneas aéreas y con un alto costo en términos de emisiones de CO₂. En estos destinos, a menudo la sustentabilidad se evalúa sin tener en cuenta este indicador de vuelos aéreos. Por ello, aquí se refiere la necesidad de contemplar este indicador para medir la sustentabilidad, así como la necesidad de incorporar análisis más comprensivos y completos.

Aquí se demuestra que, como resultado de las operaciones aéreas que ocurren en el aeropuerto de Cancún, puerto de entrada de un territorio con una amplia oferta turística, existe un alto nivel de emisiones de CO₂. Esto puede considerarse como una externalidad negativa del crecimiento económico, presente en el mismo lugar, que afecta al ecosistema natural a nivel local y global.

Al no considerar este factor como relevante para evaluar la sustentabilidad de las estrategias turísticas que se desarrollan en el mismo espacio, también se soslayan otras correlaciones igualmente importantes para justipreciar la calidad sustentable. Entre ellas están: a) las emisiones de CO₂ resultantes del transporte terrestre, marítimo y de la generación de energía; b) la disminución de la superficie arbórea; c) el aumento de la infraestructura urbana; d) el aumento de la generación de residuos sólidos, entre otros.

Son elevadas las emisiones de CO₂ de los vuelos aéreos hacia y desde la estrategia turística que se desarrolla en Quintana Roo. Por ello, es posible afirmar que, como resultado del crecimiento turístico que allí ocurre, se está manifestando una emisión constante y creciente de CO₂, lo que puede estar influyendo en la degradación continua del ecosistema —no solo local sino globalmente. Este factor se debe analizar dentro de una perspectiva más profunda, donde además se estudien otros elementos que afectan a biodigestores naturales a través de procesos de contaminación asociados también al sector turístico. Solo así se puede considerar la calidad sustentable del destino y diseñar o planificar acciones de mitigación y ofertas turísticas ecológicas y amigables con el medio ambiente.

Los estudios que intentan medir la sostenibilidad, o elaborar soluciones en este destino, mediante la introducción de turismo alternativo o la enumeración de acciones de conservación sin considerar este y otros factores, elaboran perspectivas incompletas, al no discurrir sobre opciones significativas para crear soluciones económicas bajo una lógica de desarrollo sistémico (Gallopín, 2006; Tonolli, 2019). En este sentido, la información presentada aquí es relevante para evitar la falta de conocimiento sobre la influencia socioeconómica en los ecosistemas y para comprender las causas de las contracciones de los ecosistemas y los cambios no lineales que han sido corroborados en la región. También, esta información es pertinente para gestionar políticas públicas relativas a la adaptación y gestión de riesgos. El enfoque que aquí se propone amplía la perspectiva sobre la escala espacial para analizar la sustentabilidad en el turismo, al plantear que el alcance ecológico es mayor cuando en un destino existe una dependencia a los vuelos aéreos.

Referencias

- Chan, K. M. A., Guerry, A. D., Balvanera, P., Klain, S., Satterfield, T., Basurto, X., Bostrom, A., Chuenpagdee, R., Gould, R., Halpern, B. S., Hannahs, N., Levine, J., Norton, B., Ruckelshaus, M., Russell, M., Tam, J., & Woodside, U. (2012). Where are *Cultural* and *Social* in ecosystem services? A framework for constructive engagement. *BioScience*, 62(8), 744-756. doi: <https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.8.7>
- Cruz, X., Villers, L., & Gay, C. (2014). Black carbon and organic carbon emissions from wildfires in Mexico. *Atmósfera*, 27(2), 141-163. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-62362014000200004&lng=es&tlng=en
- Foladori, G., & Pierri, N. (coords.) (2005). *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*. Miguel Ángel Porrúa.
- Frunza, R., & Pascariu, G. (2009). The relationship between tourism and sustainable development in the European context. *Annals of Faculty of Economics*. 1. 293-298.
- Gallopin, G. (2006). *Los indicadores de desarrollo sostenible: Aspectos conceptuales y Metodológicos* [Ponencia]. Seminario de expertos sobre indicadores de sostenibilidad en la formulación y seguimiento de políticas. ECLAC.
- Garmestani, A. S., & Benson, M. H. (2013). A framework for resilience-based governance of social-ecological systems. *Ecology and Society*, 18(1), 9. doi: <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05180-180109>
- Gössling, S., Borgström, C., Hörstmeier, O., & Saggel S. (2002). Ecological footprint analysis as a tool to assess tourism sustainability. *Ecological Economics*, 43(2-3), 199-211. doi: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00211-2](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00211-2)
- Hunter, C. (1997). Sustainable tourism as an adaptative paradigm. *Annals of tourism research*, 24(4), 850-867. doi: [https://doi.org/10.1016/S0160-7383\(97\)00036-4](https://doi.org/10.1016/S0160-7383(97)00036-4)
- International Civil Aviation Organization (ICAO). (2017). *ICAO Carbon Emissions Calculator*. ICAO Environment. <https://www.icao.int/ENVIRONMENTAL-PROTECTION/CarbonOffset/Pages/default.aspx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (1999). *Aviation and the global atmosphere Intergovernmental Panel on Climate Change*. University Press.
- Ko, T. G. (2005). Development of a tourism sustainability assessment procedure: A conceptual approach. *Tourism Management*, 26(3), 431-445. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2003.12.003>
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). *Ecosystem and human well-being*. <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. (1972). *The limits to growth: A report for Club of Rome's project on the predicament of mankind*. Universe Books.
- Mill, R., & Morrison, A. (1985). *The tourism system: An introductory text*. Prentice Hall.
- Reyers, B., Biggs, R., Cumming, G. S., Elmquist, T., Hejnowicz, A. P., & Polasky, S. (2013). Getting the measure of ecosystem services: A social-ecological approach. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(5), 268-273. doi: <https://doi.org/10.1890/120144>
- Santos, M. (1996). *La naturaleza del espacio*. Ariel.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). (2017). *Estadística Operacional por Aerolínea / Traffic Statistics by Airline*. <https://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/aeronautica-civil/5-estadistica/53-estadistica-operacional-de-aerolineas-traffic-statistics-by-airline/>
- Smith, A. (1776). *An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations*. W. Strahan & T. Cadell.
- Tonolli, A. J. (2019). Propuesta metodológica para la obtención de indicadores de sustentabilidad de agroecosistemas desde un enfoque multidimensional y sistémico. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo*, 51(2), 381-399. <http://revistas.uncu.edu.ar/ojs/index.php/RFCa/article/view/2716>

-
- Tsaur, S., Lin, Y., & Lin, J. (2006). Evaluating ecotourism sustainability from the integrated perspective of resource, community and tourism. *Tourism Management*, 27(4), 640-653.
doi: <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2005.02.006>
- Tuvendal, M., & Elmqvist, T. (2011). Ecosystem services linking social and ecological systems: River brownification and the response of downstream stakeholders. *Ecology and Society*, 16(4), 1-16.
https://www.jstor.org/stable/26268970?seq=1#metadata_info_tab_contents
- UNWTO (World Tourism Organization) (2013). "Enhancing capacities for Sustainable Tourism for development in developing countries". *Sustainable Tourism for Development Guidebook*. <http://www.unwto.org/doi/pdf/10.18111/9789284415496>