

Bioeconomía ¿una opción para transitar hacia la economía verde en América Latina?

Bioeconomy, an option to move towards green economy in Latin America?

Artículo recibido 21/01/2017

Aceptado 16/05/2017

José Ignacio Ponce Sánchez
Aleida Azamar Alonso

RESUMEN

La bioeconomía sugiere transformar los sistemas económicos en economías que se basan en la utilización de biomasa, esto es una propuesta reciente dentro de la denominada economía verde y tiene la finalidad de superar la dependencia de los recursos fósiles y ofrecer soluciones a problemas globales como la escasez de alimentos, el abasto de energía y el cambio climático.

En este artículo se pretende identificar las fortalezas (recursos humanos calificados, infraestructura, inversión en I+D) en los países de América Latina para que mediante la bioeconomía basada en conocimiento puedan transitar hacia la economía verde. Para ello se realiza un análisis de cluster multivariado basado en indicadores socio-económicos, ambientales y científico-tecnológicos que permite comparar las diferentes capacidades de los países en esa región.

Palabras clave: bioeconomía, economía verde, cluster.

ABSTRACT

The bioeconomy suggests transforming economic systems in economies based on the use of biomass, this is a recent proposal within the so-called green economy and is intended to overcome dependence on fossil resources and offer solutions to global problems such as scarcity Food, energy supply and climate change.

This paper aims to identify strengths (qualified human resources, infrastructure, investment in R & D) in Latin American countries so that through knowledge-based bioeconomics they can move towards Green economy. For this, a multivariate cluster analysis based on socio-economic, environmental and scientific-technological indicators is carried out to compare the different capacities of the countries in that region.

Keywords: Bio-economy, green economy, cluster.

Cómo referenciar este artículo

Ponce, S. y Azamar, A. (2017). "Bioeconomía ¿una opción para transitar hacia la economía verde en América Latina?", *Administración y Organizaciones*, vol.19(37), 17-34.

Introducción

Desde la revolución industrial, los recursos fósiles han sido cada vez más utilizados como fuente de materiales y energía siendo determinantes en el crecimiento y desarrollo de la sociedad. Sin embargo, la sobreutilización de éstos ha provocado diversos problemas globales como el cambio climático, resultado del aumento de las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero (también conocidos como GEI) (PNUMA, 2011). Otros problemas son el crecimiento de la población mundial y la pérdida de biodiversidad, inseguridad alimentaria e hídrica con consecuencias económicas, sociales y políticas (OCDE, 2009).

Dada la magnitud de los desafíos actuales, es común escuchar que los organismos mundiales y los responsables de las políticas públicas, tanto a nivel nacional como internacional, exigen cambios importantes en la mayoría de los aspectos de uso contemporáneo de los bienes y las interacciones con el medio ambiente. De ahí la urgente necesidad de acelerar la transición hacia sociedades post-fósiles equitativas y sostenibles, con la construcción integral de dicha sociedad sobre la mejora de bienes, servicios y procesos sustentables así como la utilización de energía renovable y fuentes alternativas.

Ante este reto en la conferencia de Río + 20, en el año 2012, se impulsa el concepto de economía verde (Barbier, 2011). Éste es percibido como un camino hacia la sostenibilidad por organizaciones internacionales como el Banco Mundial (Fay, 2012), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2011) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2011). El concepto de economía verde se ha ampliado y ha sido definido por el PNUMA (2011) como una mejora de bienestar y equidad social. Se menciona que su adopción y ejecución, podría reducir de manera significativa los riesgos ambientales. La economía verde está planteada para que se tengan bajos niveles de carbono, eficiencia en el uso de los recursos renovables y reducción en el uso de los recursos no renovables, con énfasis en la preservación del capital natural –ecosistemas y recursos naturales– y que sea socialmente inclusiva. Además, la economía verde ayudaría a hacer frente a la crisis financiera y al cambio climático (PNUMA, 2011). Asimismo, se le consideró como un elemento esencial para alcanzar los objetivos de mitigación del clima perfeccionados en la reunión de París, Francia en el año 2015.

Por otro lado, es importante mencionar que en algunas ocasiones el término de crecimiento verde se utiliza indistintamente con el de economía verde. Este primero consiste en fomentar el crecimiento económico y el desarrollo, al mismo tiempo que los activos naturales continúen proporcionando bienes y servicios ambientales de los que depende el bienestar de la sociedad. Para lograrlo el crecimiento verde impulsa la inversión y la innovación que sustentarán el crecimiento sostenido dando lugar a nuevas oportunidades económicas (OCDE, 2011).

Lo anterior denota que la economía verde es un concepto “paraguas” que abarca diferentes implicaciones sobre el crecimiento y el bienestar, la eficiencia y la reducción del riesgo en el uso de los bienes naturales. Estas implicaciones, potencialmente contradictorias, requieren aclaraciones sobre la capacidad de una implementación de la economía verde para apoyar una transición hacia la sostenibilidad. A pesar de la popularidad del concepto de economía verde entre las instituciones de política internacional y sus diferentes programas, la operatividad del término para lograr una transición hacia la sostenibilidad puede ser cuestionada por la falta de un marco para su implementación. Ante esto, a escala internacional, la OCDE y la Unión Europea (UE) están desarrollando estrategias, políticas y programas de implementación y apoyo para la economía verde.

En el marco de la economía verde, surge la Bioeconomía Basada en Conocimiento (BBC), la cual es una estrategia planteada por la OCDE, la UE y los Estados Unidos de Norteamérica (EE.UU.). La cual ha sido impulsada a través de diversos agentes –academia, gobierno, industria y sociedad civil– para la creación de nuevas formas de producción y consumo sustentables. Esta “nueva economía” se fundamenta en el incremento del uso de los recursos biológicos a medida que se reduzca el consumo de petróleo y carbón.

La BBC es más que la sustitución de los recursos energéticos. Su potencial se encuentra en el diseño, producción y refinamiento de productos; dando origen a nuevas líneas de bienes y servicios, así como al desarrollo de innovaciones para procesos más eficientes. Estos cambios se presentan mediante la modificación y transformación de la biomasa a partir del conocimiento científico y tecnológico (biotecnología, nanotecnología, y en algunos casos, de las Tecnologías de la información y comunicación -TICs-). Por lo tanto, la BBC se puede definir como una economía donde la producción y distribución de los bienes y servicios que se obtienen de la transformación de organismos vivos como plantas, animales, bacterias, virus, o enzimas. Por medio del conocimiento científico, bio o nanotecnológico, se satisfacen las necesidades del consumidor con procesos y productos sustentables (European Commission, 2012; European Commission, 2013).

La BBC busca satisfacer los requisitos para la sostenibilidad de las perspectivas ambientales, sociales y económicas planteadas en la economía verde. La OCDE en el informe *The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda* (2009) y por su lado la UE en *Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe* (2012) indican que la transición hacia la bioeconomía tendría beneficios potenciales para la sociedad. Entre los beneficios más notables se contemplan la reducción de los gases efecto invernadero (GEI), la disminución de la dependencia de los recursos fósiles y, una gestión de los recursos naturales de una manera más prudente. Todos estos contribuirán a la seguridad alimentaria. Otros efectos positivos de la transición a la BBC serían la generación de empleos en los entornos rural y urbano, mediante la creación de nuevos mercados

no alimentarios para la agricultura, como los biocombustibles y nuevos materiales, en asociación con los mercados de alimentos existentes. En combinación con otras fuentes de ingreso para los agricultores, se puede dar un gran impulso para mejorar las condiciones socioeconómicas de las zonas rurales, particularmente en los países en desarrollo.

Existen acuerdos internacionales para realizar de forma urgente la transición de los sistemas económicos actuales a la economía verde por medio de la BBC a nivel mundial (OCDE, 2009) y regional (European Commission, 2012; CEPAL, 2015). Estos acuerdos deben considerar los diferentes niveles de desarrollo económico, científico y tecnológico, algunas economías nacionales pueden no estar preparadas para desarrollar innovaciones y estrategias como la bioeconomía.

Dentro del contexto de la economía del aprendizaje Lundvall (1992:324) señala que “algunos sistemas nacionales pueden, por razones históricas, estar mejor preparados para hacer frente a un nuevo contexto que otros”. Debido a que la utilización de conocimiento científico y tecnológico es fundamental para el desarrollo y mejoramiento de bienes y servicios basados en biomasa, esta suposición también es válida para la transición hacia una BBC.

El objetivo de este trabajo consiste en examinar las diversas condiciones de los sistemas nacionales de innovación en 19 países de América Latina, para la posible adopción o transición hacia una bioeconomía basada en el conocimiento, por lo que se analizan datos empíricos y se comparan las características de los sistemas de innovación de cada país. El documento está dividido en tres apartados. En la primera sección se presenta el marco teórico del análisis centrado en los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI); en el segundo apartado se describe la metodología utilizada para realizar el estudio; en la tercera parte se muestran los resultados que se obtuvieron y algunas de las implicaciones. Por último, se presentan las conclusiones.

Los sistemas nacionales de innovación

Para realizar una transición del sistema actual de producción, basado en fuentes de energía no renovables, el uso de insumos y procesos poco sustentables. Son importantes para promover innovaciones incrementales, ya que por sí solas no bastarán. Innovaciones tecnológicas más radicales, son cruciales para una transición exitosa a un sistema más sostenible como lo es la BBC, dichas innovaciones son necesarias, deben ser aplicables en diversos sectores como: agricultura, salud, energía, entre otras. Los usuarios finales, la industria, los responsables de las políticas y otros grupos de interés forman parte de las modificaciones que exige dicha transición.

Debido a su complejidad, la investigación aplicada que desembocará en esas innovaciones deberá organizarse en una red de diferentes disciplinas y agentes. Por lo tanto, los investigadores y desarrolladores de biotecnología, además de las ciencias afines y complementarias a esta, deben considerar aspectos tecnocientíficos, socioeconómicos, normas sociales, legislación, formación de la cadena de suministro, desafíos logísticos, eficiencia de costos, adopción por parte de los usuarios finales y formación de mercados. Sin embargo, los modelos clásicos de la innovación a menudo se centran en gran medida en los aspectos científicos y tecnológicos, examinando sólo brevemente los aspectos socioeconómicos al final del proceso de investigación. Esto con frecuencia resulta en una multitud de barreras no reveladas que impiden la adopción de innovaciones por parte del usuario final.

Debido a que el entorno necesario para la BBC es complejo, multidisciplinario y dinámico, la innovación se aborda cada vez más desde una perspectiva de sistemas. El enfoque de sistemas afirma que la innovación es una actividad colectiva en la que participan muchos actores que están influenciados por el marco institucional y las estructuras de incentivos correspondientes, incluyendo el mercado y las políticas gubernamentales.

El enfoque de los sistemas nacionales de innovación¹ (SNI) ilustra la estructura y los procesos subyacentes de la evolución interdependiente de las tecnologías, industrias e instituciones en una economía (Lundvall, 1992). Dicho enfoque se sustenta sobre un supuesto básico, el proceso de innovación no sólo depende de las actividades que realizan las empresas, sino también del entorno que las rodea y donde las instituciones que promueven directamente la creación, adquisición, uso y difusión de nuevos conocimientos, para apoyar a los agentes innovadores, están integrados en un sistema socio-económico específico (Lundvall, 1992, Freeman 2002). Dentro de este sistema, “influencias políticas y culturales, así como las políticas económicas ayudan a determinar la magnitud, dirección y el éxito relativo de la innovación” (Freeman, 2002:194).

Los estudios teóricos y empíricos de los SNI, han ayudado a describir diferencias entre los diversos SNI de acuerdo a los distintos agentes, instituciones y marcos de referencia que los integran. Estos estudios han ayudado a descubrir similitudes internacionales comparadas en la estructura y el rendimiento de la innovación. Lo anterior puede tener un alto impacto para volver más eficientes los procesos de aprendizaje mutuo, para la planificación de políticas y las estrategias de desarrollo (Urmetzer y Pyka, 2014).

Si se pretende estudiar a los países por medio de los SNI, con el objetivo de conocer el estado actual de sus capacidades y así avanzar hacia una

¹ Christopher Freeman introdujo este concepto para explicar que la competitividad de los países se da por muchos más factores que el salario y el tipo de cambio. Para él, todas las naciones cuentan con una “competitividad estructural”, la cual está basada en factores tales como las instituciones, la tecnología y los recursos humanos (Freeman 2002).

economía verde, el análisis se debe plantear de forma transversal. Es decir, puede tomar dos vertientes: 1) donde sólo se midan sus capacidades de creación de conocimiento e innovación, incorporando como lo sugieren la BBC y la economía verde, la biotecnología y las ciencias afines; 2) desarrollo de un estudio que sólo identifique las políticas públicas que fomenten el desarrollo económico de cada país. Ambas vertientes no permitirán extraer conclusiones relevantes sobre el estado de la BBC en un país. Sin embargo, la revisión total de los SNI de un país y algunas otras variables macroeconómicas, ambientales y de desarrollo, permiten identificar las características específicas actuales con las que cuenta cada país para un desarrollo hacia la bioeconomía.

Aproximación empírica

Los factores que determinan la capacidad de un país para transitar hacia una economía verde son diversos y complejos. La pluralidad y heterogeneidad de condiciones específicas en cuestiones políticas, socioeconómicas, históricas, geográficas, científicas y tecnológicas, entre otras, existentes entre países y la amplia gama de condiciones “deseables” para una BBC que funcione apropiadamente, dificultan contar con una base homogénea para estudiar la transición y el desarrollo hacia la economía verde por medio de la BBC.

Urmetzer y Pyka, (2014) hacen una primera aproximación de indicadores para el seguimiento de la innovación hacia la bioeconomía, se basan en aspectos propuestos por la OCDE para monitorear el crecimiento verde y en los objetivos definidos en la Estrategia Europea de Bioeconomía (EC, 2013). Estos autores sugieren seis categorías de datos para la evaluación empírica y para la posibilidad de introducir la bioeconomía. En el Cuadro 1 se presentan las seis categorías analíticas y las variables que las integran.

CUADRO 1. CATEGORÍAS DE ANÁLISIS E INDICADORES PARA EL MODELO DE CLUSTER

Categoría	Función	Indicador	Año/Fuente
Productividad del medio ambiente, de los recursos de la producción y el consumo	Indica la capacidad de una economía para reducir al mínimo el consumo de recursos no renovables por unidad de producto	Emissiones de CO ₂ (toneladas métricas per cápita).	2015 Banco Mundial
		Intensidad de CO ₂ (tonelada por barril de petróleo equivalente utilizado).	2015 Banco Mundial
		Uso de energía (kg de equivalente de petróleo) por cada \$1,000 PIB.	2015 Banco Mundial
		Cuota de energía renovable en el consumo final bruto de energía (%).	2015 Banco Mundial
		Generación de residuos (kg / cápita).	2015 Banco Mundial
		Porcentaje de reciclado de los residuos municipales.	2015 Banco Mundial

CUADRO 1 (CONTINUACIÓN). CATEGORÍAS DE ANÁLISIS E INDICADORES PARA EL MODELO DE CLUSTER

Categoría	Función	Indicador	Año/Fuente
Base de conocimientos científicos, aplicada y público interesado	Mide el potencial de un país para hacer frente a los retos futuros en el ámbito de la bioeconomía con la ayuda de la educación en diferentes niveles	Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología (% de la población activa).	2015 Banco Mundial
		Investigadores de tiempo completo (por millón de habitantes).	2015 UNESCO
		Artículos de revistas científicas y técnicas (por cada mil habitantes).	2015 Banco Mundial
		Población con educación terciaria (%).	2015 Banco Mundial
		Población con al menos educación secundaria (%).	2015 Banco Mundial
Respuestas de política y oportunidades bioeconómicas	Indican el potencial de una nación y voluntad de innovar y proceder en términos tecnológicos e institucionales	Gasto total público en educación, todos los niveles (% del PIB).	2015 Banco Mundial
		Índice Global de Innovación.	2015 Global Innovation Index
		Número de patentes de biotecnología.	2015 USPTO
		Total de gastos en I + D.	2015 Banco Mundial
		Años transcurridos desde la publicación de la estrategia de bioeconomía.	
Base de activos naturales	Mide la capacidad de una economía para gestionar la cantidad de sus activos naturales	Años de participación en los acuerdos internacionales ambientales seleccionados.	
		Recursos renovables de agua potable (m ³ por habitante).	2015 Banco Mundial
		Número de árboles en crecimiento (m ³ por habitante).	FAO 2015
		Porcentaje de cobertura de tierra agrícola (% de la superficie total).	2015 FAO
		Porcentaje de cobertura de la tierra forestal (% de la superficie total).	2015 FAO
		Áreas terrestres y marinas protegidas (% de la superficie territorial total).	2015 FAO
		Renta de recursos naturales no renovables (petróleo, gas, carbón, mineral) (% del PIB).	2015 FAO
Renta de recursos naturales renovables (% del PIB).	Banco Mundial		
Dimensión ambiental de la calidad de vida	Mide el bienestar social en términos de acceso a un medio ambiente inalterado (incluyendo el aire limpio, la naturaleza intacta, entre otros)	Población expuesta a las partículas por encima de los umbrales de la OMS (%).	2015 Environmental Performance Index
		Población con acceso a fuentes de agua potable (%).	2015 Banco Mundial
		Bosques y otras tierras boscosas per cápita (ha / habitante).	2015 FAO
Estructura socioeconómica general	Indica el contexto socio-económico en el que las diferentes economías actúan	PIB per cápita en PPA (Paridad de poder adquisitivo).	2015 Banco Mundial
		Coficiente GINI.	2015 Banco Mundial
		Población urbana (%).	2015 Banco Mundial
		Tasa de empleo (% de 20-64 años de edad).	2015 Banco Mundial
		Valor añadido del sector agrícola (% del PIB).	2015 Banco Mundial
		Parte de la superficie total del cultivo orgánico (% de la superficie agrícola total).	2015 FAO

Fuente: elaboración propia con base en (Urmetzter y Pyka, 2014).

Las seis categorías señaladas y los 32 indicadores son la base para analizar y determinar el estado actual de los SNI en los 19 países de América Latina, y para mostrar indicadores dentro del modelo de cluster.

Metodología

El análisis de cluster, para este caso, consiste en agrupar un conjunto de países de N elementos; basándose únicamente en las características particulares que poseen (que se encuentran en las n variables X_j , ($j=1, 2, \dots, n$) que describen los objetos y sus relaciones). El objetivo es que los objetos dentro de un clúster, sean similares (o relacionados) entre sí y difieran de los objetos de otros clústers (Carrión, 1984, Cuadras, 2007).

$$\begin{array}{ccc} X_{11} & X_{12} \cdots & X_{1j} \\ X_{21} & X_{22} \cdots & X_{2j} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & X_{ij} \end{array}$$

- X_{11} Valor que presenta el primer elemento en la primera variable.
- X_{12} Valor que presenta el primer elemento en la segunda variable.
- X_{ij} Valor que presenta el elemento i en la variable j.

Cuanto mayor es la similitud (u homogeneidad) dentro de un cluster y cuanto mayor es la diferencia entre los grupos, mejor o más distinto es el clustering.

En este trabajo, la clasificación o formación de clusters, surge de los valores nacionales específicos para cada una de las 32 variables identificadas con el fin de caracterizar los SNI respecto a su capacidad actual y así iniciar una transición hacia una BBC y hacia una economía verde. Lo que se busca en el análisis de cluster, es conocer en qué medida las variables disponibles determinan la formación de esos grupos. El objetivo es obtener clusters (grupos) de países teniendo un marcado carácter exploratorio (Carrion, 1984).

El análisis considera un algoritmo de clasificación que permite la obtención de una o varias particiones de acuerdo con los criterios establecidos (Cuadras, 2007). El criterio más conocido es la distancia euclídea normalizada la cual se calcula normalmente a partir de datos sin procesar, y/o a partir de datos estandarizados. Este método tiene ciertas ventajas, por ejemplo que la distancia entre dos objetos no se ve afectada por la adición de nuevos objetos al análisis, que pueden ser valores atípicos.

Se puede definir a la distancia euclídea entre los individuos i y j como:

$$d(i, j) = (X_i - X_j)' S^{-1}(X_i - X_j)$$

Donde S^{-1} es una matriz de distancia o similitud. Cada elemento de esta matriz son distancias o similitudes entre dos objetos. En el caso en que se utilicen dos o más variables para calcular la distancia, la variable con mayor magnitud dominará. Para evitar esto, se pueden estandarizar primero todas las variables (Kaufman y Rousseeuw, 2009), con esto se obtiene, una medición de la distancia que no depende de las distintas unidades de medida (dólares, número personas, años) (Carrión, 1984).

Medidas de similitud y distancia entre grupos

El uso del análisis de cluster requiere, calcular las distancias entre los individuos iniciales esto es la distancia euclídea, y determinar las similitudes o diferencias entre los grupos. La distancia entre dos clusters se puede definir como la distancia entre los dos objetos más cercanos o más lejanos en los dos clusters. El primer caso es conocido como la regla del vecino más cercano (*nearest neighbour clustering*) y el segundo, el vecino más lejano (*farthest neighbour clustering*) (Kaufman y Rousseeuw, 2009). Como en este caso se busca que los países de cada clúster sean lo más heterogéneos posible con los de otro cluster se utilizará el segundo método.

Para Carrión (1984), la distancia máxima (*furthest neighbour distance*), se entiende como el valor máximo de las distancias (menor similaridad) que hay entre un cluster I y un individuo j perteneciente a otro cluster; esto es:

$$D(I, j) = \max D(i, j)$$

Por lo tanto en el método *furthest neighbour distance*, se busca que la distancia (o disimilaridad) entre individuos de dos clústers sea la mayor posible, lo mismo sucede entre grupos o clusters.

La distancia entre dos clústers, I y J , es:

$$D(I, J) = \max D(i, j)$$

Por lo tanto, la distancia entre los clusters se da por las diferencias entre sus elementos más disímiles.

Resultados

La evaluación comparativa de los diferentes SNI no es sencilla y debe llevarse a cabo con cuidado. Urmetzer y Pyka (2014), plantean que no debe centrarse de forma específica en la comparación de los datos cuantitativos, sino en la eficiencia del SNI para lograr el objetivo en cuestión, transitar a la economía verde. Por lo tanto, las comparaciones del tipo cuantitativo se limitarán a países estructuralmente similares, que pertenecen a un mismo clúster, y a las diferencias respecto a los indicadores que describen de forma explícita la eficiencia de un SNI para transitar o adoptar una BBC. Por ejemplo, el uso de energía –kg de equivalente de petróleo– por cada 1,000 dólares del PIB.

Las rutas² hacia una economía verde que se basan en la producción y difusión de nuevos conocimientos sobre recursos biológicos renovables y su potencial para ser transformados de manera sostenible en alimentos, forraje, bioproductos o bioenergía con el objetivo de ser sustentables tanto en la producción y consumo, así como dejar de lado la dependencia total de los recursos fósiles se esperaría que sean múltiples y, por lo tanto, difíciles de medir y comparar.

Los clusters que surgen del análisis global de las seis categorías (32 variables) se presentan en diferentes tonos de grises en el mapa 1 y los grupos se muestran en la Tabla 1.

Al estimar las variables en la región en un análisis de cluster global se identificaron cuatro grupos de países con estructuras similares. Los países del grupo uno: Argentina, Brasil y México, mostraron mayores niveles de educación terciaria y de formación de recursos humanos para la I+D (investigadores de tiempo completo y productividad científica), lo que incluye una fuerte base de conocimientos en biotecnología. Se ubican entre los países más innovadores de la región y con una gran cantidad de activos naturales, principalmente México y Brasil. Aunque los miembros de este grupo presentan una baja productividad energética y altos niveles de contaminación por sus actividades industriales, éstos son los países con mayores posibilidades de transitar del actual modelo de producción a la economía verde por medio de la BBC. Estos países presentan las características políticas y estratégicas que facilitan la adopción de procesos y tecnologías que ayudan a reducir los problemas ambientales nacionales y a modernizar la infraestructura, con lo que podrían adquirir suficientes capacidades para competir en el mercado mundial.

² Los países pueden optar por muy distintas formas de adoptar una bioeconomía verde por medio de la BBC, algunos pueden desarrollar productos y servicios de alto contenido tecnológico como es el caso de Alemania, Francia, EE.UU., o desarrollar biocombustibles como el etanol o el biodiesel que es el caso de Brasil; otras economías se pueden enfocar en el desarrollo de procesos de biorremediación de suelos y agua como Inglaterra, (OCDE, 2009).

MAPA 1. DISTRIBUCIÓN DE CLUSTERS EN LA REGIÓN



Fuente: elaboración propia con base en los resultados del análisis realizado.

TABLA 1. CLUSTERS RESULTANTES

País	Cluster	País	Cluster
1: Argentina	1	7: Cuba	3
3: Brasil	1	9: El Salvador	3
12: México	1	10: Guatemala	3
2: Bolivia	2	11: Honduras	3
4: Chile	2	15: Paraguay	3
5: Colombia	2	16: Perú	3
6: Costa Rica	2	17: Rep. Dominicana	3
8: Ecuador	2	13: Nicaragua	4
18: Uruguay	2	14: Panamá	4
		19: Venezuela	4

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del análisis realizado.

Los países que forman el segundo cluster son: Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador y Uruguay, éstos cuentan con niveles de ingreso medio, con una base sólida de conocimientos, aunque limitada en biotecnología y con recursos humanos, pero tienen una proporción baja de empleo en ciencia y tecnología, por lo mismo su capacidad de innovación y gasto en I+D, principalmente Bolivia, es limitada. Sus activos naturales son más escasos que en el caso de los países del cluster uno, particularmente Uruguay, pero la calidad de vida ambiental es superior a la media. Una alta proporción de la superficie de estos países se utiliza en la agricultura y el bosque. El sector primario –agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca– contribuye de forma sustancial al total de valor agregado nacional. Los países pertenecientes a este clúster podrían no presentar capacidades para construir competencias tecnológicas, sociales y políticas en el campo de estas tecnologías y su difusión. Sin embargo, muestran las condiciones generales de innovación favorables y una aceptable capacidad de absorción de nuevas tecnologías.

Los integrantes del tercer cluster, Cuba, El Salvador, Guatemala, Honduras, Paraguay, Perú y República Dominicana, son países con ingresos medio-bajos, con sectores agrícolas más grandes y un sector primario (incluyendo la silvicultura, caza y pesca) que contribuye de forma sustancial al total del Producto Interno Bruto (PIB), además las rentas de recursos naturales tanto renovables como no renovables son muy altas (principalmente la de los segundos). Aunado a lo anterior, estos países presentan una escasa actividad de innovación en biotecnología y una pequeña proporción de empleo en ciencia y tecnología, Cuba es la excepción en ambos casos.

Los gobiernos de las naciones de este cluster han invertido menos en educación y en la formación de recursos humanos calificados, principalmente los países centroamericanos, además el medio ambiente está fuertemente contaminado. Sin embargo, debido a la relación de ingresos per cápita relativamente bajos y a la correlación de sus actividades económicas globales, las emisiones de CO₂ per cápita son más bajas que las de los clusters 1 y 2. Este grupo de países tendría problemas en transitar a la bioeconomía, principalmente por la falta de recursos humanos (excepto Cuba) y de infraestructura científica y tecnológica, lo que mantendría una alta dependencia de las importaciones de tecnología en muchas de las áreas necesarias de la BBC, además de la alta participación en las economías del sector agrícola por lo que el panorama general refleja una dependencia “clásica” de los países industriales tradicionales como proveedores de tecnología.

Finalmente, el cluster número cuatro, Nicaragua, Panamá y Venezuela, presenta bajos ingresos con muy poca actividad de innovación y formación de recursos humanos en ciencia y tecnología y prácticamente nula en biotecnología; además, son países muy dependientes de sus recursos naturales, princi-

palmente Venezuela, y no cuentan con políticas, planes o programas para crear condiciones mínimas de innovación y una aceptable capacidad de absorción de nuevas tecnologías, todo esto dificulta la transición a la bioeconomía y por lo mismo a una economía verde.

El análisis de este documento se basó en varios indicadores: investigadores de tiempo completo, número de patentes en biotecnología, porcentaje de cobertura de la tierra forestal, años desde la publicación de la estrategia de bioeconomía, entre otros. Sin embargo, es importante considerar los límites del enfoque de éstos; en general, sirven como una aproximación tanto a la capacidad de los SNI para generar y absorber conocimiento que derive, en el mejor de los casos, en innovaciones sustentables, así como en la capacidad de competir en los mercados internacionales. Sin embargo, los indicadores utilizados no deben ser interpretados inadecuadamente como una medida para avanzar hacia la economía verde de los países. Pero muestran un acercamiento a las características dadas o condiciones iniciales con las que cuentan las naciones de la región para iniciar la transición a la economía verde.

Los conceptos de los indicadores utilizados son resultado de la experiencia en los países de la OCDE para bienes con un contenido tecnológico superior a la media, por lo que un estudio más enfocado en el contexto local, con variables específicas de la región, pudiera fortalecer el análisis.

La BBC puede ofrecer posibilidades de innovación productiva, crecimiento económico y creación de empleos de calidad para los países en desarrollo como los que se encuentran en la región latinoamericana. Sin embargo, debido a las condiciones históricas de rezago científico y tecnológico y a las medidas implementadas por la mayoría de los gobiernos de la región en los últimos treinta años, esto podría no suceder en algunas naciones de acuerdo a los hallazgos del estudio realizado en este documento, ya que indican que la mayoría de los países (clusters tres y cuatro) han recortado significativamente los incentivos –para desarrollo, producción y uso– a las energías renovables o alternativas como los biocombustibles, además se observa un incremento (en todos los clusters) de concesiones o privatizaciones para explotación de los bienes públicos protegidos (como pueden ser bosques, acuíferos, mineras, reservas naturales). Esto dificulta el cumplimiento de los objetivos ambientales de la economía verde.

Por lo anterior se puede pensar que un planteamiento como la economía verde en la región nace ya limitado ya que sólo tres países de los diecinueve analizados –Argentina, Brasil y Colombia–, tienen políticas y planes de desarrollo enfocados a la economía verde y a la BBC y son poco ambiciosas, subordinadas a los intereses de los grandes oligopolios financieros y energéticos –en algunos casos estatales– y al cumplimiento de las políticas de austeridad adoptadas a raíz de la crisis financiera de 2008. Por eso la transición por medio

de la BBC, va más allá, demandando esfuerzos sustancialmente distintos a los realizados en la mayoría de los países como son el gasto en I+D más elevado y la formación de recursos humanos de alta calificación (posgrados) enfocados en áreas de sustentabilidad (nuevos materiales, energías alternativas, procesos más limpios, entre otros), además de evitar la dependencia energética.

A pesar de estas limitaciones los países de América Latina tienen mucho que ganar con un desarrollo integral de los sectores ambientales y con los planes de innovación, inversión y formación que son necesarios para hacer de la región una referencia dentro del planteamiento de BBC y de la economía verde a nivel global.

Conclusiones

El objetivo de este trabajo fue analizar las características de los SNI para permitir la transición hacia una economía verde por medio de la implementación de una bioeconomía basada en el conocimiento. Para ello, se realizó un análisis de cluster jerárquico multivariante para detectar similitudes y diferencias en seis áreas específicas de los SNI en 19 países de América Latina. Las similitudes son de particular interés ya que existen patrones parecidos de los SNI que permiten una mejor comparación de los resultados y estimulan el aprendizaje mutuo de la experiencia. Asimismo, las diferencias señalan la dependencia de las condiciones geográficas, históricas, estructurales, políticas y culturales, las cuales obstaculizan la transición hacia la economía verde.

Debido a los grandes contrastes que existen entre los países de la región latinoamericana, es evidente la necesidad de una planificación de la política supranacional para evitar que la mayoría de las naciones se centren en la producción de la biomasa y se enfoquen en la investigación mediante la creación de centros de I+D especializados en los países menos desarrollados, de esta forma se evitaría una dependencia del conocimiento producido en el exterior. Esto provocaría la consolidación tecnológica y económica entre las economías más tradicionales y de orientación agrícola y la independencia de las economías basadas en el conocimiento altamente innovador.

Los resultados obtenidos de los cluster pueden ayudar a los países en dos aspectos; en el corto plazo, será beneficioso para las economías mejorar áreas individuales usando como referencia los indicadores individuales alcanzados por otras naciones dentro del mismo cluster.

Países como Cuba, El Salvador, Guatemala, Honduras, Paraguay, Perú, República Dominicana, Nicaragua, Panamá y Venezuela (clusters número 3 y 4), deberían esforzarse por adoptar la BBC creando incentivos (como lo hace Brasil) para que la industria realice más esfuerzos en el desarrollo de las energías

renovables o examinando las experiencias de Argentina, que si bien, tiene un enfoque hacia el sector primario ha ido perdiendo dependencia de las transnacionales y ha desarrollado sus propios avances científicos y tecnológicos para crear OGM para soya y trigo.

En el largo plazo, no será suficiente que las políticas nacionales estén orientadas a economías estructuralmente similares (casos del cluster 2 con los del número 1), en el largo plazo deben tener como objetivo el cambio cualitativo y estructural hacia los tres objetivos principales de la economía verde y la BBC: independencia de los recursos fósiles, producción sostenible, conversión de recursos biológicos y producción y difusión eficaces del conocimiento. Este cambio no se logrará sólo mediante la promoción de innovaciones tecnológicas en los diferentes sectores de la BBC y economía verde, sino que se debe integrar a los SNI en prácticas sociales.

Bibliografía

- Barbier, E. (2011). “The policy challenges for green economy and sustainable economic development”, *Natural resources forum*, 35(3), 233-245, Agosto.
- Carrion, J. (1984). *Introducción a las técnicas de análisis multivariable aplicadas a las ciencias sociales*, Madrid: CIS.
- CEPAL (2011). *Análisis comparativo de patentes en la cadena de producción de biocom. Diálogo de Políticas sobre desarrollo institucional e innovación en biocombustibles en América Latina y el Caribe*, Santiago de Chile, Chile: CEPAL.
- Cuadras, C. (2007). *Nuevos métodos de análisis multivariante*, CMC Editions.
- European Commission (2012). *Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe*, Brussels: Publications Office of the European Union.
- European Commission (2013). *Bio-based industries, towards a public-private partnership under Horizon 2020*, Bruselas: Publications Office of the European Union.
- Fay, M. (2012). *Inclusive green growth: the pathway to sustainable development*, Washington D.C.: World Bank Publications.
- Freeman, C. (2002). “Continental, national and sub-national innovation systems complementarity and economic growth”, *Research Policy*(31), 191-211.
- Kaufman, L., Rousseeuw, P. (2009). *Finding groups in data: an introduction to cluster analysis* (Vol. 344), NY, New York: John Wiley & Sons.
- Lundvall, B. (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London. Pinter Publishers.
- OCDE (2009). *The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda*, Paris, Francia: OECD.

OCDE (2011). *Towards green growth: monitoring progress*, New York: OCDE Indicators.

PNUMA (2011). *Towards a green economy: pathways to sustainable development and poverty eradication*, Paris: United Nations Environment Programme.

Urmetzer, S., Pyka, A. (2014). "Varieties of Knowledge-Based Bioeconomies", *Discussion Paper 91*, Alemania: Universität Hohenheim.