

IDENTIFICACIÓN DEL POTENCIAL DE LOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA PARA TRANSITAR HACIA UNA BIOECONOMÍA BASADA EN CONOCIMIENTO

JOSÉ IGNACIO PONCE SÁNCHEZ

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Doctorado en Ciencias Sociales
Correo electrónico: ponce.ignacio@outlook.com

GRACIELA CARRILLO GONZÁLEZ

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Departamento de Producción Económica.
Correo electrónico: graci2992@gmail.com

RESUMEN

La bioeconomía es una propuesta reciente en las ciencias sociales, se trata de una economía basada en el uso del conocimiento biotecnológico para crear formas novedosas y eficientes de utilización de la biomasa con el fin de superar la dependencia de los recursos fósiles, proporciona soluciones a problemas globales como la escasez de alimentos, el abasto de energías alternativas y el cambio climático.

En este trabajo se realiza un análisis de clúster multivariado basado en indicadores socio-económicos, ambientales y científico-tecnológicos para comparar las diferentes capacidades científicas y tecnológicas de los países de América Latina e identificar cuáles tienen un mayor potencial para fomentar la transición de sus sistemas económicos hacia la bioeconomía.

Una vez identificados los países con mayor potencial, se analizan los sectores económicos en los que estas naciones han enfocado sus estrategias de bioeconomía y se presentan algunos ejemplos de los mismos.

Entre los resultados obtenidos se encontró que Argentina, Brasil y México, son los países que cuentan con mayor potencial en la región para transitar hacia una bioeconomía basada en conocimiento. Argentina ha centrado sus esfuerzos en el sector agro industrial, Brasil en los biocombustibles y en México no se detecta una estrategia clara, pero existen esfuerzos en biocombustibles y en el sector de nuevos materiales. Estos países presentan capacidades superiores respecto a otras naciones del continente, principalmente en temas de formación de recursos humanos, gasto público y privado en I+D y en la infraestructura disponible.

Se concluye que la bioeconomía en América Latina es un proceso que apenas inicia, siguiendo la tendencia de lo que ocurre en otras partes del mundo, sin embargo, se encuentra que algunos otros países de la región presentan ventajas comparativas y potencialidades que les permitirían

migrar hacia una bioeconomía basada en conocimiento de manera óptima, pero ello requerirá de un significativo esfuerzo de transformaciones en sus instituciones y en las políticas.

Se identifican tres principales áreas de mejora para los países con menos potencial. La primera es la generación de recursos humanos de alta calificación en áreas y ciencias afines a la bioeconomía; la segunda consiste en crear programas y proyectos específicos gubernamentales que de soporte a este enfoque; la tercera son cambios institucionales y políticas para promover una bioeconomía en la región que les permita a los países insertarse en los eslabones más altos de las cadenas de valor internacionales.

Palabras clave: Bioeconomía, Sustentabilidad, Capacidades

1.- RESUMEN

La bioeconomía es una propuesta reciente en las ciencias sociales, se trata de una economía basada en el uso del conocimiento biotecnológico para crear formas novedosas y eficientes de utilización de la biomasa con el fin de superar la dependencia de los recursos fósiles, proporciona soluciones a problemas globales como la escasez de alimentos, el abasto de energías alternativas y el cambio climático.

En este trabajo se realiza un análisis de clúster multivariado basado en indicadores socio-económicos, ambientales y científico-tecnológicos para comparar las diferentes capacidades científicas y tecnológicas de los países de América Latina e identificar cuáles tienen un mayor potencial para fomentar la transición de sus sistemas económicos hacia la bioeconomía.

Una vez identificados los países con mayor potencial, se analizan los sectores económicos en los que estas naciones han enfocado sus estrategias de bioeconomía y se presentan algunos ejemplos de los mismos.

Entre los resultados obtenidos se encontró que Argentina, Brasil y México, son los países que cuentan con mayor potencial en la región para transitar hacia una bioeconomía basada en conocimiento. Argentina ha centrado sus esfuerzos en el sector agro industrial, Brasil en los biocombustibles y en México no se detecta una estrategia clara, pero existen esfuerzos en biocombustibles y en el sector de nuevos materiales. Estos países presentan capacidades superiores respecto a otras naciones del continente, principalmente en temas de formación de recursos humanos, gasto público y privado en I+D y en la infraestructura disponible.

Se concluye que la bioeconomía en América Latina es un proceso que apenas inicia, siguiendo la tendencia de lo que ocurre en otras partes del mundo, sin embargo, se encuentra que algunos otros países de la región presentan ventajas comparativas y potencialidades que les permitirían migrar hacia una bioeconomía basada en conocimiento de manera óptima, pero ello requerirá de un significativo esfuerzo de transformaciones en sus instituciones y en las políticas.

Se identifican tres principales áreas de mejora para los países con menos potencial. La primera es la generación de recursos humanos de alta calificación en áreas y ciencias afines a la bioeconomía; la segunda consiste en crear programas y proyectos específicos gubernamentales que de soporte a este enfoque; la tercera son cambios institucionales y políticas para promover una bioeconomía en la región que les permita a los países insertarse en los eslabones más altos de las cadenas de valor internacionales.

Palabras clave: Bioeconomía, Sustentabilidad, Capacidades

2.- INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la revolución industrial impulsado principalmente por combustibles fósiles, ha ocasionado diversos problemas globales que se manifiestan con mayor agudeza en la actualidad, provocando el deterioro de la calidad de vida de poblaciones y ecosistemas. Sin embargo también ha originado importantes innovaciones para mejorar las condiciones sociales y económicas. Dicha contradicción pone en cuestión el actual patrón de producción y de consumo al representar un riesgo para la conservación del ambiente y del stock de recursos naturales.

En la búsqueda de soluciones, a lo largo de más de cuatro décadas, surge e la orimera década del siglo XXI la propuesta de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y la Unión Europea (UE), con el planteamiento de la bioeconomía basada en conocimiento (BBC), impulsada a través de diversos sectores como academia, gobierno, industria y sociedad civil, sugiere la creación de nuevas formas de producción y consumo sustentables. El fundamento de la BBC es el uso intensivo y sustentable de los recursos biológicos para reducir el consumo de petróleo y carbón.

La BBC busca más que sustituir fuentes de energía no sustentables, intensivas en CO₂, aprovechar oportunidades para el diseño y producción de nuevas líneas productos y servicios, para el consumo final así como nuevos procesos eficientes y sustentables. Estos cambios se crean 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-).

La BBC se define como una economía donde la producción y distribución de los bienes y servicios que se obtienen de la transformación de organismos vivos¹ por medio del conocimiento científico logra satisfacer las necesidades del consumidor con procesos y productos sustentables.

La BBC busca satisfacer los requisitos para la sostenibilidad desde las perspectivas ambientales, sociales y económicas. La OCDE en *The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda* (2009) y la UE en *Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe* (2013) indican que algunos de los beneficios potenciales de la transición hacia la BBC incluyen: la reducción de

¹ Se refiere a plantas, animales, bacterias, virus y enzimas

los gases de efecto invernadero (GEI), la disminución de la dependencia de los recursos fósiles, una gestión de los recursos naturales más prudente y la seguridad alimentaria.

Otros efectos positivos de la transición a la BBC son la generación de empleos en los entornos rural y urbano y la creación de nuevos mercados no alimentarios para la agricultura en sinergia con los mercados de alimentos existentes y en combinación con otras fuentes de ingresos para los agricultores, como es el caso de la producción para biocombustibles, lo cual puede dar un gran impulso y mejorar las condiciones socioeconómicas de las zonas rurales en los países en desarrollo.

Formalmente, hay un acuerdo global para realizar de forma imperativa la transición de los sistemas económicos actuales a los programas y estrategias para la BBC a nivel mundial (OCDE, 2009) y regional (UE, 2012, CEPAL, 2015). Sin embargo, las respuestas de algunas economías nacionales a los desafíos globales antes mencionados y su capacidad para innovar mediante el desarrollo de nuevas estrategias como la BBC pueden variar. Lundvall, (1992) explican que dentro de la economía del aprendizaje "algunos sistemas nacionales pueden, por razones históricas, estar mejor preparados para hacer frente a un nuevo contexto que otros" (Lundvall, 1992: 324). Sin duda, esta conjetura también es válida para la transformación hacia una BBC basada en el conocimiento.

El objetivo de este trabajo consiste en examinar las diversas condiciones nacionales para la transición hacia una BBC basada en el conocimiento en diecinueve países de la región de América Latina, empíricamente se analizan y comparan las capacidades de innovación específicas para la BBC. En la sección uno se presenta el marco teórico del análisis centrado en los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI); en el apartado dos se describe la metodología utilizada para el estudio; en la sección tres se muestra el resultado de los clústers y algunas de las implicaciones de estos; en la sección cuatro, se muestran los principales esfuerzos de los países con mayor potencial en la región (Argentina, Brasil y México) para transitar hacia una BBC basada en conocimiento; finalmente se presentan las conclusiones.

3.- LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN UN MARCO DE REFERENCIA

Los SNI han sido un importante tema de estudio en el ámbito académico y un área de interés para los tomadores de decisiones en muchos países, una de las inquietudes ha sido identificar qué características específicas son las que determinan las diferencias económicas entre países. Este enfoque fue propuesto por Lundvall en 1992 analiza la estructura y los procesos subyacentes de la evolución interdependiente de las tecnologías, industrias e instituciones en una economía.

El enfoque del SNI tiene un supuesto fundamental, y es que las instituciones que promueven directamente la adquisición y difusión de nuevos conocimientos están integrados en un sistema socio-económico específico que bajo la influencia del contexto nacional, así como las políticas económicas ayudan a determinar la magnitud, dirección y el éxito relativo de la innovación (Lundvall, 1992, Freeman, 2002:194). El marco de los SNI ha sido la base de muchos estudios

teóricos y empíricos que han contrinuido para describir diferencias entre los SIN y para descubrir similitudes internacionales en la estructura y rendimiento de la innovación.

La conexión entre el concepto de SNI y la BBC ha sido abordado por autores como Roberto Eposti (2012), el cual propone un sistema a nivel (de conocimiento e innovación) de la UE para la BBC. Su planteamiento se basa en un sistema cuyo objetivo es superar las fronteras sectoriales, mejorar la innovación en el sector agrícola, reconocer la heterogeneidad de los diversos actores implicados y adaptar las políticas de investigación, innovación sustentabilidad y desarrollo de la UE a las estructuras emergentes de la BBC. Esta propuesta plantea desafíos importantes como son la transdisciplinariedad, la innovación, la gobernanza y la convergencia de políticas para la transición hacia la BBC y describe un proceso en gran medida incompleto y específico para cada país (Eposti, 2012).

En este documento se pretende evaluar los fundamentos de tal concepto mediante un análisis comparativo de los SNI subyacentes sobre una base empírica amplia, para avanzar hacia una BBC, ello exige un estudio transversal, ya que un mero análisis de la capacidad de innovación dentro del sector de la biotecnología o de un sector productivo específico (industrial o agrícola) no permitiría extraer conclusiones sobre el estado de la BBC en un país; sin embargo, la revisión de todo el SNI de una nación y algunas otras variables macroeconómicas, ambientales y de desarrollo, pueden dar pistas para identificar las características específicas con que cuenta cada país para un desarrollo hacia la BBC.

4.- APROXIMACIÓN EMPIRICA

Los factores que determinan la capacidad de un país para adoptar la BBC son desconocidos y de gran complejidad. La diversidad (factores específicos o dados) de cada nación como son las condiciones históricas, geográficas, políticas y socioeconómicas, además de una amplia gama de expresiones potenciales para una BBC que funcione adecuadamente, es decir, los "factores deseables", dificultan tener una base homogénea para estudiar la transición y el desarrollo a la BBC.

Urmetzer & Pyka, (2014) hacen una primera aproximación para generar una base de indicadores que den seguimiento a la innovación que conduce hacia la BBC, utilizando indicadores propuestos por la OCDE para monitorear el crecimiento verde, así como los objetivos definidos en la Estrategia Europea de BBC (EC, 2013) se propusieron seis categorías de datos para una evaluación empírica que permita la posibilidad de introducir la BBC.

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 clúster

Categoría	Indicador
La productividad del medio ambiente y de los recursos de la producción y el consumo	Las emisiones de CO2 (Toneladas Métricas per cápita)
	La intensidad de CO2 (tonelada por barril de petróleo equivalente utilizado)
	El uso de energía (kg de equivalente de petróleo) por \$ 1,000 PIB
	Cuota de energía renovable en el consumo final bruto de energía (%)
	La generación de residuos (kg / cápita)
La base de conocimientos científicos, aplicada y público interesado	Porcentaje de reciclado de los residuos municipales
	Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología (% de la población activa)
	Los investigadores ETC (por millón de habitantes)
	artículos de revistas científicas y técnicas (por mil cápita)
	Población con educación terciaria (%)
	Población con al menos alcanzar la educación secundaria (%)
	El gasto total público en educación, todos los niveles (% del PIB)
	centros de investigación públicos y privados de bio y nanotecnologías
	investigadores en biotecnología (buscar es la especialización, si es posible)
Número de graduados en ciencias relacionadas con la BBC	
Las respuestas de política y oportunidades bioeconómicas	Empresas de Biotecnología (bienes y servicios)
	Índice Global de Innovación
	Número de patentes de biotecnología
	Total de gastos en I + D
	Los impuestos ambientales (% del PIB)
	Años desde la publicación de la estrategia de BBC
La base de activos naturales	Años de participación en los acuerdos internacionales ambientales seleccionados
	Recursos renovables de agua potable (m3 por habitante)
	Número de árboles en crecimiento (m3 por habitante)
	Porcentaje de cobertura de tierra agrícola (% de la superficie total)
	Porcentaje de cobertura de la tierra forestal (% de la superficie total)
	Áreas terrestres y marinas protegidas (% de la superficie territorial total)
	Recursos naturales no renovables (petróleo, gas, carbón, mineral) alquila (% del PIB)
	Rentas de recursos naturales renovables (% del PIB)
La dimensión ambiental de la calidad de vida	Población expuesta a las partículas por encima de los umbrales de la OMS (%)
	Población con acceso a fuentes mejoradas de agua potable (%)
	Bosques y otras tierras boscosas per cápita (ha / habitante)
Estructura socioeconómica general	PIB per cápita en PPA
	Coeficiente GINI
	Población urbana (%)
	Tasa de empleo (% de 20-64 años de edad)
	El valor añadido del sector agrícola (% del PIB)
	Parte de la superficie total del cultivo orgánico (% de la superficie agrícola total)

Fuente: Elaboración propia en base a (Urmetzer & Pyka, 2014)

Para este trabajo, se consideraron dichas categorías como base para el análisis de los países de América Latina.

Para examinar la disposición de los diecinueve países de la región Latinoamericana, se utilizarán indicadores para cada uno de las categorías anteriormente introducidos, que asciende a un total de 32 variables.

5.- METODOLOGÍA

El análisis de clústers es una técnica estadística multivariante que se utiliza para agrupar objetos, en este caso: países. En base a las características que se poseen en grupos homogéneos (Hair et al, 2010).

En el contexto de este trabajo, la agrupación surge de los valores nacionales específicos para cada uno de los indicadores identificados para caracterizar los SNI respecto a su capacidad para una transición hacia una BBC basada en el conocimiento.

5.1.-Planteamiento general

El análisis de clúster los grupos a formar son desconocidos a priori y son precisamente a los que se busca identificar. El análisis de clúster proporciona una abstracción de objetos de datos individuales a grupos (clústers) en los que residen esos objetos de datos. Además, algunas técnicas de “agrupamiento” caracterizan cada clúster en términos de un prototipo de clúster. Estos prototipos de clúster pueden utilizarse como base para una serie de técnicas de análisis de datos o procesamiento de datos. (Carrion, 1984).

El análisis de clúster agrupa los objetos de datos basándose únicamente en la información que se encuentra en los datos 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 (o no estén relacionados con) los objetos de otros grupos o clústers. (Carrión, 1984). Cuanto mayor es la similitud (o homogeneidad) dentro de un clúster y cuanto mayor es la diferencia entre los grupos, mejor o más distinto el clústering.

El análisis constará de un algoritmo de clasificación que permitirá la obtención de una o varias particiones, de acuerdo con los criterios establecidos (Cuadras, 2007).

5.2.- Tipos de datos y medidas de distancia

Los datos utilizados en el análisis de clúster pueden ser de intervalo, ordinales o categóricos. Sin embargo, tener una mezcla de diferentes tipos de variables hará que el análisis sea más complicado. Esto se debe a que en el análisis de clúster es necesario tener alguna forma de medir la distancia entre las observaciones y el tipo de medida utilizada dependerá del tipo de datos que

tenga. Se han propuesto varias medidas diferentes para medir la «distancia» y su aplicación depende del tipo de análisis que se busque realizar (Cuadras, 2007). La mayor parte de estas medidas serán indicadores basados en la distancia.

La medida de distancia más común utilizada es la distancia euclídea, pues su definición coincide con el concepto más común de distancia.

5.2.1.- Distancia Euclídea

Este es probablemente el tipo de distancia más comúnmente elegido. Simplemente es la distancia geométrica en el espacio multidimensional. Se calcula como:

$$\text{Distancia } (x, y) = \{ \sum_i (x_i - y_i)^2 \}^{1/2}$$

Obsérvese que las distancias euclidianas (y cuadradas euclidianas) se calculan normalmente a partir de datos sin procesar, y no a partir de datos estandarizados. Este método tiene ciertas ventajas (p. Ej., La distancia entre dos objetos no se ve afectada por la adición de nuevos objetos al análisis, que pueden ser valores atípicos). Sin embargo, las distancias pueden verse afectadas por las diferencias de escala entre las dimensiones a partir de las cuales se calculan las distancias, por ejemplo, si una de las dimensiones denota una longitud medida en centímetros, y luego la convierte en milímetros (multiplicando los valores por 10), las distancias euclidianas o cuadradas euclidianas resultantes (calculadas a partir de múltiples dimensiones) pueden ser muy afectadas y En consecuencia, los resultados de los análisis de clúster pueden ser muy diferentes (Cuadras, 2007).

Distancia euclídea cuadrada. Uno puede querer cuadrar la distancia euclídea estándar para colocar un peso progresivamente mayor en objetos que están más separados. Esta distancia se calcula como:

$$\text{Distancia } (x, y) = \sum_i (x_i - y_i)^2$$

Empleando este tipo de distancia se resuelve el inconveniente de los efectos de unidades de medida distintas de las variables y obtenemos una distancia que no dependerá de las unidades de medida (Carrión, 1984). Sin embargo, la alta correlación entre algunas variables podría seguir siendo un inconveniente.

5.2.2.- Medidas de similitud y distancia entre grupos

Cuando cada objeto o elemento representa su propio grupo, las distancias entre esos objetos se definen por la medida de distancia elegida. Sin embargo, una vez que varios objetos han sido vinculados entre sí, se debe determinar las distancias entre esos nuevos grupos. Es decir, se necesita una regla de vinculación o de amalgamación para determinar cuándo dos grupos son lo

suficientemente similares como para unirse entre sí o no. Existen varias posibilidades: por ejemplo, se podrían vincular dos clústers cuando dos objetos cualesquiera en los dos grupos estén más juntos que la distancia de enlace respectiva. En resumen, se utilizan los "vecinos más cercanos" de ambos clústers para determinar las distancias entre los mismos; Este método se llama enlace único. Esta regla produce clústeres "encadenados" por sólo los objetos individuales que pasan a estar juntos (Avellana, 1996).

Alternativamente, es posible usar a dos objetos cualesquiera en los dos grupos que están más alejados entre sí; Este método se denomina vinculación completa. En este método, las distancias entre los clústeres se determinan por la mayor distancia entre dos objetos de los diferentes grupos (es decir, por los "vecinos más alejados"). Este método por lo general funciona muy bien en los casos en que se busca la mayor heterogeneidad entre clústeres (como es el caso de este documento) (Cuadras, 2007).

6.- RESULTADOS

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

Mapa 1. Distribución de Clústers en la región



Fuente: Elaboración propia en base a los resultados del análisis realiza

Tabla 1. Clústers Resultantes

País	Clúster	País	Clúster
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:República Dominicana	3
8:Ecuador	2	13:Nicaragua	4
18:Uruguay	2	14:Panamá	4
		19:Venezuela	4

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

En el cálculo de la distancia de las variables en toda la región en un análisis global se identifican cuatro grupos de países con estructuras similares.

Clúster uno: Argentina, Brasil y México, son los países que se puede denominar ricos, con un fuerte enfoque en la educación (mayores niveles de educación terciaria) y la formación de recursos humanos para la I+D (investigadores de tiempo completo y productividad científica) que incluye una fuerte base de conocimientos en biotecnología. Se extienden entre los países más innovadores de la región y se basan en 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, estos son los países con mayores posibilidades de transitar del actual modelo de producción a la BBC e insertarse en toda la cadena de valor de la BBC desde la producción de biomasa, la transformación de ésta, la producción de manufactura bienes y servicios en base a la biomasa y, finalmente el diseño y producción de fármacos, Organismos Genéticamente Modificados (OGM), bioplásticos, etc.

Clúster dos: Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador y Uruguay, 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 muestran una limitada capacidad de innovación y gasto en I+D (principalmente Bolivia). Sus activos naturales son más escasos que en el caso de los del Clúster 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 primario² contribuye de forma sustancial al total de valor agregado nacional. Los países pertenecientes a este clúster podrían no presentar capacidades para insertarse en los eslabones de valor más alto (diseño y producción), pero sí serían capaces de manufacturar bienes basados en biomasa, como biocombustibles y materiales, además de la producción y transformación de biomasa.

Clúster tres: 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 (que contribuye de forma sustancial al total de valor agregado nacional, 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 los países de este clúster han invertido menos en educación y en la formación de recursos humanos calificados (principalmente los centroamericanos), el medio ambiente está fuertemente contaminado y deteriorado por la falta de bosques a causa de la tala. Sin embargo, debido a la relación de ingresos per cápita relativamente bajo y a la correlación de sus actividades económicas globales, las emisiones de CO₂ per cápita son más bajas que la media. Este grupo de países tendría problemas en insertarse en los eslabones de valor medio y altos de la BBC y solamente podrían participar en la producción de biomasa y su transformación.

Clúster 4: 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, principalmente Venezuela y cuentan con manufacturas de poco valor agregado como Nicaragua y Panamá, todo esto dificulta la transición a la BBC y su principal actividad sería la producción de biomasa con una limitada transformación de ésta.

7.- PRINCIPALES ESFUERZOS EN BBC EN ARGENTINA, BRASIL Y MÉXICO

7.1.- ARGENTINA

En el caso de Argentina existen registros de aproximadamente 120 empresas dedicadas a la producción de biotecnología que se concentran en distintos campos productivos entre los que sobresalen: la producción de semillas, reproducción y crianza ganadera, reproducción humana asistida, así como medicamentos, tratamientos y otros insumos relacionados con la salud humana. Dada la estructura productiva de Argentina, se observa una tendencia y dirección de la mayoría

² Siempre que se refiere a sector primario se incluye agricultura, silvicultura, caza y pesca

de las empresas grandes y medianas al uso de biotecnologías hacia el sector agrícola-ganadero. Las empresas multinacionales extranjeras productoras de semillas son los agentes predominantes en el sector agrícola, éstas producen más del 50% del total del país (Anlló & Fuchs, 2012).

7.1.1.- Niveles de producción

En los últimos cuarenta años, la soja ha tenido una evolución sin precedentes en este país, desde principios de 1970 la superficie sembrada con este cultivo ha crecido en forma sostenida, de 37,700 ha. en aquel año se pasó a mediados de la década de 1990 a más de 6 millones de ha. Con la introducción de la semilla de soja transgénica, y en el año 2010 se alcanzaron las 20 millones de ha. El incremento de la producción y los rendimientos fue resultado de la introducción de paquetes tecnológicos con nuevas variedades de semillas y agroquímicos que fueron introducidos por las multinacionales de la agroproducción, impulsadas por el dinamismo de la industria aceitera (Pengue, 2001; Anlló & Fuchs, 2012) (Pengue, 2001).

Argentina se ha convertido en el principal exportador de soja , con ventas que representaban en 2014 el 20% del total nacional. Las exportaciones de harina de soja alcanzaron las 13,088 toneladas (un 36 % de las exportaciones mundiales) y 2,928 millones de aceite de soja (el 38,5 % mundial) (FAO, 2016).

7.1.2.- Desarrollo tecnológico

Si bien, Argentina no ha desarrollado tecnología para producir sus propias semillas genéticamente modificadas, si ha realizado esfuerzos en biotecnología para la ecointensificación y diversificación de su producción, para ello se ha incrementado el número de proyectos académicos relacionados con biotecnologías. En 2010 Argentina contaba con más de 5,000 investigadores trabajando en más de 1,300 proyectos de investigación relacionados con el uso de microorganismos para mejorar la producción con buenas prácticas agrícolas, bioinoculantes, biorremediación, el uso de microorganismo para la aplicación de biofertilizantes en la agricultura, el uso combinado de microorganismos benéficos y productos bioactivos como alternativa al uso de fertilizantes y químicos artificiales, uso de microorganismos antagonistas en el control de enfermedades postcosecha, entre otros usos de variedades de soja y oleaginosas (Stubrin, 2012).

7.2.- BRASIL

Brasil, es el país de la región con mayor ímpetu en el sector biotecnológico, con aproximadamente 237 empresas. El sector privado biotecnológico se concentra en la región sudeste de Brasil, en los estados de San Pablo y en Minas Gerais. Si bien, el sector biotecnológico brasileño está diversificado en compañías con investigaciones en el sector agrícola, salud e industrial, sus mayores avances se observan en el sector de la energía, con la producción de biodiesel (Anlló & Fuchs, 2012).

7.2.1.- Niveles de producción

La producción de biodiesel en Brasil inició en 2004 a partir de su inclusión en ley en la matriz energética brasileña, actualmente se encuentra en una etapa de crecimiento y en el inicio de una transición hacia la producción a escala comercial. Brasil cuenta con importantes ventajas para la producción de biocombustibles, particularmente biodiesel. Destaca de manera particular, la gran disponibilidad de materias primas y su enorme potencial de expansión agrícola para abastecer la futura demanda de biodiesel³, asimismo destaca en otras industrias como la de aceite vegetal. También es importante la experiencia acumulada en la producción y uso del etanol. Hasta el momento el país cuenta con una capacidad de producción superior a los 57 millones de litros de biodiesel anuales⁴ y se utilizan distintas fuentes de biomasa para su producción, como: residuos grasos de la refinación de aceite de palma, girasol, etc. (Rodrigues & Accarini, 2007).

7.2.2.- Desarrollo tecnológico

El Gobierno brasileño utiliza el Programa Nacional de Producción y Uso de Biodiesel (PNPB) como fuente de desarrollo tecnológico la Red Brasileña de Tecnología de Biodiesel (RBTB) (SAGPyA & IICA, 2006). Los objetivos de esta red son:

- La consolidación de un sistema gerencial de articulación de los diversos actores envueltos en la investigación, en el desarrollo y producción de biodiesel, permitiendo la convergencia de esfuerzos y optimización de las inversiones públicas.
- La constante investigación y desarrollo tecnológico realizados en el ámbito de asociaciones entre instituciones de I&D y el sector productivo. Así como la identificación y eliminación de cuellos de botella tecnológicos para el desarrollo de tecnologías locales específicas.

7.3.- MÉXICO

En México se han identificado 375 empresas que desarrollan actividades en materia de biotecnología, solo unas cuantas lo tienen como su principal núcleo de negocios, mientras que otras sólo incluyen en sus cadenas productivas o de servicios, insumos, sistemas, procesos o aplicaciones relacionadas con biotecnología. Sin embargo, dichas empresas componen una base amplia y variada de la demanda de innovación, de adaptación de tecnología y de conocimiento en biotecnología. La mayor proporción de ellas corresponde al área de biotecnología farmacéutica, seguidas por biocombustibles y nuevos materiales (Anlló & Fuchs, 2012).

³ El potencial de expansión agrícola para satisfacer los requerimientos de biodiesel es muy grande. Se estima que: a) el área de expansión posible para granos en los Cerrados es de 90 millones de hectáreas; b) que las áreas aptas en la Amazonia alcanzan cerca de 70 millones de ha, 20 millones de ha desmatadas y sin uso actual y 2,5 millones de ha en tierras que ya cuentan con infraestructura.

A diferencia de Argentina o Brasil no existe una estrategia nacional dirigida a desarrollar o impulsar un sector particular para el uso de biotecnología, existen algunos esfuerzos destacables en el caso de biocombustibles (biodiesel y bioetanol), pero no en producciones masivas como en el caso brasileño. En 2008 fue aprobada la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos (LPDB) la cual contempla como prioridad estratégica la producción de biocombustibles, como el etanol, mediante el uso de la jatrofa, higuera y palma de aceite para producir biodiesel (Sacramento, Romero, Cortés, Pech, & Blanco, 2010).

En 2012 había dieciocho proyectos registrados para la producción de bioenergéticos con una producción estimada de 20 millones de litros de combustibles de distintas fuentes de biomasa (Becerra, 2013). En cuanto al capital humano, en México se desempeñan más de 3000 investigadores en las áreas de biotecnología y biociencias aplicadas, aproximadamente 200 programas de posgrado e investigación básica y aplicada además de la formación de maestros y doctores.

8.- CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo fue analizar las características de los sistemas nacionales de innovación (SNI) para permitir la transición hacia una BBC basada en el conocimiento de diecinueve países de América Latina. Para cumplir con dicho objetivo se realizó un análisis de clúster jerárquico multivariante para detectar similitudes y diferencias en seis áreas específicas de los SNI entre los países de la región. 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 en muchos casos pueden obstaculizar la transición hacia la BBC.

Debido las grandes diferencias que existen entre países en 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 dejen de lado la investigación para la producción de diversos campos de refinamiento o creación de centros de I+D especializados. Es fundamental que se fortalezcan los SIN a fin de que la región se inserte en etapas avanzadas de la cadena de valor de los distintos desarrollos biotecnológicos para evitar una dependencia del conocimiento producido en los países desarrollados. De no establecerse una política científica de impulso hacia la BBC se corre el riesgo de continuar en una senda de dependencia tecnológica y económica entre las economías más tradicionales y de orientación agrícola y las economías basadas en el conocimiento altamente innovador.

Bibliografía

- Anlló, G., & Fuchs, Y. (2012). *Bioeconomía y los desafíos futuros. La biotecnología como ventana de oportunidad para iberoamérica*. Buenos Aires: RICYT.
- Avellana, C. (1996). *Métodos de análisis multivariante*. Barcelona, España: Editorial Universitaria de Barcelona.
- Becerra, P. L. (2013). La industria del etanol en México. *Economía UNAM*, 16(6), 82-98.
- 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.
- Eposti, R. (2012). Knowledge, Technology and Innovations for a Bio-based economy: Lessons from the Past, Challenges for the Future. *Bio-based and Applied Economics*, 1(3), 235-268.
- European Commission. (2013). *Bio-based industries, towards a public-private partnership under Horizon 2020*. Bruselas: Publications Office of the European Union.
- European Union Presidency. (2007). *En Route to the Knowledge-based Bio-economy*. Cologne: Cologne Summit of the German Presidency.
- FAO. (2016). *FAOstat*. Recuperado el 10 de 10 de 2016, de Agriculture Organization of the United Nations. Statistical database.: <http://faostat.fao.org/>
- Freeman, C. (2002). Continental, national and sub-national innovation systems - complementarity and economic growth. *Research Policy*(31), 191-211.
- Lundvall, B. (1992.). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London.: Pinter Publishers.
- OECD . (2009). *The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda*. Paris, Francia: OECD.
- Pengue, W. (2001). Expansión de la soja en Argentina Globalización, Desarrollo Agropecuario e Ingeniería Genética: Un modelo para arma. *Revista Biodiversidad*(29), 1-27.
- Rodrigues, R. A., & Accarini, J. H. (2007). Programa brasileiro de biodiesel. . En C. Amorim, *Biocombustíveis no Brasil. Realidades e Perspectivas* (págs. 158-181.). Brasília.
- Sacramento, J., Romero, G., Cortés, E., Pech, E., & Blanco, S. (2010). Diagnóstico del desarrollo de biorrefinerías en México. *Revista mexicana de ingeniería química*, 9(3), 261-283.
- SAGPyA, & IICA. (2006). *Perspectivas de los biocombustibles en la Argentina y en Brasil*. Buenos Aires: IICA.
- Stubrin, L. (2012). *Biotecnología en la provincia de Santa Fe: el sector científico técnico*. Chile: CEPAL.
- Urmetzter, S., & Pyka, A. (8 de Junio de 2014). Varieties of Knowledge-Based Bioeconomies. *Discussion Paper 91*. Alemania: Universität Hohenheim.

