



Desde la Bioeconomía de Georgescu-Roegen hasta la Bioeconomía andeamazónica

Jorge León Quiroga Canaviri¹ y Carlos Ricardo Menéndez Gámiz²

Autor de Correspondencia: jquiroga.docente@umsa.info.bo

Resumen:

Revisados los aportes científicos a la Bioeconomía de Nicholas Georgescu-Roegen, renombrado Economista Ecológico y precursor de la Bioeconomía europea, el objetivo general de esta investigación es analizar dichos aportes vinculados con corrientes epistemológicas de América Latina y el Caribe (ALC), que dieron paso a la "Bioeconomía andeamazónica" (BAA). Los objetivos específicos son i) examinar el estado del arte de la bioeconomía, explorando las limitaciones que motivaron la ampliación conceptual de la bioeconomía aplicable al contexto andeamazónico y ii) analizar como las teorías bioeconómicas se integraron efectivamente con principios bioeconómicos, apoyados en tres nuevas variables: biocultura, bioterritorialidad y bioinformación. El material utilizado son libros y artículos de autores clave como Georgescu-Roegen, Dennis y Donella Meadows, Boaventura de Sousa Santos y Alberto Acosta entre otros, complementados por investigadores contemporáneos afines y contrarios a Georgescu-Roegen, incluido uno de los autores de este artículo que impulsó la BAA. Se empleará el método bibliométrico para la pesquisa literaria que permita cumplir con los objetivos específicos y el método deductivo que al ir de lo general a lo particular permitirá inferir conclusiones a partir de las premisas estudiadas en el tránsito bioeconómico desde Georgescu-Roegen hasta la BAA. El resultado y conclusión final del abordaje validará el que la Bioeconomía propuesta por Georgescu-Roegen en los años 70, hoy reaparezca como alternativa viable y ampliada, tanto teórica, como conceptual y metodológicamente, para solucionar problemas complejos como cambio climático, inseguridad alimentaria y enfermedades pandémicas en latitudes como Bolivia, donde fue pertinente incluir categorías culturales, territoriales y de información.

Palabras clave: Amazonía; Andes; Biocultura; Bioeconomía, Vivir Bien.

From Georgescu-Roegen's Bioeconomy to the Andean-Amazonian Bioeconomy

Jorge León Quiroga Canaviri¹ and Carlos Ricardo Menéndez Gámiz²

Abstract:

Having reviewed the scientific contributions to the Bioeconomy of Nicholas Georgescu-Roegen, renowned Ecological Economist and precursor of the European Bioeconomy, the general objective of this research is to analyze these contributions linked to epistemological currents in Latin America and the Caribbean (LAC), which gave way to the "Andean and Amazon Bioeconomy" (AAB). The specific objectives are i) examine the state of the art of bioeconomics, exploring the limitations that motivated the conceptual expansion of bioeconomics applicable to the Andean-Amazonian context and ii) analyze how bioeconomic theories were effectively integrated with bioeconomic principles, supported by three new variables: bioculture, bioterritoriality and bioinformation. The material used are books and articles by key authors such as Georgescu-

¹ Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), Bolivia

² Egresado de la Universidad Autónoma Chapingo, México (carnega2020@gmail.com)

Roegen, Dennis and Donella Meadows, Boaventura de Sousa Santos and Alberto Acosta among others, complemented by contemporary researchers similar to and opposed to Georgescu-Roegen, including one of the authors of this article. that promoted the AAB. The bibliometric method will be used for literary research that allows the specific objectives to be met and the deductive method that, by going from the general to the particular, will allow conclusions to be inferred from the premises studied in the bioeconomic transition from Georgescu-Roegen to the AAB. The final result and conclusion of the approach will validate that the Bioeconomy proposed by Georgescu-Roegen in the 70s, today reappears as a viable and expanded alternative, both theoretically, conceptually and methodologically, to solve complex problems such as climate change, food insecurity and diseases. pandemics in latitudes such as Bolivia, where it was pertinent to include cultural, territorial and information categories.

Key Words: Amazon; Andean; Bioculture; Bioeconomy; Living Well.

1. INTRODUCCIÓN

Para transitar de la Bioeconomía de Nicholas Georgescu-Roegen a la BAA, se definió como objetivo general, analizar los aportes de Georgescu-Roegen para vincularlos con corrientes epistemológicas emergentes en América Latina y el Caribe (ALC), que dieron paso a la BAA.

Con este propósito se adaptó la paradoja del valor de Georgescu-Roegen (1983) a la realidad actual, para encontrar soluciones a problemas globales, siguiendo la senda forjada por economistas y científicos sociales durante más de un siglo, solo que ahora se incluyó la multidimensionalidad al análisis, como argumento renovado desde una perspectiva epistemológica del Sur, para entender el desarrollo en coincidencia con los fundamentos del libro “De la Filosofía a la Política Pública: Índice Multidimensional del Vivir Bien y la Bioeconomía (Quiroga & Zaiduni, 2021)

Lo dicho concuerda con el principio económico de escasez señalado por Georgescu-Roegen en su teoría del decrecimiento, contrario a los índices convencionales de la pobreza, cuya secuencia lógica fue la base de la BAA, empero la misma se amplió frente a los postulados iniciales de Georgescu-Roegen.

“...la tendencia humana normal de sentir que el mundo se nos viene encima cuando necesitamos algo con urgencia y no podemos adquirirlo en una cantidad suficiente. Por lo tanto, lo que parece escasear tan frecuentemente en cualquier tiempo es la abundancia de la que

dependen el bienestar y la felicidad. En consecuencia, ese factor debe ser la fuente del valor económico” (Georgescu-Roegen, 1983, p.829).

Esta cita dio pie a la Biocultura entendida como la convergencia de saberes ancestrales y tecnologías modernas, añadidos a la Bioeconomía, permitiendo ligar el precepto constitucional del Vivir Bien en Bolivia como equivalente del bienestar, así como nuevos indicadores denominados bioterritorialidad y bioinformación.

También se trazó un primer objetivo específico dirigido a examinar el estado del arte de la bioeconomía, no sin antes recapitular obras y ensayos precedentes tanto de Georgescu-Roegen como de otros autores quienes transitaron de la Economía Ecológica a la Bioeconomía. Se cimentaron las leyes de la termodinámica y energía de baja entropía para superar los enfoques clásicos, ortodoxos y heterodoxos, pasando de lo lineal a lo circular, lo que amerita explorar las críticas y limitaciones que motivaron la ampliación conceptual de la bioeconomía aplicada al contexto andeamazónico.

Desde fines de los años 60 e inicios de la década de los años setenta, se formaron bioeconomistas, en la Universidad de Dartmouth, en New Hampshire, institucionalizando en su oferta académica, la definición de “Bioeconomía como la Ciencia de la Sobrevivencia” sustentada en ocho principios importantes (Brackett, 1970, p. 14).

i) La supervivencia de la vida es el primer y principio fundamental de la bioeconomía, ii) La energía es la base de la vida y la riqueza y su única fuente renovable es la radiación solar, iii) El propósito es mantener la máxima utilización de energía radiante que fluye de forma más organizada que la luz, iv) La competencia por los recursos dentro y entre especies es intensa, pero debe ser controlada, v) El progreso en la naturaleza es el aumento de la potencia para explotar la energía de manera más eficaz, iv) Las poblaciones deben ajustarse en número a la disponibilidad de energía o recursos y a los poderes individuales de explotación, vii) La cultura o la tecnología, es el mecanismo de explotación del hombre, no sujeto a controles evolutivos y viii) La capacidad de transporte resume el estado de

los recursos de población de una especie y determina el tamaño óptimo de una población. (Brackett, 1970, pp. 17-18).

Es oportuno mencionar que mientras esto sucedía, en otras coordenadas y en 1970, se otorgaba el premio nobel de la paz a Norman Ernest Borlaug, creador de la “Revolución Verde” basada en paquetes tecnológicos que incluían el insecticida diclorodifeniltricloroetano (DDT) para controlar sobrepoblaciones de insectos que afectaban la agricultura industrial, pero que también eran dañinos para el ser humano.

Georgescu-Roegen, adelantándose a los esposos Meadows, autores del informe del Club de Roma (Meadows et al., 1972), prospectó lo que hoy se vive, permitiendo a la Bioeconomía europea erigirse como el mejor paradigma productivo que reincorpora la naturaleza y biomasa residual, proveniente sobre todo de la agricultura, para su reciclaje (Georgescu-Roegen, 1971). En su libro “Ley de la Entropía y el Proceso Económico” planteó la segunda ley de la termodinámica, generadora de energía de baja entropía, para producir bioproductos hoy conocidos como biocombustibles, biorremediadores de suelos, bioinsumos, biomedicamentos, nutracéuticos, biocosméticos y una variada gama de ellos, que a la par de satisfacer las necesidades humanas, permitan cuidar la biósfera planetaria.

En sus otras obras Georgescu-Roegen (1976) formuló la pregunta “¿Qué habrían hecho los propios físicos si las propiedades de la materia hubieran estado sujetas a un cambio tan rápido como el del proceso económico?”

“...fue la nueva representación del proceso económico lo que permitió cristalizar los pensamientos al describirlo por primera vez como transformación entrópica de recursos naturales valiosos (baja entropía) en desechos sin valor (alta entropía). El verdadero producto del proceso económico es un flujo inmaterial, definido como el disfrute de la vida, cuya relación con la transformación entrópica de materia-energía aún está envuelta en un misterio” (Georgescu-Roegen, 1976).

Sin embargo, en la actualidad esos buenos propósitos se distorsionaron, por el mantenimiento del antropocentrismo y egocentrismo humanos, cuya primacía

de intereses individuales, antes que intereses colectivos, condujeron a que la Bioeconomía se convierta en todo menos aquello que Georgescu-Roegen esperaba, retornando al consumismo y utilitarismo, propios del Antropoceno descrito por Paul J. Crutzen y a la fase superior del “Capitaloceno entendido como fase interna de la mundialización capitalista” (Altvater, 2014). Ello significa que los últimos “12 mil años que equivalen a 0.00029% de tiempo geológico, la sociedad humana llevó muy lejos su capacidad de afectación y destrucción de los diferentes sistemas y holones planetarios” (Menéndez Gámiz, 2022, p. 38).

Corremos el riesgo de tener que superar nuevamente los límites del crecimiento, descritos en su versión más reciente por (Meadows et al., 2012), retomando las alertas mundiales sobre el destino que tendrá la humanidad de no hacerlo. El cambio climático e inseguridad alimentaria pasan a un primer plano, complementados por el informe de Francia elaborado por los premios nobel Joseph Stiglitz, Amartya Sen y el profesor italiano Fitoussi que desbaratan el desarrollismo, que mide mal la pobreza, mediante el Índice de Desarrollo Humano (IDH) o las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), que no riman con el Producto Interno Bruto (PIB) como medida de crecimiento (Stiglitz et al., 2008).

Esto habilitó la ya mencionada teoría del “decrecimiento” propuesta por Georgescu-Roegen en los años 70, reflexionando sobre el error de focalizar el crecimiento indefinido del PIB en lo económico y lo político. Se sumaron los estudios de OPHI Oxford, a la cabeza de Sabina Alkire, que ayudaron a construir en Bután el Índice de la Felicidad Bruta (IFB), con indicadores multidimensionales de pobreza más congruentes con esa realidad y su cultura, en términos de desarrollo humano, que además resultaron muy prácticos para los estudios sobre COVID-19 (Alkire et al., 2014, p. 11).

Bajo estas premisas, los economistas deberán reinventarse, para encontrar soluciones prácticas y efectivas a la problemática descrita, aislando bagajes teóricos y mecanicistas, clásicos y ortodoxos, que equivocaron el rumbo de la ciencia. Llegó la hora en que los estudiosos se ocupen de la especie humana que vive en sociedad y armonía dentro de un ambiente finito, reincorporando la naturaleza, pero no como un simple factor productivo en funciones lineales, ni tratando de humanizar la naturaleza sin respetar sus leyes.

Estos fenómenos considerados cíclicos, porque ya ocurrieron hace 100 años atrás (gripe española - pandemia), después de la segunda Guerra Mundial mostraron que los economistas tradicionales descubrieron nuevas realidades que desde las naciones pobres no encajan. Implicó hacer un esfuerzo adicional para entender esas otredades como las reconocen los epistemólogos del sur (Santos, 2009) y (Acosta, 2008) así como el economista ambiental mexicano Enrique Leff (2010).

Lo anterior apoya la idea que la bioeconomía puede concebirse como una estrategia de uso intensivo en conocimiento biobasado para hacer posible el conjunto de tres sostenibilidades clave: ambiental, económica y social (triple cuenta) y así lograr los ansiados estilos de vida sustentables, como lo sugiere (Menéndez Gámiz, 2022).

Actualmente, emergieron muchos aportes científicos bioeconómicos, pero ninguno como el enfoque de BAA, que recupera fundamentos del biocentrismo, la ecología profunda, fusionando a la bioeconomía europea de Georgescu-Roegen de los años setenta, con las epistemologías del Sur en camino a encontrar un nuevo rumbo para las economías latinoamericanas, en una época en que la macroeconomía (teorías y políticas fiscales y monetarias) y la microeconomía (teorías de utilidad, producción y consumo individual) no hallan respuestas a la compleja realidad circundante.

La premisa fundamental fue mostrar a la bioeconomía como elemento articulador, que une lo filosófico con las políticas públicas aplicadas (inserción de la termodinámica) en una **relación materia – energía** (donde lo material se superpone a lo energético), permitiendo sentar las bases de convergencia de saberes ancestrales y modernos que Georgescu-Roegen omitió. Las epistemologías del sur “dan voz a los sin voz” (Santos, 2009) permitiendo ensamblar una tercera vía económica con soluciones circulares (no lineales) a problemas complejos y multidimensionales, con una visión distinta al desarrollismo occidental, **incorporando una relación espacio – tiempo**, donde **el espacio** fue deliberadamente omitido por los economistas.

Un segundo objetivo específico es analizar cómo las teorías bioeconómicas se integraron efectivamente con sus principios, apoyados en tres variables:

biocultura, bioterritorialidad y bioinformación que fungen como percutores que permiten superar las limitaciones del trabajo de Georgescu-Roegen, planteadas por críticos a su trabajo como (Mohammadian, 2008), (Flores Mondragón, 2015), (Carpintero, 2017) y (Manzanera Salavert, 2023).

Cabe señalar que la BAA emerge como alternativa para corregir y completar la bioeconomía europea propiciada por Georgescu-Roegen, entendiendo que la biocultura sintetiza el diálogo de saberes ancestrales y modernos, la bioterritorialidad sintetiza los diálogos interterritoriales bajo enfoques mutualista, cooperativo y comunitario y la bioinformación se constituye en la base para la formulación de estrategias y políticas públicas bioeconómicas, amparada en el uso de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC's).

La relación entre estos bioindicadores y las limitaciones implica que para superarlas se deben considerar los siguientes aspectos: i) el modelo de Georgescu-Roegen es altamente complejo, lo que dificulta su aplicación práctica mucho más si se desconoce realidades donde las raigambres culturales tienen mucho peso, mostrando la importancia de la biocultura, ii) la falta de cuantificación dado que Georgescu-Roegen enfatizó en conceptos cualitativos sin proporcionar una base cuantitativa sólida para su modelo, vacío que puede ser llenado con la generación y uso de bioinformación para suplir dicha limitante, iii) falta de Orientación Práctica al dar mucha importancia a la sostenibilidad desconociendo cómo las sociedades abordan sus problemas económicos, ecológicos y sociales, sin considerar sus condicionantes geográficas y territoriales que pueden allanarse con la bioterritorialidad y iv) escasa atención a factores políticos, sociales y ambientales que también influyen en el desarrollo económico y sostenibilidad ambiental, para lo cual es conveniente considerar los principios filosóficos y constitucionales que invocan el respeto a la madre naturaleza, que también hacen a la biocultura de los países.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El material utilizado son libros y artículos de autores expertos en Bioeconomía como Nicholas Georgescu-Roegen, considerado el padre de la bioeconomía,

complementados por otros autores e investigadores contemporáneos, adeptos y críticos a sus postulados, incluido el coautor del libro "La Economía de la Vida: La Bioeconomía Ande Amazónica" que participa en esta investigación. La metodología empleada es la exploratoria descriptiva, con técnicas bibliométricas de recopilación y pesquisa de literatura científica en revistas indexadas de calidad y confiabilidad" (Estrada-Zamora & De Jesús-Vizcaíno, 2020, pp. 233-234). La misma sirvió para obtener información relevante para cumplir con los objetivos trazados, siguiendo un enfoque analítico no experimental. Finalmente se empleó el método deductivo (que va de lo general a lo particular) infiriendo conclusiones a partir de premisas estudiadas en el tránsito de la Bioeconomía desde Georgescu-Roegen hasta la BAA.

3. ESTADO DEL ARTE DE LA BIOECONOMÍA Y LA BAA

Georgescu-Roegen (1906-1994), comenzó escribiendo sobre economía y fue discípulo y amigo de Joseph A. Schumpeter, aunque posteriormente entró en discrepancias respecto a la teoría de crecimiento. Ello motivo a que comience a escribir sobre economía agrícola convirtiéndose luego en uno de los precursores más reconocidos de la Economía Ecológica. También fue considerado padre de la Bioeconomía, por sus múltiples y polémicas obras que comenzaron a destacarse desde 1971. El listado de sus aportes científicos más relevantes se tradujo en cuarenta y cinco obras que figuran listadas en el Anexo 1 desde 1935 hasta su fallecimiento el año 1994.

Cabe mencionar que muchos autores escribieron sobre Nicholas Georgescu-Roegen, referenciándolo o rescatando sus aportes como: Robert M. Solow (1974); Anthony M. Tang (1976); Jeremy Rifkin (1980); Herman Daly (1980); Robert Dorfman (1985); J.M. Naredo (1987); Allier J. Martínez y K. Schlüpman (1991); Michael Szenberg (1992); Ruth Matthias (1993); Turner R. Kerry (1993); Susan Mesner (1998); A. Maneschi & S. Zamagni (1997); Kozo Mayumi & J.M. Gowdy (1999); T. Beard, T & Thomas Randolph (1999); Kozo Mayumi (2001); Herman E. Daly (2007); Oscar Carpintero (2007); Jacques Grinevald (2008); Anthony Friend (2008); Robert Costanza (2009), Kozo Mayumi (2009); Serge Latouche (2009); Herman E. Daly (2010); C. Brunel, (2010); Mauro Bonaiuti, (2011); Louis Meuleman (2013); Antonio Valero Capilla (2018) y Vivien et al (2019).

Hay una coherencia lógica en la línea investigativa de Georgescu-Roegen, pese a ello tuvo muchos críticos y detractores en los últimos 28 años, quienes luego de su muerte, incluso propiciaron nuevas corrientes analíticas con enfoques marginalistas opuestos a su obra, introduciendo rentas, ganancias, utilidades, financiamiento y cadenas de valor, que en la actualidad también volvieron a ser parte de la bioeconomía.

Tomando en cuenta el análisis bibliométrico y pesquisa literaria sobre Bioeconomía destacamos lo siguiente:

La Bioeconomía implicó grandes cambios en los últimos años. Si bien surgió en un contexto europeo, destacó la urgencia de buscar soluciones a problemas como cambio climático, seguridad alimentaria, salud, reestructuración industrial, seguridad energética y otros. Un denominador común clave para estos grandes desafíos es que se los reconoce como problemas persistentes, complejos, abiertos y caracterizados por la incertidumbre en términos de cómo abordarse y resolverse, donde una solución parcial puede dar lugar a más problemas. Pese a la incertidumbre, la bioeconomía se introdujo como una parte importante de la solución a varios de esos desafíos. Pasar de productos y energía basados en fósiles a bio-basados es importante desde la perspectiva de cambio climático, pero también sugiere que una transición a una bioeconomía abordará aspectos relacionados con seguridad alimentaria, salud, reestructuración industrial y seguridad energética (Bugge et al., 2016).

Entre 2006 y 2016, se escribieron 453 artículos publicados en 222 revistas y de ellos 149 revistas tenían un solo artículo sobre bioeconomía (Bugge et al., 2016).

Tabla 1. Tópicos más desarrollados en publicaciones bioeconómicas. **Fuente:** *What's the bioeconomy? A review of the literature*, Bugge M, Hansen T, Klitkou A. 2006-2016.

Diario	Número de Documentos	Parte de Documentos	Número de Citas	parte de todos Citas
Biocombustibles Bioproductos y Biorefinación-Biofpr	27	6,0%	244	2,7%
Biomasa y Bioenergía	18	4,0%	251	2,7%
Revista de la Sociedad Estadounidense de Químicos del Petróleo	15	3,3%	202	2,2%
Revista de producción más limpia	12	2,6%	204	2,2%
Revista internacional de evaluación del ciclo de vida	10	2,2%	164	1,8%
Diario Internacional del Azúcar	10	2,2%	30	0,3%
Tecnología Bioambiental	9	2,0%	361	3,9%
Microbiología Aplicada y Biotecnología	8	1,8%	249	2,7%
Revista escandinava de investigación forestal	8	1,8%	14	0,2%
Suma	117	25,8%	1719	18,7%

También surgieron economistas que sintetizaron la obra de Georgescu-Roegen o procuraron completarla, con predominio de temas de energía y reciclaje de biomasa residual. Poco a poco la temática de cambio climático, inseguridad alimentaria y enfermedades pandémicas fue cobrando importancia, sin abandonar los temas energéticos. También resurgieron temas filosóficos, conceptuales o rescate de trabajos pioneros de Georgescu- Roegen, que en los últimos cinco años llamaron la atención:

- “*Nicholas Georgescu Roegen: de heterodoxo a disidente*” (Carpintero, 2017).
- “*Bioeconomía el futuro sostenible*” (Hodson de Jaramillo, 2018).
- “*Bioeconomia e suas aplicações*” (Mejias, 2019).
- “*Bioeconomía: una alternativa para la conservación*” (Lombeyda Miño, 2020).
- “*La bioeconomía como herramienta para el crecimiento económico sostenible*” (Lainez, 2021).
- “*Bioeconomy and Bioeconomics: Are they the same think?*” (Tilica, 2021).
- “*Bioeconomía, Estrategias e Impacto*” (Aguilar, 2021).
- “*The ‘bioeconomics vs bioeconomy debate: Beyond criticism, advancing research fronts*” (Allain et al., 2022).

A manera de síntesis, la línea de tiempo de la conceptualización de la Bioeconomía se muestra en la figura 1.

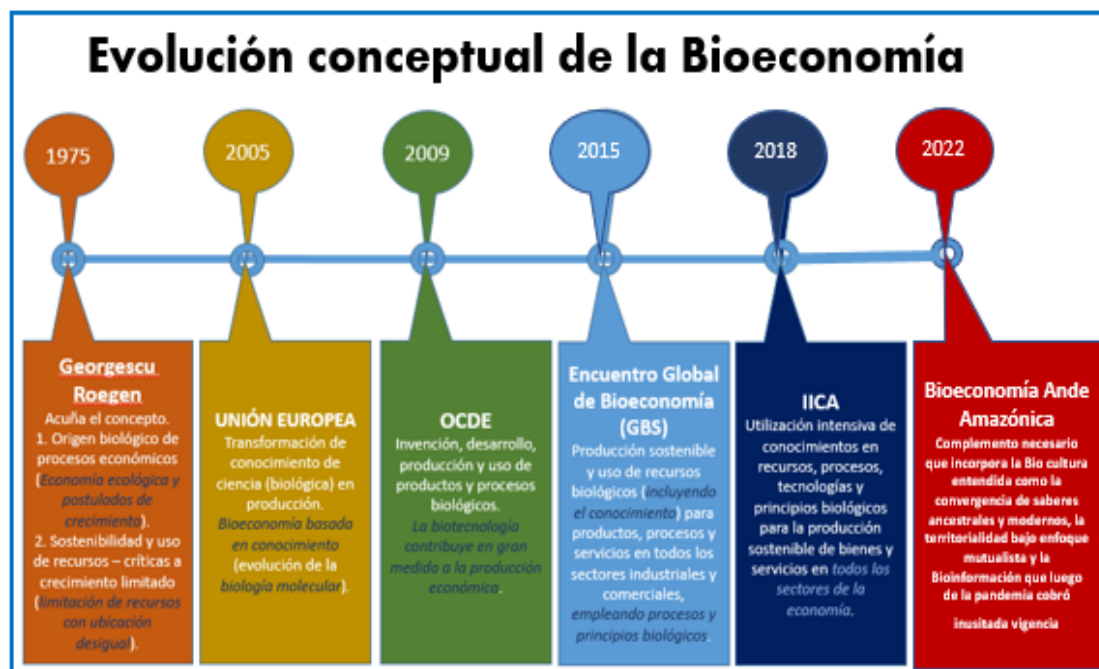


Figura 1. Línea de tiempo de la evolución conceptual de la Bioeconomía. **Fuente:** Quiroga & Zaiduni (2023)

Las publicaciones de Georgescu-Roegen desde 1971 a 1994 marcaron distancia respecto a la ortodoxia y heterodoxia económicas, exacerbadas por el antropocentrismo y egoísmo humanos.

Donella y Dennis Meadows (1971) anunciaron serios riesgos que hoy vive la humanidad por la “polución” o crisis medio ambiental, cuyos efectos se conocen como efectos del cambio climático, con incidencia en la agricultura.

“Both industrial and agricultural activity can cause pollution. (In the case of agriculture, the pollution consists largely of pesticide residues, fertilizers that cause eutrophication, and salt deposits from improper irrigation.) Pollution may affect the mortality of the population directly and also indirectly by decreasing agricultural output” (Meadows et al., 1972, p. 98).

El Global Bioeconomy Council (2019) mapeó 49 países del mundo que adoptaron la bioeconomía a través de estrategias (Blanco et al., 2020, p. 13). Empero al revisar las estrategias, una por una, se elaboró un esquema de cuatro cuadrantes, que diferencia el desarrollo tecnológico, capital financiero, dotación de recursos naturales y biodiversidad entre países y continentes. El citado esquema (figura 2) demuestra que no hay una sola Bioeconomía y que no se pueden homogeneizarse ni uniformizarse las estrategias en serie. De esta

forma surge el preámbulo de la bioterritorialidad, que en el caso de Bolivia t dadas sus características territoriales con mega biodiversidad, sobre todo en la Amazonía, motivaron a proponer la BAA (Quiroga & Zaiduni, 2023, p. 93).

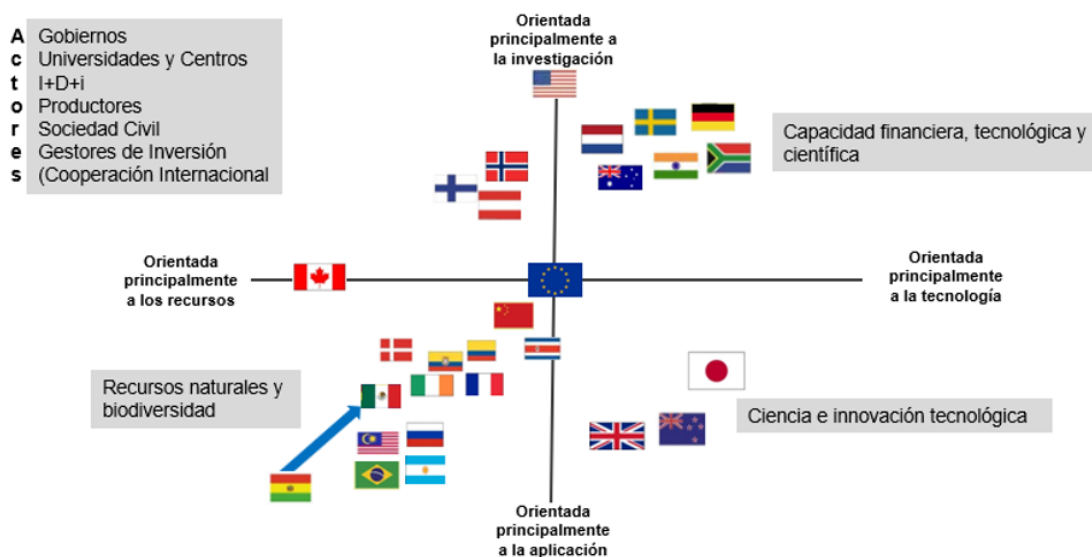


Figura 2. Cuatro cuadrantes de las distintas formas de hacer Bioeconomía. **Fuente:** Elaboración propia

El análisis coincide con las epistemologías del Sur que según Boaventura de Sousa Santos "la ecología de los saberes permite, no sólo superar la monocultura del saber científico, considerando también la idea de que los saberes no científicos son alternativos al saber científico". Esa coincidencia o convergencia implica que:

"La ecología de los saberes trata de crear una nueva forma de relación entre el conocimiento científico y otras formas de conocimiento; busca la construcción de una sociedad más equilibrada en sus relaciones con la naturaleza" (Santos, 2009, p. 116).

Incorporación de perspectivas emanadas en los saberes indígenas... ha surgido el Buen Vivir, como una buena vida alternativa a la idea occidental del desarrollo como un todo... el Buen Vivir cuestiona radicalmente las bases conceptuales del desarrollismo actual, simultáneamente pone en entredicho la Modernidad de origen europeo (Gudynas & Acosta, 2011, p. 71).

Analizadas las posturas mencionadas, cuya visión es opuesta al desarrollismo occidental que dañó la madre naturaleza, se reafirma la riqueza y sabiduría ancestral de los pueblos andinos y amazónicos para vincularlos epistemológica y ontológicamente a la Bioeconomía a través de la Biocultura (diálogo de saberes) complementada por la Bioterritorialidad que permiten subsanar las omisiones del modelo de Georgescu-Roegen.

Enrique Leff (2010) uno de los economistas ambientales más influyentes de la época, coincidió y reconoció públicamente que:

"...el hombre en su proceso civilizatorio olvidó a la naturaleza. El homo sapiens, sapiens, sapiens erró el camino y desembocamos en una crisis ambiental, que no es pasajera. Georgescu-Roegen quien definió la relación entre proceso económico y segunda ley de la termodinámica (ley de la entropía) sostuvo que la economía se alimenta de naturaleza (materia y energía) acorde al progreso económico y tecnológico, donde la naturaleza ingresa en la maquinaria mundial de la economía, para transformarse según la segunda ley de la entropía". (Leff, 2010, p.1).

Con los argumentos citados, se explicaron dos variables incorporadas al modelo bioeconómico de Georgescu-Roegen (biocultura y bioterritorialidad), reconociendo que pueden ser muy útiles para ayudar a encontrar soluciones al cambio climático e inseguridad alimentaria en ALC que tienen diferencias marcadas respecto a los países nórdicos.

Alicia Barcena (2021) postuló nueve tesis vinculadas con la Bioeconomía, entendiendo "la gravedad de la crisis climática en la región y la urgencia de enfrentarla, exige una priorización del financiamiento de medidas de adaptación". (Bárcena, 2021, p. 2).

En consecuencia, la bioinformación desempeña un papel crucial al agregarse como variable clave al modelo bioeconómico de Georgescu-Roegen, centrado en el uso sostenible de recursos biológicos. En este contexto, la bioinformática facilita el análisis y gestión información compuesta de datos biológicos a gran escala, permitiendo avances en agricultura, medicina, energía y más. La integración de datos genómicos, proteómicos y ambientales

impulsa la investigación y desarrollo de soluciones innovadoras, contribuyendo a la eficiencia y sostenibilidad en sectores clave de la bioeconomía.

Finalmente, vale la pena considerar la bioinformación que debe converger con los saberes ancestrales, constituyéndose en un área fascinante donde la ciencia moderna y las tradiciones antiguas pueden entrelazarse. Esto implica integrar datos biológicos avanzados con conocimientos tradicionales sobre plantas medicinales, curación y ecología.

Esta convergencia puede conducir a descubrimientos significativos en medicina, conservación, sostenibilidad y medio ambiente motivo por cual, la BAA incluye esta variable faltante al modelo de Georgescu-Roegen, entendiendo que este autor intuyó las bondades que ofrece el uso de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC's) en la Bioeconomía, pero cuyo desarrollo en sus épocas era muy incipiente.

Como ejemplo señalamos el uso de nano computadores que funcionan como minicentrales meteorológicas, cuya información de temperatura, humedad, apareamiento de insectos plaga y otras variables, permiten a los agricultores de cualquier tamaño contar con dicha información en sus celulares y en tiempo real. Se aclara que procesar grandes volúmenes de datos es factible si y solo si, se emplean TIC's como big data, cloud computing, e internet de las cosas para su procesamiento que al analizarla permite actuar preventivamente ante fenómenos climáticos que provoquen estrés hídrico o inundaciones extremas fruto de fenómenos niño y niña anómalos.

Se cuenta con evidencia empírica al haber introducido nano computadoras en parcelas demostrativas de la Universidad Mayor de San Andrés, la Universidad Pública de El Alto y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura en Bolivia (IICA Bolivia) cuya información es procesada en Francia (IRD) a la cabeza de Bruno Condori Alí, líder del equipo Bolivia quien coordina con otros científicos franceses citados en (Rebaudo et al., 2023, p. 1029).

Hasta aquí, lo descrito refrenda la utilidad de las tres variables mencionadas que han consolidado una bioeconomía alternativa, adaptada a la realidad de los territorios andinos y amazónicos bolivianos, considerando sus raigambres

culturales, sus peculiaridades territoriales y el empleo de TIC's para generar bioinformación operativa.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN: LA BIOECONOMÍA ANDE AMAZÓNICA

La BAA introdujo la **Biocultura** que según Antonio Ortega Santos - Diccionario del Agro Iberoamericano, es el "conocimiento, innovaciones y prácticas de los pueblos indígenas, que abarcan desde los recursos naturales en todas sus dimensiones, hasta los paisajes que crean" (Ortega Santos, 2022, p. 174).

Lo biocultural reconfigura nuestros saberes ancestrales como caja de herramientas que ayuda a afrontar la crisis civilizatoria que vivimos. Enfrentamos tres retos éticos: i) apostar por la recuperación de nuestra conciencia de especie desde el repensar, ii) la relación Tierra-Pachamama y iii) encontrar en el pasado lecciones de sustentabilidad en el territorio. Implica diseñar nuevos ecosistemas desde nuestras Bio regiones. Este reto es factible únicamente desde el (neo) aprendizaje de los saberes del sur global donde habitan los agricultores campesinos (Ortega Santos, 2022, p. 67).

Hay números estudios en México, Norte América y otros países con civilizaciones antiguas, lo que respalda La Economía de la Vida: la Bioeconomía ande amazónica. Incorpora arquetipos del Cronista indígena Guamán Poma el año 1526. "La Chakana considera la geometría sagrada y el escalonamiento de pisos agroecológicos esculpidos en Tiahuanacu y en muchas otras latitudes hasta donde llegaron las culturas Tiwanaku – Inca" (Quiroga & Zaiduni, 2023, p. 72).

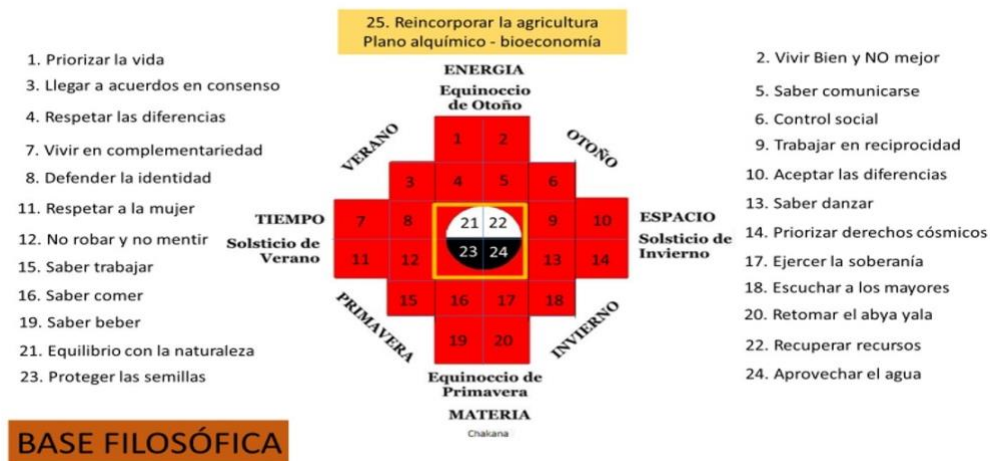


Figura 3. Modelo Chakana, ordenador de los principios del Vivir Bien. Fuente: Elaboración propia

Por la amplitud y complejidad de este bagaje, sintetizamos el enfoque presentando en la Chakana que relaciona i) materia-energía y ii) espacio-tiempo, como también el ordenamiento de los 25 principios constitucionales del Vivir Bien. Al ser un calendario solar se correlacionan los 4 puntos cardinales (cuatro elementos de la naturaleza, tierra, fuego, aire y agua) con la parte central cuyos cinco principios son equivalentes a los cinco principios de la Bioeconomía. Con esta herramienta se materializó la métrica del Vivir Bien por (Quiroga & Zaiduni, 2021, p. 10) y (Quiroga & Gonzáles-Yaksic, 2013, p. 6).

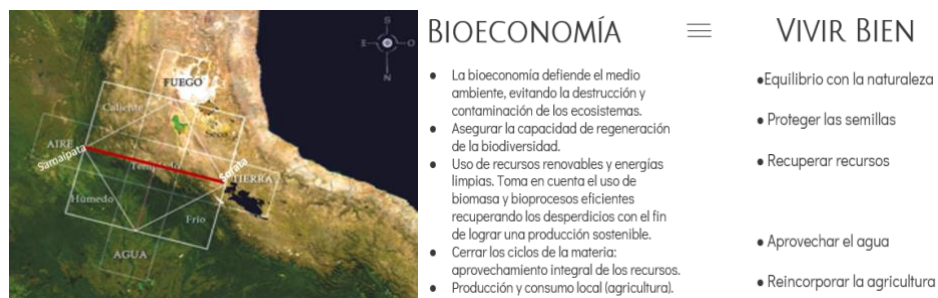


Figura 3. Convergencia con los 4 elementos de la naturaleza y 5 principios del vivir Bien. Fuente: Elaboración propia

La bioterritorialidad

Permite analizar y ver qué papel juega el territorio en procesos del desarrollo local. Nos remitimos a los italianos (Dematteis & Governa, 2005) quienes “convirtieron lo territorial en un objetivo mayor al buscar esclarecer las conexiones entre territorialidad y sostenibilidad, para definir principios y modelos

de sostenibilidad territorial y permitir la autorreproducción sostenible de los sistemas territoriales". Mereció particular atención la relación sociedad / ambiente, así como la dimensión comunitaria de las relaciones entre actores con su territorio citando a (Bagnasco. 1999). Así surge y cobra gran importancia el desarrollo local y subyace el riesgo de una visión localista del desarrollo local, dado que el análisis es multidimensional y complejo, involucrando aspectos económicos, sociales, culturales, políticos y ambientales.

“Ejecutando procesos de desarrollo local se obtiene específico valor añadido territorial que garantice las intervenciones y transformaciones territoriales para la sostenibilidad, eficacia y legitimidad. Esta deriva de la acción colectiva y territorializada de agentes locales, que usan el territorio y lo reproducen, contribuyendo así a la construcción de una nueva territorialidad” (Dematteis & Governa, 2005, p. 42).

Para introducirnos al concepto de bioterritorialidad se toma en cuenta el libro *Repensar las espiritualidades desde miradas contrahegemónicas del Sur*, donde resalta:

Las espiritualidades indígenas nos alertan sobre las causas y efectos de estos problemas y nos desafían a iniciar un proceso de reconexión con la naturaleza y a comprometernos en los procesos políticos de nuestros pueblos hacia la autodeterminación. Los pueblos indígenas sostienen cosmovisiones cosmos-céntricas y epistemologías diferentes (Piedrahita Echandía et al., 2021, p. 140).

La bioterritorialidad se define como “noción de territorialidad aplicada a las especies animales, y por tanto a la especie humana, se encuentra indisolublemente unida a la noción de hábitat”. (Aceves González, 1997, p. 279).

Para incluir esta dimensión como variable del modelo propuesto, recuperamos el modelo de Lotka y Volterra (1930) que prevé que el mutualismo, antecesor del comunitarismo, puede ser el medio bioeconómico para la producción en los territorios, de manera más respetuosa con el eco hábitat (naturaleza y biodiversidad), incorporando la matemática propuesta por los hermanos

Jaramillo en Colombia para tal efecto que también involucraría implícitamente aspectos de financiamiento (Jaramillo Mejía et al., 2013, p. 103).

La bioinformación

Se nutre con información generada por la bioinformática. Es un concepto más utilizado en ciencias médicas que involucra: biotecnología, producción de biomasa renovable y bioprocesos eficientes, producción de bienes provenientes de biología, microbiología, bioquímica y química, producción de bienes y/o servicios con bioinformática. También desarrolla bienes y servicios provenientes de la ingeniería biomédica, dispositivos médicos y reactivos de diagnóstico, basados en biología molecular, edición génica, microfluídica, ingeniería genética, microbiología, bioquímica, biotecnología y producción de bienes y servicios de la neuro tecnología como simulaciones de modelos neurales, computadores biológicos, equipos para interconectar el cerebro con sistemas electrónicos y aparatos para medir y analizar la actividad.

La Bioinformación se liga a la historia cultural porque recopila, guarda y recupera el saber cognitivo de mente - cuerpo - cultura. Ello contribuye a que la cognición y la biología, sean inseparables y co - emerjan en su historia cultural.

Se consideran las creencias morales, científicas y transcendentales, entendiendo que son reglas externas que controlan la conducta del grupo. La Cultura moldea la realidad personal con uniformidad, tomando en cuenta la idiosincrasia para asimilar las creencias que interactúan con distintos niveles socioeconómicos que llamamos biocultura, con capacidad de determinar cómo la biología puede traducirse en cultura médica o medicina tradicional.

Debemos recordar que el único modelo multidisciplinario y complejo, que al mismo tiempo estudia la Vida o sus ciencias es la Bioeconomía, mismo que es un modelo matricial con vectores autorregresivos, enriquecidos por las tres dimensiones señaladas que también son matriciales y disponen de la bioinformación para su consistencia.

La secuenciación masiva transformó la microbiología, reduciendo los costes y tiempos de análisis con la bioinformática, que va generando nuevos programas de análisis. Tanto las bacterias patógenas como las no patógenas pueden

representar una amenaza, pero también una oportunidad para la salud. (Hernández et al., 2020, pp. 159-160).

En consecuencia, la bioinformación se convierte en una variable de stock (capital o generador del mismo) y de flujo (genera la información útil y necesaria para alimentar los bioprocesos en medicina, agricultura y otros rubros, tomando en cuenta la microbiología genética). Puede ser baja entropía si existe un control sobre la misma, empero con los últimos avances de la inteligencia artificial y otros sistemas de autocontrol, se podría prescindir del ser humano, lo que podría elevar la entropía, que Georgescu-Roegen intuyó, pero no llegó a conocer.

5. MODELAJE MATEMÁTICO

Modelo Base de Georgescu-Roegen (1971-1994), resumiendo la recopilación sistematizada de (Hernández Cervantes, 2008, pp. 40-43) quien configuró las ecuaciones 1 y 2 y las explicaciones de las variables.

El modelo bioeconómico propuesto por Georgescu-Roegen, 1971, muestra que la producción (Q) es más realista que la tradicional Cobb Douglas: $Q = A \cdot K^\alpha L^{1-\alpha}$.

$$\begin{array}{c}
 \text{T} \quad \quad \quad \text{T} \quad \quad \quad \text{T} \\
 \text{(1)} \quad Q_0(t) = F [I_1(t); W_0(t)] \\
 \text{0} \quad \quad \quad \text{0} \quad \quad \quad \text{0}
 \end{array}$$

La función de producción se explica por **(I)** insumos y **(W)** desperdicios. Va de 0 a T como modelo de *flujo de fondos de servicios*. Circularmente recupera las funciones de cada uno de los factores, según sus cualidades físicas. Para que el modelo funcione en estado estacionario, propone mantener intacta la eficiencia de los factores de producción duraderos.

Luego en siguiente ecuación usa dos categorías: **Stocks** los factores (tierra, capital y trabajo) y **Flujos** son los servicios que entran y salen del proceso, con eficiencia intacta.

$$(2) \quad \begin{matrix} T & T & T & T & T & T & T & T & T \\ Q(t) = F [R(t), I(t), M(t), Q(t), W(t): Tr(t), K(t), L(t)] \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{matrix}$$

Stocks Si (i): Tierra ricardiana (Tr), capital físico (K) y mano de obra (L). A diferencia de una función (Cobb Douglas) se incluye la Tierra ricardiana. Como flujos (**R**) son los recursos naturales, (**I**) son los insumos corrientes como materiales que provienen de otro proceso productivo -ejemplo barniz para fabricar una mesa de madera, (**M**) insumos necesarios para mantener intacto el capital; ej. lubricantes, pinturas, partes, etc., (**Q**) producto autogenerado con Recursos naturales (lluvia, energía solar, suelo, etc.), (W) flujo del producto desperdiciado, aunque no deseado, que inevitablemente sufre un proceso de transformación para su reincorporación en la función de producción.

Los $F_i(t)$, implican flujos de mantenimiento para conservar intacta la eficiencia de los activos o fondos de servicio. Los Stocks de capital mantienen los flujos para dar lugar al producto. Se complementan ya que ni flujos ni stocks podrían generar un producto por sí mismos. La maquinaria y el trabajo humano requieren insumos corrientes y recursos naturales para crear un bien; los primeros se transforman en producto por acción del capital (máquinas y herramientas), trabajo humano o tierra.

La fórmula (2) es una función de funciones, delimitada temporalmente en el espacio 0 a T, donde ocurren procesos en el espacio de 0 a T al mismo tiempo en un rango de 0 a t y donde siempre $t < T$.

Hasta aquí llegó Georgescu-Roegen en 1994, adelantándose al informe Meadows, empero, luego de poner el modelo en escena recibió críticas por omisiones que a juicio de los autores de la BAA allanaron las omisiones y observaciones.

La **Bioeconomía Ande Amazónica**, completa el modelo de Georgescu-Roegen en la ecuación (3), instrumentando las variables en rojo (Quiroga & Zaiduni, 2023, p. 115).

$$\begin{array}{cccccccccccc}
 & T & & T & & T & & T & & T & & T & & T \\
 (3) & Q(t) = F [R(t), I(t), M(t), Q(t), W(t), \mathbf{Ef}(t), \mathbf{CA}(t): Tr(t), K(t), L(t), \mathbf{Tic}(t)] \\
 & 0 & & 0 & & 0 & & 0 & & 0 & & 0 & & 0
 \end{array}$$

Donde **(Ef)** es el espacio físico (bioterritorialidad), **CA** es la cultura ancestral (que debe combinarse con tecnología moderna en un diálogo de saberes que hacen la biocultura) y **(Tic)** son las tecnologías de información y comunicación modernas derivadas de la evolución de la investigación e innovación que no deben llegar a una alta entropía. Cada componente principal en la ecuación se introduce como flujo o como stock (equivalente a Fondo como Georgescu-Roegen lo definió).

Toda la información contenida es multivariante y multidimensional, introducida en forma matricial para completar el proceso de **reestructuración espacio-tiempo**, que los modelos economicistas no pudieron unir. Además, se complementa la **relación materia-energía** gracias a las leyes de entropía propuestas por Georgescu-Roegen y cuyo balance fue formalmente instrumentado en la antigüedad Tiwanaku Inca por la Chakana.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Bioeconomía de los setenta, propuesta por Georgescu-Roegen reaparece como propuesta teórica, conceptual y metodológica con alternativas de solución a los problemas globales.

La fusión de la bioeconomía con principios de la filosofía del Vivir Bien introduce la BAA, y contribuye a enfrentar la inseguridad alimentaria, el cambio climático global y al mejoramiento del estado de la salud de las personas, tres grandes retos de estos tiempos.

La BAA promueve la convergencia de TIC's y saberes ancestrales, para potenciar la producción agrícola que satisfaga las demandas gestadas en el mundo. Permite jalar al resto de la economía (cambios de patrones de consumo) para mitigar los impactos del cambio climático y pandemias. Como piloto se está experimentando con el cultivo de la Quinua.

La BAA puede reducir la huella ambiental de los sistemas alimentarios promoviendo la sustitución de combustibles fósiles e insumos de las industrias alimenticias; aprovechando los residuos y desperdicios (contrarresta shocks externos y desórdenes macroeconómicos).

La BAA tiene impactos positivos en productividad total de factores, se pueden estabilizar los precios agrícolas y se puede evitar, contrabando, hambruna y otros.

La BAA ayudará a ALC a posicionarse en industrias de alimentos, salud y nutrición, además aprovechar sosteniblemente su biodiversidad, mejores ingresos y condiciones de vida de actores (sistemas agroalimentarios vs. Efectos de conflictos bélicos).

La BAA puede erigirse como nuevo paradigma productivo latinoamericano, pudiendo incluso convertirse en un modelo económico si se aplica en Bolivia y México donde se estudió el paradigma en el 2do Congreso de Bioeconomía Circular realizado en México (RMBC, 2022), o en Honduras y otras latitudes, donde las poblaciones indígenas son numerosas, manteniéndose nichos de pobreza y desigualdades sociales, por lo que compete rescatar sus acervos culturales.

Se recomienda trabajar junto a todos los actores para conceptualizar y construir las políticas, estrategias e inversiones requeridas aprovechando potencialidades que la bioeconomía ofrece (mega biodiversidad) – Gobernanza bioeconómica y con ello perfilar proyectos con su propio Ciclo de Proyecto.

Es recomendable la fusión de la convergencia tecnológica (eficiencia y agregación de valor) de los sistemas alimentarios" con nueva industrialización integral de la biomasa que debe volcarse a los territorios rurales, atrayendo la juventud migrante e institucionalizando buenas prácticas. Modelar el Vivir Bien con la bioeconomía (incluye métrica del vivir bien) que implicará pasar del Antropocentrismo al Agro Biocentrismo como punta de lanza.

REFERENCIAS

- ACEVES GONZÁLEZ, F. DE J. (1997). La territorialidad Punto nodal en la intersección espacio urbano - procesos de comunicación - movimiento social. *Comunicación y Sociedad - Universidad de Guadalajara*, 30, 275–301.
- ACOSTA, A. (2008). El Buen Vivir, una oportunidad por construir. *Ecuador Debate*, 75, 33–48.
- AGUILAR, A. (2021). Bioeconomía, estrategias e impacto. *C3-BIOECONOMY: Circular and Sustainable Bioeconomy*, 1. <https://doi.org/10.21071/c3b.vi1.13147>
- ALKIRE, S., FOSTER, J. E., SETH, S., SANTOS, M. E., ROCHE, J. M., & BALLON, P. (2014). Multidimensional Poverty Measurement and Analysis: Chapter 1- Introduction. *OPHI Working Paper*, 82, 1–33. <http://www.ophi.org.uk>
- ALLAIN, S., RUAULT, J. F., MORAINÉ, M., & MADELRIEUX, S. (2022). The 'bioeconomics vs bioeconomy' debate: Beyond criticism, advancing research fronts. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 42. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2021.11.004>
- BÁRCENA, A. (2021, August 17). Alicia Bárcena reafirma gravedad de la crisis climática en la región e insta a la comunidad internacional a priorizar el financiamiento de medidas de adaptación. *Comunicado de Prensa - CEPAL*. <https://www.cepal.org/es/comunicados/alicia-barcena-reafirma-gravedad-la-crisis-climatica-la-region-insta-la-comunidad>
- BLANCO, M., CHAVARRÍA, H., NARDONE, P., & GONZÁLEZ, M. (2020). *BIOECONOMÍA: Potencial y retos para su aprovechamiento en América Latina y el Caribe - Manual de Capacitación (Primera)*. IICA. <http://www.iica.int>.
- BRACKETT, S. (1970). Bioeconomía - La Ciencia de la Supervivencia: Una filosofía propuesta para el Programa en Estudios Ambientales. In W. A. Reiners & F. Smallwood (Eds.), *Programa de Estudios Ambientales Hanover*, New

Hampshire - Dartmouth College (Primera Edición, pp. 14–25). Dartmouth Alumni Magazine.

BUGGE, M. M., HANSEN, T., & KLITKOU, A. (2016). What is the bioeconomy? A review of the literature. In *Sustainability* (Vol. 8, Issue 7, p. 22). MDPI. <https://doi.org/10.3390/su8070691>

CARPINTERO, O. (2017). Nicholas Georgescu-Roegen: De heterodoxo a disidente. *Revista de Economía Crítica*, 23, 140–151.

DEMATTEIS, G., & GOVERNA, F. (2005). Territorio y territorialidad en el desarrollo local. La contribución del modelo Slot. *Boletín de La A.G.E.*, 39, 31–53.

ESTRADA-ZAMORA, C., & DE JESÚS-VIZCAÍNO, A. (2020). Tendencias en torno a la competitividad de las ciudades inteligentes: aproximación desde un análisis bibliométrico. In Sánchez-Gutiérrez. José & P. I. Mayorga-Salamanca (Eds.), *Ecosistema de Datos y la Competitividad* (1ra. Ed., pp. 229–244). Red Internacional de Investigadores en Competitividad Universidad de Guadalajara.

FLORES MONDRAGÓN, G. J. (2015). *Esbozo para una crítica de la Economía Ecológica la refundación de la Bioeconomía de Nicholas Georgescu-Roegen (Un ejercicio desde la crítica de la Economía Política)* [Tesis Doctoral]. Universidad Nacional Autónoma de México.

GEORGESCU-ROEGEN, N. (1971). *La Ley de la Entropía y el proceso económico*. Fundación Argentaria - Visor Distribuidores.

GEORGESCU-ROEGEN, N. (1976). *Energy and Economic Myths: Institutional and Analytical Economic Essays* (First). Pergamon Press Inc.

GEORGESCU-ROEGEN, N. (1983). La Teoría Energética del Valor: Un Sofisma Económico Particular. *El Trimestre Económico / Fondo de Cultura Económica*, 50(198), 829–860. <https://www.jstor.org/stable/i23395067>

GUDYNAS, E., & ACOSTA, A. (2011). La renovación de la crítica al desarrollo y el buen vivir como alternativa. In *Revista Internacional de Filosofía*

Iberoamericana y Teoría Social (Vol. 53).
<http://www.cartalatinoamericana.com>

HERNÁNDEZ CERVANTES, T. (2008). Breve exposición de las contribuciones de Georgescu Roegen a la economía ecológica y un comentario crítico. *Nueva Época*, 56, 35–52.

HERNÁNDEZ, M., QUIJADA, N. M., RODRÍGUEZ-LÁZARO, D., & EIROS, J. M. (2020). Aplicación de la secuenciación masiva y la bioinformática al diagnóstico microbiológico clínico. *Revista Argentina de Microbiología*, 52(2), 150–161. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2019.06.003>

HODSON DE JARAMILLO, E. (2018). Bioeconomía: el futuro sostenible. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 42(164). <https://doi.org/10.18257/raccefyn.650>

JARAMILLO MEJÍA, V. D., JARAMILLO MEJÍA, A., DÍAZ ARCOS, E., & MARSHALL, A. (2013). Aproximación matemática a los modelos bioeconómicos: análisis de caso para el modelo mutualista de Lotka - Volterra. *Revista de La Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas*, 14(2), 98–119.

LAINEZ, M. (2021). La bioeconomía como herramienta para el crecimiento económico sostenible. *C3-BIOECONOMY: Circular and Sustainable Bioeconomy*, 1. <https://doi.org/10.21071/c3b.vi1.13170>

LOMBEYDA MIÑO, B. (2020). Bioeconomía: una alternativa para la conservación. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 27. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.27.2020.3984>

MANZANERA SALAVERT, M. (2023). Una crítica constructiva del pensamiento ecologista de Georgescu-Roegen desde el marxismo. *Mundo Obrero*. <https://mundoobrero.es/2023/03/06/una-critica-constructiva-del-pensamiento-ecologista-de-georgescu-roegen-desde-el-marxismo/>

MEADOWS, D., MEADOWS, D., & RANDERS, J. (2012). *Les limites à la croissance (dans un monde fini)*.

- MEADOWS, D., MEADOWS, D., RANDERS, J., & BEHRENS, W. (1972). *Los Límites Del Crecimiento: Informe al Club de Roma sobre el Predicamento de la Humanidad* (M. S. Loaeza De Graude, Ed.; 1ra ed.). Fondo de Cultura Económica.
- MEJIAS, R. G. (2019). *Bioeconomia e suas aplicações*.
- MENÉNDEZ GÁMIZ, C. R. (2022). Recorrido por casos y métodos en los senderos de la bioeconomía para México. In S. G. Ceballos Pérez & A. Azamar Alonso (Eds.), *Experiencias y Expectativas de la Bioeconomía* (1ra. Ed., pp. 36–53). Universidad Autónoma Metropolitana. <http://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/index.php/libroelectronico>
- MOHAMMADIAN, M. (2008). La Bioeconomía: Economía del Tercer Camino. In *Ecosistemas* (Vol. 18, Issue 2). Asociación Española de Ecología Terrestre. <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?id=588>
- ORTEGA SANTOS, A. (2022). Bioculturalidad. Saberes Campesinos. In A. Salomón & J. Muzlera (Eds.), *Diccionario del Agro Iberoamericano* (pp. 173–178). TeseoPress Design (www.teseopress.com).
- PIEDRAHITA ECHANDÍA, C. L., PEREA ACEVEDO, A. J., & USECHE ALDANA, O. J. (2021). *Territorialidades, espiritualidades y cuerpos: Perspectivas críticas en Estudios Sociales* (1ra ed.). Universidad Distrital Francisco José de Caldas - CLACSO: Editorial Magisterio.
- QUIROGA, J., & Z Aiduni, M. (2021). *De la Filosofía a la Política Pública: Índice multidimensional para el vivir bien y la bioeconomía* (1ra.). Editorial Académica Española.
- QUIROGA CANAVIRI, J., & Z Aiduni SALAZAR, M. (2023). *La Economía de la Vida: La Bioeconomía Ande Amazónica* (D. Valdivia Coria, Ed.; 2da. Edición). Editorial Académica Española.
- QUIROGA, J., & GONZÁLES-YAKSIC, P. (2013). *JACH' AQh' anaX Conóciate a ti mismo Define tu destino* (Primera). Ali-mente Editores.

- REBAUDO, F., SOULARD, T., CONDORI, B., QUISPE-TARQUI, R., CALATAYUD, P. A., CHAVEZ VINO, S., TONNANG, H. E. Z., & BESSIÈRE, L. (2023). A low-cost IoT network to monitor microclimate variables in ecosystems. *Methods in Ecology and Evolution*, 14(4), 1025–1034. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.14062>
- RMBC. (2022). *Síntesis de resultados 2do Seminario Internacional sobre Bioeconomía*. <https://doi.org/10.47386/BioeconSintSem22>
- SANTOS, B. DE S. (2009). *EPISTEMOLOGIA-DEL-SUR*. (Primera Edición). Siglo XXI CLACSO.
- STIGLITZ, J. E., SEN, A., & FITOUSSI, J. P. (2008). *Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress*. www.stiglitz-sen-fitoussi.fr
- TILICA, E. (2021). BIOECONOMY AND BIOECONOMICS: ARE THEY THE SAME THING? *International Journal of Innovative Technologies in Economy*, 1(33). https://doi.org/10.31435/rsglobal_ijite/30032021/7470

Anexo 1. Obras de Nicholas Georgescu-Roegen (1935-1993)

- "Coeficientes fijos de producción y teoría de la productividad marginal" (1935).
- "La teoría pura del comportamiento del consumidor" (1936).
- "La teoría de la elección y la constancia de las leyes económicas" (1950).
- "El sistema de Leontief a la luz de los resultados recientes" (1950).
- "Algunas propiedades de un modelo de Leontief generalizado" (1951).
- "La función de producción lineal agregada y sus aplicaciones al modelo económico de von Neumann" (1951).
- "Fenómenos de relajación en modelos dinámicos lineales" (1951).
- "Un análisis esquemático de la complementariedad" (1952).
- "Elección y preferencia revelada" (1954).
- "Choice, expectations and measurability" (1954).
- "Limitacionalidad, limitatividad y equilibrio económico" (1955).
- "Elección, expectativas y mensurabilidad" (1956).
- "Umbral en la Elección y la Teoría de la Demanda" (1958).
- "La naturaleza de la expectativa y la incertidumbre" (1958).
- "Pruebas matemáticas del quiebre del capitalismo" (1960).
- "Teoría económica y economía agraria" (1960).
- "Measure, quality and optimal scale" (1964).
- "Economía analítica: cuestiones y problemas" (1966).
- "Revisiting Marshall's constancy of marginal utility of money" (1968)
- "Utility" (1968).
- "La economía de la producción" (1970).
- "La Ley de Entropía y el Proceso Económico" (1971).
- "Dynamic Models and Economic Growth" (1974).
- "Energy and Economic Myths" (1975).
- "Mitos energéticos y económicos: ensayos económicos institucionales y analíticos" (1976).
- "¿Qué puede enseñar a los economistas la termodinámica y la biología?" (1977).
- "El estado estacionario y la salvación ecológica" (1977).
- "The Measure of information: a critique" (1977).
- "From Bioeconomics to Degrowth" (1977).
- "Matter matters, too" (1977).
- "Inequality, limits and growth from a bioeconomic viewpoint" (1977).
- "Technology assessment: the case of direct use of solar energy" (1978).
- "The second law, the fourth law, recycling and limits to growth". (1979)
- "Análisis Energético y Valoración Económica" (1979).
- "Demain la décroissance" (1979).
- "La Décroissance: Entropie – Écologie – Économie" (1979).
- "Energy, Matter, and Economic valuation: where do we stand?" (1981).
- "The energetic theory of economic value: a topical economic fallacy" (1982).

- "La Teoría Energética del Valor Económico: Un Sofisma Económico Particular" (1982).
- "Man and Production" (1986).
- "Un emigrante de un país en desarrollo" (1988).
- "Production process and dynamic economics (1990)
- "Thermodynamics, economics and information" (1990).
- "Nicholas Georgescu-Roegen sobre sí mismo" (1992).
- "Thermodynamics and We, the Humans" (1993).