



Determinación del nivel de transformación que requiere *Passiflora foetida* para contribuir a las transiciones socioecológicas en la ecorreserva La Tribuna (Huila)

Manuela Montoya Castrillón

Informe de práctica para optar al título de Ingeniera Bioquímica

Asesoras

Leidy Paola Arce Castellanos. Ingeniera Ambiental, MBA.

Laura Inés Pinilla Mendoza. Bióloga, PhD en Biotecnología.

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Química

Ingeniería Bioquímica

El Carmen de Viboral, Antioquia, Colombia

2021

Cita	Montoya Castrillón [1]
Referencia Estilo IEEE (2020)	[1] M. Montoya Castrillón, “Determinación del nivel de transformación que requiere Passiflora foetida para contribuir a las transiciones socioecológicas en la ecorreserva La Tribuna (Huila)”, Trabajo de grado profesional, Ingeniería Bioquímica, Universidad de Antioquia, El Carmen de Viboral, Antioquia, Colombia, 2021.



Centro de Documento Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: Lina María González Rodríguez.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	¡Error! Marcador no definido.
ABSTRACT	5
INTRODUCCIÓN	6
OBJETIVOS	8
Objetivo general	8
Objetivos específicos	8
MARCO TEÓRICO	9
METODOLOGÍA	12
Reconocimiento de la biomasa	12
Identificación de usos actuales y potenciales	13
Descripción de los cambios requeridos para la transformación	13
RESULTADOS Y ANÁLISIS	14
Reconocimiento de la biomasa	14
Descripción general de la ecoreserva	14
Descripción general del ecosistema estratégico de la ecoreserva	15
Descripción general de las especies promisorias en la ecoreserva	16
Descripción general de la especie priorizada: <i>Passiflora foetida</i>	19
Identificación de usos actuales y potenciales	20
Usos actuales de <i>Passiflora foetida</i>	20
Usos potenciales de <i>Passiflora foetida</i>	21
Oportunidades identificadas en taller de co-creación con comunidades	21
Oportunidades de nuevos negocios e innovación	22
Descripción de los cambios requeridos para la transformación	26
Análisis de capacidades para el desarrollo de nuevos modelos de negocio	26
Otros riesgos asociados a la generación de nuevos negocios	32
Mercados potenciales en los que podría incursionar <i>Passiflora foetida</i>	33
Tecnología requerida para la transformación de <i>Passiflora foetida</i>	34
CONCLUSIONES	39
REFERENCIAS	39

RESUMEN

La Bioeconomía se presenta como una herramienta útil para la transición a un modelo económico más sostenible en Colombia haciendo uso de la biodiversidad presente en el país; por lo tanto, este trabajo se enfoca en determinar el nivel de transformación que requiere *Passiflora foetida* para contribuir a las transiciones socioecológicas en la ecoreserva La Tribuna (Huila), en el marco de la Bioeconomía. Para lo anterior, se llevó a cabo una caracterización de la ecoreserva, su ecosistema y las especies promisorias presentes en ella. Posteriormente se escogió a *Passiflora foetida* como especie potencial teniendo en cuenta una serie de criterios de priorización previamente establecidos y se llevó a cabo un análisis de los usos potenciales de esta planta en distintas industrias y los cambios requeridos para su transformación en productos de alto valor o muy alto valor agregado. Finalmente se determinó que es necesario una mejora de la infraestructura y articulamiento productivo, capital humano y una mejor inversión en recursos en el departamento del Huila para garantizar que sea posible el aprovechamiento de la especie en alternativas económicas de mayor sofisticación. Además, se identificó que los productos derivados de *Passiflora foetida* pueden ser comercializados en los mercados de alimentos funcionales y biopolímeros de acuerdo a la composición de la especie.

Palabras clave: bioeconomía, sostenibilidad, transiciones socioecológicas.

ABSTRACT

The Bioeconomy is presented as a useful tool for the transition to a more sustainable economic model in Colombia, making use of the biodiversity present in the country; therefore, this work focuses on determining the level of transformation required by *Passiflora foetida* to contribute to the socioecological transitions in the La Tribuna ecoreserve (Huila), within the framework of the Bioeconomy. To this end, a characterization of the ecoreserve, its ecosystem and the promising species present in it was carried out. *Passiflora foetida* was then chosen as a potential species, taking into account a series of previously established prioritization criteria, and an analysis of the potential uses of this plant in different industries and the changes required for its transformation into high-value or very high value-added products was carried out. Finally, it was determined that it is necessary to improve infrastructure and productive articulation, human capital and better investment in resources in the department of Huila to ensure that it is possible to use the species in more sophisticated economic alternatives. In addition, it was identified that products derived from *Passiflora foetida* can be commercialized in the functional food and biopolymer markets according to the composition of the species.

Keywords: bioeconomy, sustainability, socioecological transitions.

I. INTRODUCCIÓN

La sociedad colombiana se enfrenta a desafíos que requieren soluciones inmediatas para garantizar la sostenibilidad ambiental, social y económica [1, 2]. Colombia, en su necesidad por responder a estos desafíos y transitar hacia un modelo económico precisamente más sostenible, ha lanzado diferentes estrategias a lo largo de la última década [3, 4]. Algunos ejemplos de estas estrategias son: la política de crecimiento verde (CONPES 2018) que busca impulsar a 2030 el aumento de la productividad y la competitividad económica del país, asegurando el uso sostenible del capital natural [5] y la misión de bioeconomía donde se plantea el aprovechamiento de la biodiversidad continental y oceánica para un desarrollo sostenible con algunas metas como: aporte al 10% del PIB nacional en 2030, creación de 2,5 millones de nuevos empleos en 2030, más de 500 bioproductos desarrollados a partir del uso sostenible de la biodiversidad, entre algunos otros [6].

En relación con estas estrategias nacionales, el objetivo transformativo: “competitividad y bioeconomía” [7] del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), se alinea para posicionar el uso sostenible como un factor que genera competitividad en las regiones y en su tejido social por medio del “análisis del aporte de la bioeconomía como motor transformador de las transiciones socioecológicas hacia la sostenibilidad en Colombia”. Con base en este objetivo y considerando las metas planteadas a nivel nacional, el IAvH ha comenzado a realizar varios ejercicios de identificación de especies promisorias y priorizadas para la generación de nuevas alternativas económicas de acuerdo a su potencial de uso, demanda e información ecológica [3], ya que se reconoce en la aplicación de estos ejercicios una oportunidad de innovación y crecimiento para Colombia, sin dejar de reconocer que la transición debe hacerse bajo una visión integrativa que debe converger en el aprovechamiento de los recursos biológicos y tener presente las necesidades reales, factores críticos y potencialidades con las cuales cuentan los territorios [8-11], así como las tendencias y posibles aplicaciones de la biomasa [12, 13]. Cabe resaltar que algunos de estos ejercicios de caracterización, planificación y gestión de la biodiversidad y sus contribuciones al bienestar que ha realizado el IAvH, se han ejecutado bajo el convenio de cooperación FIBRAS en conjunto con Ecopetrol en territorios de Huila, Orinoquía y el Magdalena Medio [14]. Así pues, para complementar dichos ejercicios, en este trabajo se identifica la demanda y oferta tecnológica asociada a cadenas de valor de uso sostenible de la biodiversidad y se realizan

ejercicios de inteligencia estratégica para analizar la viabilidad de las iniciativas y cadenas de la bioeconomía con el objetivo de hacer un encadenamiento productivo y generar oportunidades de desarrollo local [4].

Es por ello que este trabajo es un ejercicio articulado que contribuye a la labor y objetivos planteados en el IAvH para determinar el nivel de transformación que precisa *Passiflora foetida*, una especie promisorio identificada previamente en la ecoreserva La Tribuna, Huila, a fin de aportar a las transiciones socioecológicas hacia la sostenibilidad en esta zona, lo que podría ayudar a encontrar soluciones que resuelvan los desafíos de la sociedad colombiana en términos de desarrollo y transición a modelos bioeconómicos.

II. OBJETIVOS

A. *Objetivo general*

Determinar el nivel de transformación que requiere *Passiflora foetida* para contribuir a las transiciones socioecológicas en la ecoreserva La Tribuna (Huila)

B. *Objetivos específicos*

- 1) Reconocer el tipo de biomasa con potencial bioeconómico que representa la especie *Passiflora foetida* identificada en la ecoreserva La Tribuna, Huila.
- 2) Identificar las industrias o sectores, usos, productos y tipos de mercado en donde se emplean actualmente y se podría emplear la especie *Passiflora foetida*.
- 3) Describir los tipos, capacidades y cambios tecnológicos que se requieren para el uso, transformación y aprovechamiento de la especie *Passiflora foetida*.

III. MARCO TEÓRICO

Existen múltiples definiciones de Biodiversidad, pero para la unificación del concepto, el documento oficial de la Política de Crecimiento Verde del 2018 [5], la define como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte, comprendiendo la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas y reconociendo no sólo como atributos naturales (genes, especies y ecosistemas), sino, en un sentido amplio, como la fuente, base y garantía de los servicios ecosistémicos y que resultan vitales para garantizar la viabilidad de los procesos de crecimiento, desarrollo y bienestar de los colombianos [5]. En este sentido, los usos sostenibles de la biodiversidad consideran el uso de componentes de la tal biodiversidad de una manera y a un ritmo que no conduzca a la disminución a largo plazo de la diversidad biológica, manteniendo así su potencial para satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones presentes y futuras [3].

Relacionado con estos conceptos, y teniendo en cuenta todos los antecedentes que prosiguieron al Convenio de Diversidad Biológica (CDB), ratificado en 1992 por 194 naciones en la conferencia sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, la misión de Bioeconomía del Gobierno de Colombia presentada en el año 2020, define y adopta el concepto de Bioeconomía como la producción, utilización y conservación de recursos biológicos, incluyendo los conocimientos, la ciencia, la tecnología y la innovación relacionados, para proporcionar información, productos, procesos y servicios en todos los sectores económicos, con el propósito de avanzar hacia una economía sostenible [6].

La bioeconomía por tanto hace uso de la biomasa, reconocida como la materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía [5], de la biotecnología, que es la aplicación de la ciencia y la tecnología a organismos vivos, así como a sus partes, productos y modelos con el fin de alterar materiales vivos o inertes para proveer conocimientos, bienes y servicios [5] y puede generar a su vez Negocios Verdes que contemplan las actividades económicas en las que se ofrecen bienes o servicios que generan impactos ambientales positivos y que, además, incorporan buenas prácticas ambientales, sociales y económicas, con enfoque de ciclo de vida, contribuyendo a la conservación del ambiente como capital natural que soporta el desarrollo del territorio [3].

Dichos negocios y otras aplicaciones derivadas de los usos de la biodiversidad requieren de redes estratégicas conocidas como cadenas de valor. Estas redes están comprendidas entre un número determinado de organizaciones y se diferencia de una cadena de abastecimiento porque los participantes cuentan con una visión estratégica de largo plazo, reconocen la interdependencia y se alinean para trabajar juntos con la finalidad de resolver problemas comunes, compartir riesgos y beneficios y además, están orientadas por la demanda y no por la oferta, y por ende en las necesidades de los consumidores [3].

En este punto es importante destacar que la Bioeconomía es una apuesta global, pero existen diferentes tipos de orientación de la Bioeconomía (lo que hace que se tengan múltiples definiciones), los cuales son principalmente: investigación, aplicación, recursos y tecnología. En Colombia, la postura está más orientada hacia la aplicación y los recursos, y específicamente en el IAvH se entiende por Bioeconomía al modelo que gestiona la biodiversidad de manera eficiente y brinda las herramientas para realizar los encadenamientos productivos de los sectores económicos en la búsqueda de retornos positivos al ecosistema, respetando los umbrales socio-ecológicos del territorio. Es importante resaltar que esta definición aún se encuentra en construcción.

En relación con los demás conceptos previamente expuestos, cabe mencionar que en los últimos años el concepto de capital natural ha tomado mayor fuerza y se refiere al stock de la naturaleza que producen un flujo sostenible de valiosos bienes y servicios útiles o renta natural a lo largo del tiempo [15] o como se interpreta a nivel nacional: activos naturales que tienen como función proveer insumos, recursos naturales y servicios ambientales, para la producción económica [5]. Se hace la salvedad porque últimamente es más común encontrar en las agendas de competitividad e innovación que se emplee el término y se busque la forma de utilizarlo para beneficio del crecimiento y desarrollo de las economías con criterios sostenibles.

Finalmente, el término de transiciones socioecológicas, hace referencia a los procesos de cambio de importancia decisiva para obtener un estado nacional de bienestar que modifique la inconveniente trayectoria actual del país en materia ecológica y social [16]. Este concepto surge de la necesidad de hacer una gestión de la biodiversidad partiendo del reconocimiento de que las relaciones del ser humano con la naturaleza presentan profundas interdependencias. Es decir que ya no se piensa únicamente en la restauración y conservación de la biodiversidad o el crecimiento económico asociado con el capital natural, sino que entra en la discusión las transformaciones que afectan inexorablemente el bienestar de comunidades para su viabilidad social, ecológica y

económica [17]. Así, la transformación entendida como la acción requerida para algo o alguien cambie de forma, aspecto y demás sin alterar totalmente sus características se convierte en un indicativo para medir qué tanto una especie como *Passiflora foetida*, característica del territorio por ser nativa, visualmente llamativa y tener asociados una cantidad de saberes ancestrales, puede contribuir a la transición.

IV. METODOLOGÍA

A. Reconocimiento de la biomasa

Para hacer el respectivo reconocimiento de la biomasa se realizó una descripción de las características del lugar, el ecosistema y las especies identificadas como promisorias y priorizadas a partir de algunos datos facilitados por la línea de “Ciencias Básicas de la Biodiversidad” del IAvH. Dicho reconocimiento estuvo ligado a una revisión de fuentes secundarias que se había realizado previamente en donde se tuvo en cuenta la línea base de biodiversidad dentro de los núcleos de interés para Ecopetrol proveída por la infraestructura institucional de datos del Instituto Humboldt (I2D), el conjunto de registros de presencia de especies de plantas en la base de datos GBIF (Global Biodiversity Information Facility) que contiene los registros publicados por el IAvH y otras instituciones colombianas que integran el sistema de información sobre biodiversidad de Colombia (SiB Colombia) y la lista de plantas nativas útiles recopilada a partir de registros de literatura por el IAvH en colaboración con el Real Jardín Botánico de Kew. Además, para el estándar de categorías de uso se emplearon los niveles 1 y 2 de acuerdo al Estándar de Recolección de Datos de Botánica Económica (Cook, 1995) del proyecto Kew Gardens que incluyen los usos: alimentario, alimento animal, materiales, medicinales y usos ambientales (excluyendo: aditivos alimentarios, combustibles, usos sociales, venenos y malezas). Por último, en el análisis multicriterio de priorización de especies para el cual se partió de un listado de 140 especies de plantas identificadas en la ecoreserva, se tuvieron en cuenta que las especies con potencial uso: 1) generen bienestar, complementen los modos de vida y tengan relevancia para las comunidades; 2) tengan posibilidad de encadenamientos comerciales (materia prima o valor agregado); 3) puedan ser incorporadas en sistemas productivos y 4) sean útiles para procesos de restauración o enriquecimiento de poblaciones silvestres.

Luego, para escoger la especie a analizar en este trabajo, se realizó una revisión bibliográfica y estudios bibliométricos básicos empleando las bases de datos de la Universidad de Antioquia y otras bases de datos de acceso abierto que permitieron complementar el ejercicio investigativo con el objetivo de recopilar mayor información relacionada con las especies así como los datos disponibles en cuanto a su composición bioquímica. Esta información sirvió como criterio principal para definir qué tan caracterizadas se encuentran las especies a fin de cumplir los demás

objetivos planteados. Además, dicha información sirvió como ejercicio complementario a la recolección de datos previamente mencionada.

B. Identificación de usos actuales y potenciales

Teniendo claro las características de la biomasa de la especie seleccionada, se procedió a realizar una identificación, asociación y descripción de la utilización actual de la especie promisoria y priorizada en la ecoreserva La Tribuna, ubicada en el departamento del Huila, con industrias o sectores, usos, productos y tipos de mercado en donde se emplea actualmente, haciendo uso de algunos datos obtenidos en campo por parte de los investigadores del IAvH y otros datos complementarios obtenidos en una revisión bibliográfica adicional. Posteriormente, se llevó a cabo la búsqueda de los posibles usos y aplicaciones donde se podría incorporar la especie dando cuenta de su posible potencial bioeconómico.

C. Descripción de los cambios requeridos para la transformación

Luego de reconocer los potenciales usos y aplicaciones de la especie promisoria seleccionada, se procedió con el análisis de capacidades actuales o entorno macroeconómico del departamento del Huila en cuanto a investigación, desarrollo y tecnología. Esta información permitió identificar y determinar las condiciones necesarias para hacer el encadenamiento productivo, así como otras condiciones habilitantes para el aprovechamiento y uso de la especie. Finalmente, se realizó una detección de los procesos, tecnologías y variables y/o características que impiden la entrada en el mercado de los usos potenciales identificados y su relevancia para contribuir a las transiciones socioecológicas.

V. RESULTADOS Y ANÁLISIS

A. Reconocimiento de la biomasa

1) Descripción general de la ecoreserva

La ecoreserva La Tribuna es un área de protección ambiental de 254 hectáreas, compuesta por 3 predios, de las cuales 128 ha son dedicadas a la conservación del bosque seco tropical (BST) en el Campo San Francisco, ubicado en el municipio de Neiva, Huila. Esta ecoreserva es una estrategia complementaria de conservación y regeneración natural en zonas de producción petrolera ya que allí se encuentran ubicados 7 pozos petroleros y varios afloramientos naturales de crudo que no afectan la biodiversidad del ambiente [18]. Es la primera ecoreserva constituida y tiene pozos tanto en operación como en abandono. La cobertura del suelo en esta ecoreserva es principalmente arbustal densa con 57,42 % y vegetación secundaria con 32,00 % (**Fig. 1**).

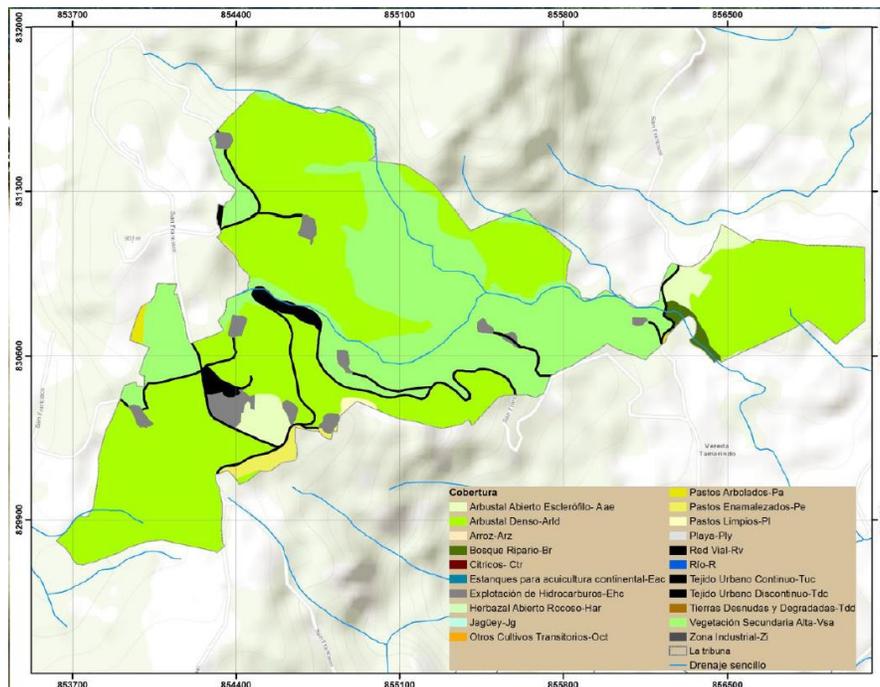


Fig. 1. Cobertura del suelo en la ecoreserva La Tribuna.

La ecoreserva La Tribuna cuenta con 3 cascadas, 1 nacedero (La Moyita), 1 laguna (Laguna Verde), la quebrada el Neme y la quebrada la Guayaba y la zonificación de manejo ambiental (**Fig.**

2) corresponde a un 51,27 % en área en intervención, 31,67 % en área de exclusión, 11,58 % en infraestructura petrolera existente y 5,45 % en área de intervención con restricciones.

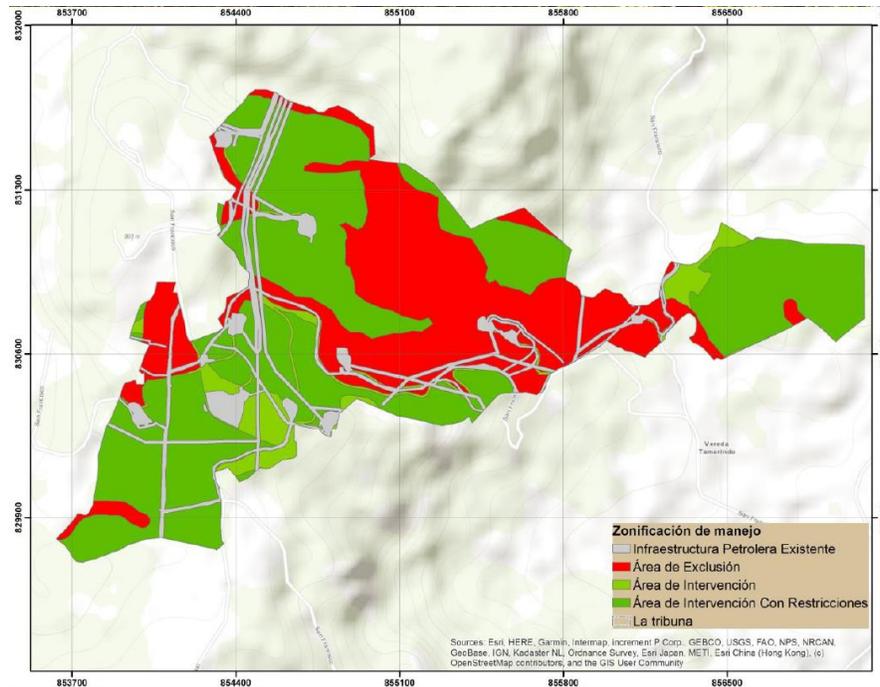


Fig. 2. Zonificación de manejo ambiental en la ecoreserva La Tribuna.

2) Descripción general del ecosistema estratégico de la ecoreserva

El bosque seco tropical (BST) es un ecosistema estratégico considerado como uno de los más amenazados en Colombia ya que a lo largo de los últimos años ha sido objeto de procesos de transformación antropogénicos como lo son el pastoreo (ganadería) (50 %), los incendios (37 %) y la extensión de cultivos de subsistencia (27 %) lo que ha afectado la disponibilidad y servicios ecosistémicos que ofrece este ecosistema. Estas actividades han sido consideradas como la causa más relevante y frecuente de su degradación y fragmentación. Sin embargo, se ha registrado que este ecosistema también está expuesto a otras presiones antropogénicas como la expansión de la infraestructura humana (incremento de áreas urbanas), convirtiendo al BST en uno de los ecosistemas del neotrópico más amenazados. Además, durante muchos años ha sido invisible a las estrategias de conservación del país llevándolo a un estado crítico de colapso por más que sostenga

una diversidad única de plantas, animales y microorganismos que han logrado adaptarse a condiciones desafiantes [19].

Las coberturas originales de BST se estiman en aproximadamente 9 millones de hectáreas. Sin embargo, cerca del 90% de estas coberturas han sido transformadas. En la actualidad, los relictos de bosques se distribuyen a lo largo de las tres grandes unidades biogeográficas ubicadas en el Caribe, los valles interandinos y la Orinoquia y se estiman 1.022.632 ha donde la mayoría (78.6 %) están representados en fragmentos aislados de vegetación temprana y secundaria. Un claro ejemplo de la importancia de conservar y preservar el BST es que cerca del 84 % de los municipios en zonas con este bioma, presenta amenaza media y muy alta de desabastecimiento de agua en años de condiciones hidroclimáticas medias y son regiones con alta vulnerabilidad en años lluviosos [20].

A nivel continental, el BST contiene una extraordinaria riqueza en diversidad biológica (especies, paisajes, genes) lo que incluye un alto número de especies únicas y endémicas con distribución restringida y típica de las áreas analizadas [21]. Esto aporta para que dicho ecosistema se considere estratégico y prioritario para la conservación de la biodiversidad colombiana, de manera que buscando visibilizar la importancia del bosque seco tropical y atendiendo a su exclusividad, su grado de amenaza, el valor de los servicios ecosistémicos y en las estrategias funcionales de las especies frente a la sequía y la incorporación dentro de procesos productivos con valor agregado, un estudio realizado por la ANDI, evidencia como con la integración de actores (Academia, Industria, Gobierno y Comunidad) y diversas estrategias de restauración son susceptibles dentro del modelo de bioeconomía [20, 22]. En adición, el Instituto Humboldt (IAvH), con el propósito de generar nuevas dinámicas en la zonas donde aún hay retazos de BST con un enfoque de bioeconomía que permitan a las comunidades locales con procesos de restauración y aprovechamiento de la biodiversidad, ha identificado que la siembra de árboles y otras plantas endémicas, además de permitir la recuperación del ecosistema afectado, ayuda a controlar la erosión, reducir el impacto de la lluvia sobre el suelo, a la permanencia de la materia orgánica, a mantener un mayor contenido de nutrientes, a la diversidad biológica, la fijación de nitrógeno, la preservación de fuentes de agua y a mejorar la fertilidad de los suelos [23].

3) *Descripción general de las especies promisorias en la ecoreserva*

En la ecoreserva La Tribuna se han identificado más de 700 especies de fauna y de flora [18]. Ahora bien, en el marco del convenio FIBRAS, se han registrado 351 especies para 7 grupos biológicos en los muestreos rápidos de biodiversidad que se han hecho en la zona. La cantidad de especies por grupo biológico (**Fig. 3**).



Fig. 3. Especies registradas por grupo biológico en los muestreos rápidos de biodiversidad realizados en la ecoreserva La Tribuna en el marco del convenio Fibras.

De las 140 especies de plantas identificadas en los muestreos rápidos de biodiversidad realizados en la ecoreserva La Tribuna, se seleccionaron tres especies como promisorias bajo los criterios de priorización establecidos: *Miconia prasina* (camasey blanco), *Henriettea goudotiana* (uvito) y *Passiflora foetida* (maracuyá silvestre). De estas 3 especies endémicas los resultados de la revisión bibliográfica en cuanto a su composición bioquímica (**TABLA I**).

TABLA I
 RECOPIACIÓN DE LA COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA REPORTADA DE LAS ESPECIES
 IDENTIFICADAS COMO PROMISORIAS EN LA ECORESERVA LA TRIBUNA.

Metabolito de interés	Especies promisorias			
	<i>Passiflora foetida</i> (maracuyá silvestre)	<i>Miconia prasina</i> (camasey blanco)	<i>Henriettea goudotiana</i> (uvito)	
Terpenos y esteroides	Vitaminas	NA	NA	NA
	Saponinas	NA	NA	NA
	Terpenos	Sí	Sí	NA
	Esteroides	Sí	Sí	NA
	Otros	NA	NA	NA
Compuestos nitrogenados	Alcaloides	Sí *	NA	NA
	Alcaloides complejos	NA	NA	NA
Compuestos fenólicos	Cumarinas	NA	NA	NA
	Lignanos	NA	Sí	NA
	Ligninas	NA	NA	NA
	Flavonoides	Sí *	Sí *	NA
	Ácidos fenólicos	Sí	Sí	NA
Ácidos grasos, derivados y policétidos	Quinonas	NA	Sí	NA
	Ácidos graso	Sí	NA	NA
Carbohidratos o sacáridos	Policétido	NA	NA	NA
	Complejos: oligo y polisacáridos	Sí	NA	NA
Proteínas	Simplees: mono y disacáridos	Sí	NA	NA
	Aminoácidos	Sí	NA	NA
	Enzimas	Sí	NA	NA
	Polipéptidos no ribosomales	NA	NA	NA
	Cofactores enzimáticos y minerales	Sí	NA	NA

Nota: NA: No Aplica; *Principal Compuesto.

El principal compuesto químico del género *Miconia* sp. son los triterpenos pero el principal compuesto químico de *M. prasina* (camasey blanco) son los flavonoides que se pueden encontrar en raíces, tallos, ramas y hojas [24]. También se ha reportado la presencia de esteroides (y derivados) y algunos compuestos fenólicos como ácidos fenólicos, quinonas, taninos y lignanos (algunos ejemplos son el matteucinol, demethoxymatteucinol y farrerol) [24, 25]. Para la especie

Henriettea goudotiana (uvito) no hay estudios asociados a composición bioquímica aunque sea una especie endémica y pueda ser considerada como priorizada y para *Passiflora foetida* (maracuyá silvestre), los principales componentes bioactivos reportados son los flavonoides, alcaloides, glucósidos y otros compuestos fenólicos (como taninos) [26, 27, 28]. Esta especie también es rica en fibra celulósica natural (teniendo incluso cristalinidad superior, un alto contenido en celulosa con un 77,9% en peso y bajo contenido en lignina) [29, 30] y contiene compuestos alifáticos como ácidos grasos y ésteres, alcoholes de cadena larga, esteroides (ej. alcohol bencílico (7,6%), el geraniol (13,7%), el fitol (14,3%), el eugenol (3,9%), el 2-feniletanol (4,7%), el cis-3-hexenal (2,8%) y el ácido palmítico (2%)) [30, 31] y otros compuestos en menor cantidad como minerales, terpenos, aldehidos, azúcares reductores, gomas, otros carbohidratos, proteínas, etc [32]. Para esta especie también se ha reportado la síntesis de nanopartículas a partir de sus compuestos (ej. ZnO, Cobre, Plata, carbón activado) [33] y se han estudiado y evaluado a profundidad la vitexina (apigenina flavona glucósido) [34] y el heteropolisacárido del fruto (PFP1) compuesto por manosa (48,83%), galactosa (32,46%), glucosa (6,21%), arabinosa (5,88%), fructosa (2,24%), ácido galacturónico (2,20%), xilosa (1,17%), fucosa (0,17%), ribosa (0,05%) y ácido glucurónico (0,78%) [35].

En consecuencia, según el criterio de priorización establecido y de acuerdo a qué tan caracterizadas están las especies promisorias analizadas, la especie seleccionada para continuar con el resto del análisis fue: *Passiflora foetida* (maracuyá silvestre).

4) Descripción general de la especie priorizada: *Passiflora foetida*

P. foetida, también conocida como pasiflora apestosa, pertenece a la familia Passifloraceae y es una enredadera rastrera que crece de 1 a 6 m de altura con una hermosa flor llamativa. Los frutos comestibles y las hojas trifoliadas son las partes principales de esta planta que se utilizan por su valor medicinal [26]. Esta planta tiene raíces leñosas, tallo sólido, zarcillos y hojas que llevan pelos distintivos por todas partes y secretan una sustancia química olorosa al ser maceradas. Se encuentra generalmente en asociación con plantas espinosas o arbustos y crece en lugares húmedos y pantanosos, secos, áridos, a orillas de ríos, orillas de lagos y pocos reportes de lados largos de lava. Es una planta de maleza en muchos lugares del Pacífico y el Atlántico. *Passiflora foetida* se propaga a partir de semillas y plantando la rama del tallo en el suelo. La semilla sembrada germina

dentro de las dos semanas posteriores a la siembra pero cabe señalar que cuando hay un soporte, *P. foetida* crece más rápido y se extiende sobre la superficie en poco tiempo. Su fruto mide unos 5 centímetros y es de color amarillo o naranja y en el interior contiene semillas de color negruzco a marrón, aplanadas y en forma de cuña de 3-4 mm de tamaño [28]. En la **Fig. 4** se muestra la morfología de *P. foetida*. Esta especie al producirse en la naturaleza sin intervención humana es categorizada como biomasa natural, aunque en ocasiones suele pasar a ser biomasa producida cuando se cultiva con intervención humana y a biomasa residual, cuando algunas partes del resto de la planta quedan como “residuo” luego de emplearla para cierto tipo de aplicación. Asimismo, la especie cumple con los criterios establecidos para ser seleccionada como promisoriosa y de acuerdo a su composición y fenología descrita, se resalta el gran potencial que tiene para realizar encadenamientos comerciales bien sea como materia prima o a través de la transformación en productos con alto y muy alto valor agregado y la posibilidad de ser incorporada en sistemas productivos.



Fig. 4. Morfología de *Passiflora foetida*. Fotografía: Diana Pizano (IAvH)

B. Identificación de usos actuales y potenciales

1) Usos actuales de Passiflora foetida

Passiflora foetida al ser una planta nativa y silvestre se ha usado localmente en mayor proporción como alimento para la avifauna y otros mamíferos, incluyendo los humanos ya que sus frutos pueden ser consumidos directamente. Aun así esta especie también es reconocida por su alto potencial medicinal y bajo nivel de toxicidad permitiendo que se emplee para tratar enfermedades y algunas otras afecciones ya que las comunidades han identificado sus propiedades y efectos analgésicos, antidiarreicos, antiinflamatorios, anticancerígenos, antioxidantes, antivirales, etc. Es tanto así que la pulpa de *P. foetida* se ha utilizado como medicina folclórica para el tratamiento del estrés, el insomnio, la ansiedad, la histeria, la fiebre, la tos y la inflamación de la piel y el extracto de hoja de *P. foetida* resultó ser un producto eficaz para la medicina alternativa en el manejo del reumatismo, dolor abdominal, diarrea, antagonistas de los receptores de adenosina, remedio de la gota y por su actividad afrodisíaca [26].

En adición a estos usos básicos, la especie también se ha empleado para aplicaciones de bajo valor agregado como la elaboración de bebidas frías, helados, mermeladas y otros, en negocios de restauración ecológica en BST y turismo de naturaleza en concordancia a sus fines ornamentales. No obstante, en la revisión bibliográfica para conocer las caracterizaciones que se le ha hecho a la planta en cuanto a composición bioquímica, se identificó el excelente potencial que tiene para ser aprovechada para otros usos, bien sea de intermedio, alto o muy alto valor agregado considerando que es una especie de rápido crecimiento y propagación, no es invasiva y toda la planta presenta compuestos bioactivos que aún permanecen inexplorados y no se conoce la utilidad. Eso sin mencionar que gran proporción de los resultados de búsqueda son de países asiáticos, especialmente India, China, Japón y algunos otros europeos aun cuando *Passiflora foetida* no es nativa de estos lugares.

2) Usos potenciales de *Passiflora foetida*

a) Oportunidades identificadas en taller de co-creación con comunidades

Para asociar las especies promisorias con iniciativas productivas, de educación y sensibilización de la comunidad así como estrategias para la sostenibilidad, ya que el concepto de Bioeconomía comprende la producción, utilización y conservación de los recursos biológicos, algunos investigadores del IAvH han ejecutado un ejercicio de co-creación con las comunidades

para identificar posibles alternativas económicas. Los resultados más relevantes en los cuales se puede asociar la especie de interés son:

- Iniciativas productivas: red de jardines productivos de plantas medicinales que están adaptadas a las condiciones climáticas de la región, agro y ecoturismo comunitario, viveros comunitarios, huertas caseras y producción de alimentos con interés económico.
- Iniciativas de educación y sensibilización de la comunidad: sensibilizar a los jóvenes sobre la biodiversidad que está presente en su región y qué bienes y servicios les presta. Aportar conocimiento para generar interés en las generaciones futuras, e involucrarlos en proyectos bajo la guianza/enseñanza de instituciones que colaboren con la Ecoreserva, generar empleo para que las madres puedan trabajar mientras cuidan a los hijos y que los niños aprendan desde pequeños el amor por las cosas; hacer campañas educativas en las escuelas que generen arraigo territorial y amor por la naturaleza y realizar brigadas de siembra y cuidado de árboles.
- Estrategias para la sostenibilidad: jardines melíferos para enriquecer poblaciones de polinizadores ya que realizan una función ecosistémica muy relevante en el ecosistema de BST.

b) Oportunidades de nuevos negocios e innovación

La biotecnología como aplicación a los organismos vivos y sus partes, representa una de las mayores oportunidades para hacer aprovechamiento de los recursos naturales con el fin de proveer bienes y servicios que vayan en correspondencia al uso sostenible de los mismos. Así, para relacionar las oportunidades que podría tener *Passiflora foetida* con usos y aplicaciones potenciales de intermedio, alto y muy alto valor agregado y nuevos modelos y mercados, se presentan en la TABLA II la identificación de los sectores donde se involucra la biotecnología [36, 37].

Así mismo, una relación de los metabolitos y/o compuestos de mayor interés [38-40] con los sectores donde existen oportunidades de innovación y negocios con biotecnología, se presenta en la TABLA III.

TABLA II
OPORTUNIDADES DE INNOVACIÓN Y NEGOCIOS CON BIOTECNOLOGÍA [36, 37].

Sector	Aplicaciones
Agrícola y pecuario	Bioinsumos (biofungicidas, biopesticidas, biofertilizantes), propagación in vitro de material, tecnologías reproductivas, métodos de selección genética, nuevas variedades, GMO, biorrefinerías, biorremediación, bioinformática, técnicas de cultivo
Alimentos y bebidas	Ingredientes naturales, ingredientes bioactivos, suplementos dietarios, nutraceuticos, pre y probióticos, alimentos funcionales, alimentos médicos, enzimas, colorantes
Cosmética y aseo	Ingredientes naturales, ingredientes bioactivos, cosméticos naturales, cosmeceúticos, nutricosméticos, detergentes
Farmacéutico (médico)	Fitoterapéuticos, biofármacos, obtención de proteínas recombinantes, vacunas y antibióticos, farmacogenética, biosimilares, proteínas recombinantes, anticuerpos, homoderivados
Servicios de salud	Medicina personalizada, predictiva y preventiva, pruebas diagnósticas, células madre, biodispositivos médicos, terapias regenerativas, terapia génica, banco de tejidos, bioinformática, servicios de estudios clínicos
Energía	Bioenergía a partir de residuos agrícolas, pecuarios y urbanos y bioenergía a partir de cultivos energéticos
Ambiente	Biorremediación ambiental de aguas, suelos y aire, conservación de biodiversidad, aprovechamiento y valoración de subproductos, biomateriales
Químico	Nanomateriales, nanopartículas, química verde
Turismo	Turismo de naturaleza, de investigación, ecoturismo
Forestal	Construcción, ornamental
Bioprocesos	Bioplásticos, biofármacos, bioplásticos, biorrefinerías
Otros	Asesoría, divulgación, leyes, ingeniería

Teniendo presentes la clasificación y referencias presentadas en las TABLA II y TABLA III, la composición bioquímica de *Passiflora foetida* indican que podría tener aplicaciones farmacéuticas (medicamentos terapéuticos) por su acción analgésica y antiinflamatoria en los extractos de hojas que se atribuyen a la presencia de esteroides y flavonoides, además de actividad, hipoglucémica, inmunomoduladora a dosis más altas y capacidad para mejorar la producción de anticuerpos y las respuestas de hipersensibilidad, así como la regulación a la degradación metabólica que induce la actividad antidepresiva asociada con alcaloides que actúan como inhibidores reversibles de la monoaminoxidasa [9]; aplicaciones en el sector agrícola y pecuario al presentar actividad antibacteriana contra *Pseudomonas putida*, *Vibrio cholerae*, *Shigella flexneri* y *Streptococcus pyogenes* [9] y control biológico por tener propiedades para sofocar la maleza y mejorar la producción de materia orgánica; en el sector cosmético y aseo materializado en cremas

o lociones por su actividad antioxidante, excelente propiedad de cicatrización de heridas y presencia de compuestos fenólicos.

También podría tener cabida en el sector ambiental en el tratamiento de aguas residuales por el potencial para tratar colorantes orgánicos contaminantes debido a que las nanopartículas que se obtienen de la especie son de amplio interés dada su alta reutilización y eficiencia fotocatalítica, junto con su adaptabilidad a la síntesis verde; como alimento funcional y/o energético empleando principalmente los polisacáridos de los frutos y con este mismo compuesto como conservante en industria alimenticia y algunos otros que se devuelve nuevamente a los sectores cosmético y farmacéutico, como perfumes por su amplia descripción olfativa, preparación de polvo medicinal, lociones para enfermedades de la piel, liberación controlada de medicamentos para tratar asma, entre otros. Nótese que algunos compuestos pueden ser transversales a varios sectores lo que hace que se aumenten las probabilidades que permanecen aún sin explorar y muestran el potencial de la especie.

TABLA III
RELACIÓN ENTRE LOS METABOLITOS Y/O COMPUESTOS DE MAYOR INTERÉS CON LOS SECTORES
DONDE TIENE APLICACIÓN LA BIOTECNOLOGÍA [38-40].

Compuesto orgánico	Compuestos de mayor interés	Sector de aplicación	Ejemplos de aplicaciones
Terpenos y esteroides	Vitaminas	Cosmético y aseo Alimentos y bebidas Farmacéutico	Suplementos Medicamentos Cremas, lociones
	Saponinas	Cosmético y aseo	Detergente natural Agente estabilizante Emulsificador de productos de limpieza y cosméticos
	Terpenos	Cosmético y aseo Farmacéutico Alimentos y bebidas	Pigmentos naturales para alimentos Complemento alimenticio Bioinsumos
	Esteroles	Farmacéutico	Suplementos alimenticios
	Otros	Farmacéutico	Aceites esenciales Perfumes y fragancias
Compuestos fenólicos	Cumarinas	Cosmético y aseo Servicios de salud	Agentes fotosensibilizantes de la piel
	Lignanos	Servicios de salud	Prevención de enfermedades cardiovasculares
	Ligninas	Forestal	Fibras Biopolímeros
	Flavonoides	Servicios de salud Farmacéutico Alimentos y bebidas	Pigmentos naturales para alimentos Suplementos
	Ácidos fenólicos	Alimentario (Bebidas) Farmacéutico	Bebidas funcionales (compuestos bioactivos)
Compuestos nitrogenados	Quinonas	Servicios de salud Farmacéutica Cosméticos	Laxante Tópicos (tratamiento de afecciones dermatológicas) Antibióticos
	Alcaloides	Servicios de salud Farmacéutica	Medicamentos Tratamiento de la hipertensión Estimulante del sistema nervioso Veneno Diurético discreto
Ácidos grasos, derivados y policétidos	Ácidos grasos	Servicios de salud Alimentos y bebidas	Suplementos Biocombustibles Inductores Edulcorantes
	Policétido	Farmacéutico	Factores de virulencia

			Infoquímicos Antibióticos
Carbohidratos o sacáridos	Complejos: oligo y polisacáridos	Textil Alimentos y bebidas Construcción	Emulsiones Suspensiones Combustibles Recubrimientos
	Simples: mono y disacáridos	Alimentos y bebidas	Endulzante Saborizante
Proteínas	Aminoácidos	Servicios de salud Alimentos y bebidas	Suplementos
	Enzimas	Cosmético y aseo Farmacéutico Alimentos y bebidas Medio ambiente Servicios de salud	Aplicación en alimentos Biorremediación Detergentes Diagnóstico de enfermedades
Polipéptidos no ribosomales		Farmacéutico	Medicamentos con actividad antibiótica, citostática, e inmunosupresoras
Cofactores enzimáticos y minerales		Farmacéutico	Moléculas auxiliares

C. Descripción de los cambios requeridos para la transformación

1) Análisis de capacidades para el desarrollo de nuevos modelos de negocio

El departamento del Huila se encuentra ubicado en la zona central de Colombia y es considerada una de las regiones más ricas del país en términos de biodiversidad debido a la presencia de una gran variedad de pisos térmicos (desde zonas de páramos hasta extensas áreas de bosque seco tropical). Esta característica convierte al Huila en un departamento privilegiado y con gran potencial para desarrollar apuestas productivas en materia de turismo y ofertas agropecuarias, principalmente. No obstante, el departamento se ha caracterizado por tener una matriz productiva reducida y cadenas productivas basadas en pocas materias primas [41].

En el año 2018, los dinamizadores del sector agropecuario fueron la piscicultura y la producción pecuaria, sumada a cultivos de incidencia como el café, el cacao, el arroz, el frijol y algunas frutas como granadilla, lulo, maracuyá, mora y piña. Tan solo el café, en ese mismo año, aportó el 34,4 % de la producción agropecuaria total con un 88,0 % de participación o dedicación de la población rural en su producción, mientras que la Tilapia aportó el 89,6 % de producción piscícola [42]. Es tanto así que en 24 de los 37 municipios se cuenta con plantas de producción y en algunos casos transformación de productos del sector primario especialmente de café,

piscicultura, cacao, frutas, lácteos y caña. En adición, según datos oficiales del DANE (2021), la composición según ramas de actividad en el 2019 confirma esta tendencia con el 58,2% de participación de “otras ramas” que incluyen, entre otras, la agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca [43].

Con todo, actualmente se tienen problemas que disminuyen la calidad de los productos y muchos de ellos se relacionan con la tecnología. Por ejemplo, en la transformación del café el equipamiento como trilladoras y tostadoras es insuficiente haciendo que solo sea transformado el 5% del café recolectado [42]. Así mismo, en la mayoría de los municipios no existe tecnificación en la recolección y se hace vertimiento de residuos directamente a las fuentes hídricas y no se aprovechan los subproductos, como la cascarilla del café, haciendo que 36% de las subcuencas se encuentren en estado crítico o muy crítico. Además del café, la cadena productiva del cacao-chocolate también demanda la implementación de estrategias y métodos de riego más eficientes y la cadena productiva frutícola presenta variaciones negativas destacadas por problemas fitosanitarios, manejo poscosecha, infraestructura de apoyo a la producción, etc. Algunos otros factores que influyen en la calidad son el deficiente estado de la infraestructura vial y comunicaciones, falta de asistencia técnica a las unidades productivas agropecuarias (UPA), falta de existencia de otros procesos tecnificados e ineficientes estrategias para enfrentar caídas en precios internacionales. Esto último se convierte en un factor clave, ya que se depende de pocos productos productivos con poco valor agregado. Otro dato que confirma la tendencia es el 72,1 % del valor agregado para el año 2019, correspondiente a actividades terciarias (servicios), conllevando a una menor distribución de personal ocupado en agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca con un 2,7 % y un 54,5% de ocupados informales [43].

Por estas razones, se requiere, entre muchas otras cosas, un proceso de reconversión para transformar los productos primarios en productos de valor agregado precedido por una apuesta agroindustrial de base tecnológica lo que relaciona a su vez la necesidad de capital humano y tejido social, generación de empleo, infraestructura y emprendimiento de desarrollo productivo para fortalecer las agendas productivas del departamento. Un ejemplo de ello es la cadena productiva caña-panela donde el 83,5 % es transformada para ser vendida bien sea como panela en bloque, pulverizada y otros subproductos [42].

Se reconoce además, el potencial para incrementar la matriz productiva con especialidad en producción agropecuaria por regiones, incluyendo productos como aguacate, limón, banano,

uva, pitahaya, guanabana, etc y algunos otros cultivos o producciones promisorias como aromáticas, apicultura y ganadería bovina orientada al doble propósito (leche y carne). Es por tanto que las apuestas productivas departamentales actuales están relacionadas hacia los sectores agroindustria y turismo. Específicamente en el sector agroindustrial se habla de producción especializada de frutas, nueces, plantas comestibles y especias, actividades de servicios relacionadas con la pesca y transformación y conservación de pescado y sus derivados, sin dejar de lado las grandes apuestas que requieren incrementar competitividad como el café y el cacao, lo que implica involucrar mayor capacidad para la trilla, tosti3n y molienda de dichas materias primas [42, 44]. En lo que concierne al turismo, se resalta el significativo avance del Huila en el Global Big Day, un d3a a nivel mundial dedicado a la observaci3n de aves, pues se ubic3 en el puesto 14 a nivel nacional con un total de 389 aves registradas, sin mencionar la movilizaci3n que tiene de turistas para hacer turismo de observaci3n de estrellas en el desierto de la Tatacoa, ecoturismo, inclusive catalogado como “luxury” y turismo arqueol3gico, en San Agust3n [41].

Por otro lado y en relaci3n con lo anterior, hace falta mencionar las iniciativas de algunos negocios verdes [46] ya que si bien algunos de ellos se basan en el caf3 y el cacao, se resalta la agregaci3n de valor al comercializarlo en diferentes presentaciones (pergamino seco, en bola, molido, en pastilla, tostado, especial, etc). Sin embargo, algunos otros est3n apostando por materias primas o producciones que incluyen frutas (brevia, cholupa, banano) frescas y procesadas, miel de abejas y derivados, abono org3nico, panela org3nica y derivados, cosm3ticos, mermelada de s3bila, hongos comestibles, achiras y turismo de naturaleza [47]. Estos 3ltimos negocios se encuentran ubicados especialmente en los municipios de Palestina, Villavieja, Pitalito, Neiva, Aipe y Gigante. Seg3n la corporaci3n aut3noma regional con jurisdicci3n en el departamento (Corporaci3n Aut3noma Regional del Alto Magdalena CAM), para el a3o 2020 Huila contaba con 225 empresas de Negocios Verdes, que ofrecen servicios sostenibles provenientes de los recursos naturales, 110 pertenecientes a empresas de agrosistemas sostenibles, 93 al biocomercio y 22 empresas de ecoproductos industriales (20 de aprovechamiento y valorizaci3n de residuos, una empresa de fuentes de energ3a sostenible y una iniciativa de construcci3n sostenible) [48].

Cabe mencionar que los requerimientos tecnol3gicos pueden ser apoyados desde las diferentes iniciativas a nivel departamental. Por ejemplo, el departamento del Huila cuenta con un proyecto liderado desde la gobernaci3n, financiado por el Fondo de Ciencia Tecnolog3a e Innovaci3n del Sistema General de Regal3as y ejecutado por la C3mara de Comercio del Huila,

denominado Red de Vigilancia Tecnológica, inteligencia competitiva y prospectiva del departamento del Huila. Con dicho programa se pretende aumentar la competitividad del sector productivo en el departamento del Huila mediante la implementación de mecanismos para la identificación de estrategias de innovación, investigación, desarrollo tecnológico y emprendimiento social. También, se cuenta con un Centro de Apoyo a la Tecnología e Innovación (CATI) que permite registrar marcas y proteger patentes de personas quienes desarrollan negocios, convirtiéndose en herramientas transversales al desarrollo tecnológico. La Alianza Regional para la Innovación Huila – Tolima – Cundinamarca, es otro programa que permite encontrar herramientas prácticas de innovación, para aumentar la competitividad de los negocios con base en un camino previamente construido y finalmente se encuentra Invest in Huila, una agencia de atracción de inversiones creada a finales de 2012 por la Cámara de Comercio del Huila con el apoyo de la empresa nacional Ecopetrol, para promover y facilitar la inversión nacional y extranjera en la región, principalmente en los sectores estratégicos definidos en el Plan Regional de Competitividad, para dinamizar la economía del departamento mediante la generación de más y mejores empleos [49].

En lo que respecta a capacidades instaladas en infraestructura y tecnología de las instituciones de educación superior en el departamento, se percibe capacidades básicas en concordancia con los tipos de programas ofertados y el nivel de educación. Si se habla de programas del área de las ciencias exactas y naturales que podrían impulsar modelos de negocio verdes y sostenibles, se destacan 4 entidades de carácter privado (Corporación Universitaria del Huila - CORHUILA, Fundación Escuela Tecnológica de Neiva - FET Jesús Oviedo Pérez, Universidad Santo Tomás y Corporación Universitaria Minuto de Dios) y 2 públicas (Fundación Universitaria Navarra - Uninavarra, Universidad Surcolombiana USCO) de las 14 instituciones en total que tienen presencia en el departamento.

La Corporación Universitaria del Huila - CORHUILA, cuenta con carreras profesionales, especializaciones, maestrías y diplomados en áreas de administración (empresas agropecuarias o turísticas), ingeniería y medio ambiente (ingeniería ambiental o energías renovables), medicina veterinaria y ciencias afines, turismo, producción peces, cadenas de suministro, desarrollo sostenible y medio ambiente. También cuenta con grupos de investigación reconocidos que realizan producción científica en áreas de interés como sistemas de producción, biorremediación, bioprocesos, silvopastoril, acuícola, desarrollo sostenible, etc) y su infraestructura contiene

laboratorio de química, física, cárnicos, lácteos, microbiología, biología molecular, histología, nutrición y reproducción, simulación, automatización y control, máquinas y herramientas, metrología, procesos industriales, básico metalmecánico, limnología, soldadura, tratamientos térmicos y fundición, refrigeración, salas de sistemas finca de rivera, finca de palermo y clínica veterinaria Pedro Nel González. Se destaca además los convenios nacionales e internacionales (España, México, Brasil, Argentina) con los que cuenta así como una biblioteca y otros recursos electrónicos. Incluso, durante la pandemia por SAR-CoV-2 en el año 2020 desarrollaron un prototipo de respirador artificial [50].

La Fundación Escuela Tecnológica de Neiva - FET Jesús Oviedo Pérez, también tiene laboratorios dentro de su capacidad instalada de microbiología, química general y ambiental, biología, ecología, física, geociencias, procesos de alimentos, análisis de agua, análisis de suelos, sanidad vegetal, tejidos y entomología, y fitotecnia, una biblioteca pero la oferta de programas relacionados es más reducida al limitarse a ingeniería de alimentos e ingeniería ambiental. Sin embargo, la investigación allí realizada se enfoca en temas de interés como agroindustria de base tecnológica, gestión ambiental, turismo temático especializado, gestión empresarial y energías limpias y caracterización de la cadena productiva del cacao [51].

De la Universidad Santo Tomás se destaca el pregrado de biología, como programa de interés y las especializaciones en gerencia de empresas agropecuarias, ordenamiento y gestión integral de cuencas hidrográficas. No cuentan con laboratorios o demás en el departamento [52].

La Corporación Universitaria Minuto de Dios ofrece una licenciatura en ciencias naturales y educación ambiental. En adición, hacen investigación en I+D+i y tienen un grupo de investigación en Ciencias Empresariales y Agroindustria - YUMA en donde trabajan temas de emprendimiento, transformación con valor agregado y desarrollo comunitario [53].

La Fundación Universitaria Navarra - Uninavarra, a pesar de tener un enfoque más hacia el área de la salud y el derecho, tiene un pregrado en ingeniería ambiental. De allí que sus laboratorios sean de anatomía, microbiología y fisiología, y tengan un centro de investigación (CINA). Además, ofrecen diplomados en energías renovables, sostenibilidad energética y gastronomía saludable [54].

La Universidad Surcolombiana USCO goza de la oferta académica más amplia dentro de las instituciones ya mencionadas. Ofrece una tecnología acuicola, pregrados como biología aplicada, ingeniería agrícola, ingeniería agroindustrial, maestrías en ecología y gestión de

ecosistemas estratégicos, ingeniería y gestión ambiental, ciencia y tecnología del café, entre otras y un doctorado en agroindustria y desarrollo agrícola sostenible. En adición, tiene grupos de investigación categorizados como A1, unidades de internalización, ha sacado patentes, están asociados con Centro Surcolombiano de Investigación en Café (CESURCAFÉ) y con laboratorios básicos (química, física, biología, microbiología) y otros (suelos) [55].

Finalmente, en el caso de la investigación y aplicación de biotecnología en el departamento del Huila, destaca la presencia de la empresa Nutrispi, ubicada en Campoalegre, dedicada a la producción y comercialización de alimentos orgánicos, derivados de las microalgas, entre ellas la cianobacteria *Spirulina platensis*, por lo que dentro de su instalación cuentan con acondicionamiento, cultivo (piscinas de producción), filtración, secado y empaquetamiento del producto (Nutrifarma) para comercializar una mezcla en polvo 100% orgánica o saborizada [56]. Esta empresa al tener relación con inversiones FGJ, brindan asesoramiento para la implementación y ejecución de proyectos en el sector agrícola, pecuario ambiental e hídrico, lo cual podría representar una ventaja para demás productores o iniciativas de modelos de negocios verdes. Por lo demás, se han adelantado investigaciones de caracterización y posibles usos a partir de productos o subproductos como la cáscara de granadilla (alimentación animal) [57], cascarilla de arroz y café (carbón activado para remoción de compuestos en aguas), residuos de caña o café (producción de bioetanol) pulpa de granadilla (fuente de magnesio) y las diferencias de composición entre municipios. Adicionalmente, se ha evaluado la capacidad de algunos organismos como hongos microscópicos y bacterias para disolver roca fosfórica [58]. El empleo de la roca fosfórica, también da cuenta de las necesidades de los productores, ya que el fósforo es un elemento esencial para el desarrollo de plantas, pero su disponibilidad en suelo es baja. Aun así, su uso convierte los suelos en infértiles. Adicionalmente, se han llevado a cabo investigaciones para caracterización de frutos (mora, maracuyá, banano), condiciones del suelo, huella ecológica, café, extracción de quitina de escamas de tilapia, alertas tempranas para afecciones al café o incluso alternativas para biocontrol, análisis de virus que le dan al ganado, producción de hongos comestibles (fungicultura) y sistema de explotación piscícola no convencional.

Lo anterior muestra de alguna manera que las investigaciones que se adelantan en materia de biotecnología están vinculadas a los principales clúster productivos de la región y pretenden dar solución a necesidades reales. Aun así, la no presencia de sistemas productivos que apliquen los resultados muestran cómo la tecnología debe ser extrapolada para ser empleada; incluso, dentro de

las brechas que a nivel gubernamental se han identificado para mejorar la competitividad se incluye encadenamientos productivos, calidad de procesos y productos, infraestructura y servicios para la actividad productiva, Tecnologías de la información y comunicaciones, Comercio exterior y Financiamiento empresarial entre otros factores no relacionados directamente con la tecnología como capital humano y capital humano avanzado, ya que no existe el tejido social y empresarial que se desearía.

Por último, la inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI), en el departamento del Huila como proporción del PIB fue del 0,241 % en el año 2018, el número de graduado en programas nacionales de maestría por área de la ciencia y la tecnología OCDE y núcleo básico de conocimiento NBC, 2009-2018 fue de 723, aumentando de 102 en 2017 a 305 específicamente para los programas de maestría en 2018, hubo 63 investigadores activos en el año 2018 pero tan solo 12 relacionados con ciencias naturales, 18 con ciencias agrícolas y 33 con ingeniería y tecnología y fueron concedidas 8 patentes. El número de personas que participó en actividades de innovación pasó de 369 a 31 de 2017 a 2018 y en general, en el departamento las capacidades y el capital humano se está formando en mayor proporción en ciencias sociales [59]. En adición, el 21% de la población ocupada en la región central se emplea en servicios sociales comunales y personales y en general, mejoró su posición en el índice de competitividad departamental pasando del 15 al 13 puesto [60].

2) *Otros riesgos asociados a la generación de nuevos negocios*

En el departamento del Huila se han identificado otros riesgos adicionales que dificultan la generación de nuevos negocios de base bio que son: poca articulación para la comercialización y mercadeo de productos, experiencias fallidas con proceso de mujeres en la producción artesanal, costos asociados a la inversión para la innovación y la sofisticación tecnológica para transformar las materias primas, desincentivos al turismo local asociados a los costos asociados a los peajes, dependencia de la contratación laboral brindada por el sector de hidrocarburos en la región, poda de vegetación alrededor de nacimientos de agua para abrir potreros para ganadería, escasez de agua y fuertes sequías, caracoles invasores, y hormigas arrieras depredadoras. Estos factores complementan el análisis de capacidades y contexto del entorno y son del tipo fisicoquímicos, biológicos y ambientales, pero se debe ampliar la información.

3) Mercados potenciales en los que podría incursionar *Passiflora foetida*

En las últimas décadas, la valorización de atributos intangibles de los productos ha cobrado importancia basándose con frecuencia en consideraciones éticas de los consumidores. Hay una tendencia creciente por la demanda de productos diferenciados y de calidad en los cuales muchas veces los sellos y marcas transmiten y garantizan la existencia de estos atributos como ocurre en el caso de la producción orgánica, el comercio justo o la denominación de origen. Estas nuevas apreciaciones permiten entender las nuevas perspectivas, alcances y estrategias por medio de las cuales se facilita y se realiza la agregación de valor (“el monto por el cual el valor de un producto se incrementa en cada etapa de su producción, excluyendo los costos iniciales”) en las cadenas productivas. Específicamente la transformación de *Passiflora foetida* a nivel regional ha estado destinada a aplicaciones de valor bajo agregado, pero se han llevado a cabo varios estudios, aunque no precisamente en Colombia, donde se evalúa el potencial de la especie para otras aplicaciones con mayor valor agregado con altos estándares de calidad e inocuidad que proporcionan esos valores diferenciados que el mercado está demandando. Algunos de ellos con mayor potencial donde tendría cabida el aprovechamiento de la especie y las dinámicas actuales que lo comprenden son:

- Bioplásticos y biopolímeros: algunos bioplásticos tienen una alta durabilidad e impermeabilidad al agua y otras características que ayudan a reducir los residuos y el uso de conservantes a la vez mantienen el sabor y el valor nutricional del producto. Dichos factores han aumentado la demanda de los bioplásticos (PLA, Mezclas de almidón, PHA, PBS, Otros, PCL, PBAT), sumado a la estricta regulación relacionada con la sostenibilidad, la creciente preocupación por medio ambiente y el aumento de la inversión para el desarrollo de infraestructuras. Se estima que en el 2021 los bioplásticos generen cerca de 10,7 mil millones de dólares y se espera que para el 2026 la cifra llegue a 29,7 mil millones de dólares, con una tasa compuesta anual del 22,7%. Sin embargo, algunas de las limitantes de su uso se relacionan con un mayor costo en comparación a los plásticos convencionales, los bajos rendimientos y disponibilidad limitada y otros aspectos que frenan el crecimiento del mercado e impiden escalar en la economía [61].

- Alimentos funcionales: otro mercado emergente con gran potencial está relacionado con los ingredientes para alimentos funcionales enriquecidos con vitaminas, minerales, antioxidantes, hidrocoloides, prebióticos, aminoácidos, extractos de plantas, carotenoides, entre otros donde las innovaciones tecnológicas están relacionadas con aplicaciones para la comida gourmet, siendo la fuente vegetal, el segmento con mayor proyección de crecimiento para el periodo 2021 - 2026. En el año 2021, el mercado de alimentos funcionales está valorado en USD 98,9 mil millones y se prevé un crecimiento anual de 6,8% que representará USD 137,1 mil millones en 2026. La prevalencia de enfermedades crónicas, agitados estilos de vida, deficiencias de micronutrientes y población cada vez más consciente de la salud, sumado al incremento en recursos para I+D+i, el acceso a tecnologías como encapsulación, nanoencapsulación y bioencapsulación son los pilares y potenciadores del mercado de alimentos funcionales y colorantes naturales. Sin embargo, hay varias limitaciones que deben ser atendidas como: una normativa que estandarice los procesos y productos a nivel internacional y ampliar el conocimiento de más especies vegetales que puedan ser aprovechadas [62].

4) *Tecnología requerida para la transformación de Passiflora foetida*

En la clasificación de las tecnologías asociadas y requeridas a los procesos de producción de un producto en particular que se haya identificado como potencial se debe tomar como base los procesos asociados a las distintas etapas de transformación [63-68]. La recopilación y síntesis de los tipos de procesos, métodos, principios y equipos para cada una de estas etapas se presentan en la TABLA IV.

Para las aplicaciones actuales de *Passiflora foetida*, las tecnologías involucradas son básicas o bajas así como los niveles de transformación relacionados ya que no se requieren equipos muy especializados para la obtención del producto. Aun así, existen otras aplicaciones que permitirían aprovechar las diferentes partes de la planta para generar productos con mayor valor agregado y responsabilidad social pero que al mismo tiempo permitan competir en mercados más especializados.

Con todo, generar un aprovechamiento que genere beneficios a las comunidades locales y que de manera simultánea proteja y conserve el ecosistema de la ecoreserva La Tribuna, no sólo

está relacionado con la tecnología identificada para cada uno de los procesos aunque, evidentemente en la tabla 4 se aprecia cómo a medida que se incrementa el nivel de sofisticación o intensificación de I+D+i, los equipos resultan ser más especializados para responder a cuestiones particulares de los procesos, sino que también se encuentra vinculado con las otras características que impiden la incursión en nuevos mercados potenciales ya identificados.

TABLA IV
 RECOPIACIÓN DE LOS TIPOS DE PROCESOS, MÉTODOS, PRINCIPIOS Y EQUIPOS PARA CADA UNA DE ESTAS ETAPAS DE TRANSFORMACIÓN.

Tipo de proceso	Proceso	Método	Principio	Tecnología y/o equipos	Nivel de sofisticación
Obtención de la materia prima	Pesado	Pesado	Peso	Balanza, bascula, pesa	Básico
	Recolecta	Recolección	Trabajo	Varas, sacos, canastillas, bolsas, botas, protección para el sol e insectos	Básico
	Selección y/o clasificación	Selección y/o clasificación	Tamaño, color, forma	Manual, espacio de trabajo en condiciones	Básico
	Lavado	Lavado	Presión	Lavadora, recipientes	Básico
	Pelado	Pelado		Manual, pelador, peladora	Bajo
	Desinfección	Desinfección	Especificidad		Bajo
Reacción	Fermentación	Aerobia	Metabolismo	Reactor aerobio	Intermedio
		Anaerobia	Metabolismo	Reactor anaerobio	Intermedio
Separación primaria	Cocción	Cocción	Temperatura	Reactor, olla, horno	Bajo
			Con solventes	Afinidad	Tanque mezclador-decantador
	Extracción	Destilación	Punto de ebullición	Destilador	Intermedio
		Lixiviación	Solubilidad	Tanque mezclador- destilador	Intermedio
	Centrifugación	Centrifugación	Densidad	Centrifugadora	Intermedio
	Absorción	Absorción	Difusión	Absorbedor (esponjas), columna de absorción	Intermedio
	Precipitación	Precipitación	Solubilidad	Tanque	Bajo
	Sedimentación	Sedimentación	Gravedad	Clarificador, tanque	Bajo
	Floculación	Floculación	Tamaño	Tanque	Bajo
	Decantación	Decantación	Gravedad	Decantador	Bajo
	Ruptura celular	Molienda	Trabajo	Molino, moledora	Bajo
		Sonicación	Trabajo	Sonicador (ultrasonicador)	Intermedio
	Evaporación	Evaporación // Condensación	Punto de ebullición	Tanque, evaporador-condensador	Bajo
	Ruptura celular	Ruptura celular no mecánica	Especificidad	Tanque	Intermedio
Filtración	Tamizado	Tamaño	Rejilla, malla	Bajo	
Tostado	Tostado	Calor	Horno tostador, caldero y fogón	Bajo	

	Prensado	Prensado	Compresión	Prensa, filtro prensa	Bajo
	Secado	Secado simple	Calor	Bandejas, horno, secador solar	Bajo
Separación alta resolución	Cromatografía	Cromatografía columna	Afinidad	HPLC (High Performance Liquid Chromatography)	Alto
	Adsorción	Adsorción	Intercambio iónico	Adsorbedor, columnas de intercambio iónico	Alto
	Cristalización	Cristalización	Saturación	Cristalizador	Alto
	Extracción	Con fluidos supercríticos	Punto crítico	Extractor	Alto
	Centrifugación	Ultra	Densidad	Ultracentrifugador	Alto
	Electroforesis	Electroforesis capilar	Campo eléctrico	Tubos capilares	Muy alto
	Filtración	Ultra y nano	Tamaños	Ultra y nanofiltrador, dializador	Muy alto
		Osmosis inversa	Presión, difusión	Filtro de ósmosis inversa	Alto
Secado	Secado industrial	Calor	Secador, deshidratador, rotavapor	Alto	
Conservación	Pasteurización	Pasteurización	Calor	Pasteurizador	Bajo
	Liofilización	Liofilización	Sublimación	Liofilizador	Alto
	Refrigeración	Refrigeración	Temperatura	Refrigerador	Bajo
	Congelamiento	Congelamiento	Temperatura	Congelador	Intermedio
Logística	Envasado	Envasado	-	Envasadora industrial	Bajo
	Empacado	Empacado	-	Empacadora (al vacío), selladora	Bajo
	Embalaje	Embalado	-	Embaladora	Bajo
	Etiqueta	Etiquetado	-	Etiquetadora	Bajo
	Almacenamiento	Almacenamiento	-	Repisas, estantes	Básico
Acondicionamiento	Intercambio de calor	Enfriamiento // Calentamiento	Temperatura	Intercambiador de calor	Intermedio
	Esterilización	Esterilización	Temperatura, presión	Autoclave	Intermedio
	Homogenización	Homogenización	Afinidad	Mezclador	Bajo
Análisis	Electroforesis	Electroforesis	Campo, tamaño	Cámara de electroforesis	Alto
	Espectro fotometría	De masas	Masas, cargas	Espectrofotómetro de masas	Alto
		Absorción o emisión atómica	Absorbancia, transmitancia	Espectrofotómetro de absorción atómica	Alto
		Infrarroja	Absorbancia,	Espectrofotómetro infrarrojo	Alto
		UV-Visible	Absorbancia, transmitancia	Espectrofotómetro de UV - Visible	Intermedio

Cromatografía	Cromatografía	Retención, afinidad	Cromatógrafo	Alto
Electroquímica	Potenciometría	Potenciales	Potenciómetro	Bajo
	Conductimetría	Conductividad	Conductímetro	Bajo

Cada una de estas características puede estar embebida en alguno de los 3 componentes que comprende a la sostenibilidad, es decir, el componente social, ambiental o económico, lo que hace imperativo abordar la situación desde una mirada holística puesto que en el departamento del Huila hay que reforzar aspectos como la infraestructura, representada en vías principalmente, capital humano y articulación de las cadenas productivas para su diversificación. Con lo anterior no se deja de reconocer que hay que seguir sumando esfuerzos para mejorar las condiciones habilitantes que permitan obtener una aplicación en concreto lo cual viene vinculado con tecnología. Cabe resaltar que esta última no necesariamente se define como herramientas digitales o demás sino como ese conjunto de los conocimientos utilizados en la producción de un bien o servicio. En este punto también es clave resaltar como sigue haciendo falta conocer la biodiversidad desde la parte aplicada y sostenible, haciendo que, por ejemplo, análisis de bioprospección encaminados a conocer la composición de la biodiversidad tomen un papel protagónico.

VI. CONCLUSIONES

Contribuir a las transiciones socioecológicas en la ecoreserva La Tribuna (Huila) puede estar relacionado con la transformación de la especie *Passiflora foetida* para la obtención de productos de mayor valor agregado que compitan en mercados más especializados y proporcionen una alternativa económica. Sin embargo, el proceso de cambio para obtener un estado de bienestar y que a su vez modifique la inconveniente trayectoria actual de la ecoreserva en materia ecológica y social no necesariamente está relacionado con productos más sofisticados. El departamento del Huila, visto desde la perspectiva de capacidades, riesgos, infraestructura, inversión, innovación, educación y capital humano precisa implementar acciones que permitan crear el ecosistema necesario para que se pueda acceder y potenciar este tipo de alternativas sin olvidar el componente social y ecológico que resulta ser imperante para modificar el modelo económico del país. Por lo tanto, se debe fortalecer el diseño de estrategias de manejo y restauración que vinculen a la comunidad para preservar el conocimiento tradicional sobre los usos pero que además vincule a los sectores productivos que podrían emplear las especies con potencial, como lo es *Passiflora foetida*, para brindar nuevas formas de relación de la sociedad con la naturaleza y desarrollar nuevos productos y servicios, así como la pluralización de sus usos. En consecuencia, los talleres de co-creación con las comunidades dan luces de acciones más cercanas para ir transitando a un modelo que hace uso sostenible de los recursos naturales, pero sigue habiendo un largo camino por recorrer. Así pues, en el aprovechamiento de las plantas se vuelve clave el papel de la bioeconomía como articulador de actores e incorporador de la ciencia e innovación en procesos productivos para aprovechar la biodiversidad.

REFERENCIAS

1. Gaviria Uribe, A., Manrique Reol, E., Di Palma, F., Poveda, G., Baena Garzón, S., Duque Beltrán, C., ... & Wessjohann, L. (2021). Ciencia y tecnología: fundamento de la bioeconomía-Propuestas del foco de biotecnología, bioeconomía y medio ambiente. Volumen 3. Gobierno de Colombia.
2. Alviar, M., García-Suaza, A., Ramírez-Gómez, L., & Villegas-Velásquez, S. (2021). Measuring the contribution of the bioeconomy: the case of Colombia and Antioquia. *Sustainability*, 13(4), 2353.
3. Rojas, T., Cortés, C., Noguera, M., Rojas, N., Cely, M., Garzón, C., ... & Velandia, G. (2020). Diagnóstico de experiencias locales de bioproductos y negocios verdes en comunidades locales ubicadas en zonas con alto valor ecológico y frentes de deforestación: Contribuciones de la Naturaleza y Bienestar. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
4. Hernández, V. L., & Schanz, H. (2019). Agency in actor networks: Who is governing transitions towards a bioeconomy? The case of Colombia. *Journal of Cleaner Production*, 225, 728-742.
5. Departamento Nacional de Planeación DNP (2018). CONPES 3934. Política de Crecimiento Verde.
6. Gobierno de Colombia (2020). Bioeconomía para una Colombia Potencia viva y diversa: Hacia una sociedad impulsada por el conocimiento. Recuperado de: https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/bioeconomia_para_un_crecimiento_sostenible-qm_print.pdf
7. Garcia, H. (2020). Plan Operativo Anual 2021. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
8. Hodson, E., et al. (2019). La bioeconomía. Nuevo marco para el crecimiento sostenible en América Latina. Recuperado de: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/43705>
9. Biointropic (2021). Panorama general de la bioeconomía en Colombia. Blog Mundo Biotec. Recuperado de: <https://mundobiotec.com/negocios-bioeconomia/>
10. Canales, N., & González, J. G. (2020). Diálogo de política sobre bioeconomía para el desarrollo sostenible en Colombia. Reporte.
11. Rodríguez, A. G., Mondaini, A. O., & Hitschfeld, M. A. (2017). Bioeconomía en América Latina y el Caribe: contexto global y regional y perspectivas. Unidad de Desarrollo Agrícola, División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
12. Betancur, C. M. (2018). Resumen de estudio: La bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de Colombia.
13. Alzate, J. B. (2020). Estudio monográfico de tendencias y aplicaciones de la bioeconomía en Colombia. Repositorio Institucional UNAD. Recuperado de: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/38483>.
14. Fibras - Esencia y Territorio. Fecha de consulta: 17/04/2021. Recuperado de: <http://www.humboldt.org.co/fibras/>

15. Costanza, R., & Daly, H. E. (1992). Natural capital and sustainable development. *Conservation biology*, 6(1), 37-46.
16. Andrade G. I., M. E. Chaves, G. Corzo y C. Tapia (eds.). 2018. Transiciones socioecológicas hacia la sostenibilidad. Gestión de la biodiversidad en los procesos de cambio en el territorio continental colombiano. Primera aproximación. Bogotá. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
17. Friedrich-Ebert-Stiftung (2019) Sinopsis. Esto no da para más: Hacia la Transformación Social-Ecológica en América Latina. Proyecto Regional Transformación Social-Ecológica. Ciudad de México.
18. La Tribuna. Página Web. Ecopetrol® 2020 | Ecoreserva La Tribuna - 100% voluntaria - Derechos Reservados. Consulta: 15 de agosto de 2021. Disponibilidad y acceso: <https://nuevoportal.ecopetrol.com.co/latribuna/>
19. Dimson, M., & Gillespie, T. W. (2020). Trends in active restoration of tropical dry forest: Methods, metrics, and outcomes. *Forest Ecology and Management*, 467, 118150.
20. Moncada, D.M., Borda, A.C., Vieira-Muñoz, M.I., Alcázar, C., González-M., R. (Eds.). (2020). Elevando la acción colectiva empresarial para la gestión integral del bosque seco tropical en Colombia. Bogotá: Minambiente, ANDI, ANLA, Instituto Humboldt, TNC. 168 págs.
21. García, H. y González-M. Roy. (eds). 2019. Bosque seco Colombia: biodiversidad y gestión. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 32 p.
22. Andina, O. N. F. (2018). Estudios de economía forestal en el marco de la misión de crecimiento verde en Colombia. Gobierno de Colombia.
23. López, R., Sarmiento, C., Barrero, A. M. y I. Cavelier. (2018). Especies útiles del bosque seco tropical del Caribe: Usar para conservar. En Moreno, L. A, Andrade, G. I. y Gómez, M.F. (Eds.). 2019. Biodiversidad 2018. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
24. Sabbag Cunha, G. O., Coelho da Cruz, D., & Severo Menezes, A. C. (2019). An Overview of *Miconia* genus: Chemical Constituents and Biological Activities. *Pharmacognosy Reviews*, 13(26).
25. Tarawneh, A. H., León, F., Ibrahim, M. A., Pettaway, S., McCurdy, C. R., & Cutler, S. J. (2014). Flavanones from *Miconia prasina*. *Phytochemistry letters*, 7, 130-132.
26. Ravi, M. (2021). The active compounds of *Passiflora* spp and their potential medicinal uses from both in vitro and in vivo evidences. *Journal of advanced Biomedical and Pharmaceutical Sciences*, 4(1), 45-55.
27. Revathy, S., & Sunilkumar, T. C. (2019). Phytochemical and nutritional studies on the fruit pulp extract of *Passiflora foetida* Linn. *J. Pharmacogn. Phytochem*, 8, 732-734.
28. Patil, A. S., Lade, B. D., & Paikrao, H. M. (2015). A scientific update on *Passiflora foetida*. *European Journal of Medicinal Plants*, 145-155.

29. Natarajan, T., Kumaravel, A., & Palanivelu, R. (2016). Extraction and characterization of natural cellulosic fiber from *Passiflora foetida* stem. *International Journal of Polymer Analysis and Characterization*, 21(6), 478-485.
30. Melo Filho, A. A., Kamezaki, A. K., Ribeiro, P. E., De Melo, A. G. R., Fernandez, I. M., Dos Santos, R. C., ... & Chagas, P. C. (2018). Chemical composition, antioxidant and biological activity of leaves *Passiflora foetida*. *Chemical Engineering Transactions*, 64, 241-246.
31. Calevo, J., Giovannini, A., De Benedetti, L., Braglia, L., della Cuna, F., & Tava, A. (2016). Chemical composition of the volatile oil from flowers and leaves of new *Passiflora* hybrids. *International Journal of Applied Research in Natural Products*, 9(4), 21-27.
32. Asadujjaman, M., Mishuk, A. U., Hossain, M. A., & Karmakar, U. K. (2014). Medicinal potential of *Passiflora foetida* L. plant extracts: biological and pharmacological activities. *Journal of integrative medicine*, 12(2), 121-126.
33. Khan, M., Ware, P., & Shimpi, N. (2021). Synthesis of ZnO nanoparticles using peels of *Passiflora foetida* and study of its activity as an efficient catalyst for the degradation of hazardous organic dye. *SN Applied Sciences*, 3(5), 1-17.
34. Foudah, A. I., Alam, P., Kamal, Y. T., Alqasoumi, S. I., Alqarni, M. H., Ross, S. A., & Yusufoglu, H. S. (2019). Development and validation of a high-performance thin-layer chromatographic method for the quantitative analysis of vitexin in *Passiflora foetida* herbal formulations. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 27(8), 1157-1163.
35. Song, Y., Zhu, M., Hao, H., Deng, J., Li, M., Sun, Y., ... & Huang, R. (2019). Structure characterization of a novel polysaccharide from Chinese wild fruits (*Passiflora foetida*) and its immune-enhancing activity. *International journal of biological macromolecules*, 136, 324-331.
36. Betancur Giraldo, C. M (2020). Biointropic Centro de innovación y negocios en biotecnología. Consulta: 29 de junio de 2021. Disponibilidad y acceso: <https://iila.org/wp-content/uploads/2020/11/Presentacion-Biointropic-15-de-octubre-2020.pdf>
37. Stegmann, P., Londo, M., & Junginger, M. (2020). The circular bioeconomy: Its elements and role in European bioeconomy clusters. *Resources, Conservation & Recycling*: X, 6, 100029. <https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2019.100029>
38. Thirumurugan, D., Cholarajan, A., Raja, S. S., & Vijayakumar, R. (2018). An introductory chapter: secondary metabolites. *Second metab—sources Appl*, 1-21.
39. Wink, M. (2010). *Annual plant reviews, functions and biotechnology of plant secondary metabolites* (Vol. 39). John Wiley & Sons.
40. Pal, D., & Nayak, A. K. (Eds.). (2021). *Bioactive Natural Products for Pharmaceutical Applications*. Springer.
41. Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM (2018). Una región rica en biodiversidad. Consulta: 18 de junio de 2021. Disponibilidad y acceso: <https://www.cam.gov.co/1488-huila,-una-regi%C3%B3n-rica-en-biodiversidad.html>
42. Gobernación del Huila (2020). Plan de desarrollo departamental Huila Crece 2020-2023. Consulta: 18 de junio de 2021. Disponibilidad y acceso:

- <https://www.huila.gov.co/administrativo-de-planeacion/publicaciones/9579/plan-de-desarrollo-huila-crece/>
43. Departamento Nacional de Planeación DANE (2020). La información del DANE en la toma de decisiones regionales | Neiva - Huila. Sistema Estadístico Nacional - SEN. Consulta: 18 de junio de 2021. Disponibilidad y acceso: <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/planes-departamentos-ciudades/201124-InfoDane-Neiva-Huila.pdf>
 44. Presidencia de la República de Colombia (2018). Apuestas Productivas Departamentales. Consulta: 18 de junio de 2021. Disponibilidad y acceso: <http://www.colombiacompetitiva.gov.co/snci/agendas-departamentales-de-competitividad/apuestas-productivas-departamentales>
 45. Comisión Regional de Competitividad e Innovación de Huila. (2018). HUILA. Agenda Departamental de Competitividad e Innovación. Consulta: 18 de junio de 2021. Disponibilidad y acceso: <http://www.colombiacompetitiva.gov.co/snci/Agendas/Agenda-Departamental-Huila.pdf>
 46. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2020). Portafolio De Productores De Negocios Verdes. Productos de Negocios Verdes comercializables en el marco de la emergencia sanitaria generada por la pandemia del coronavirus COVID-19. Consulta: 11 de junio de 2021. Disponibilidad y acceso: https://www.minambiente.gov.co/images/PORTAFOLIO_NEGOCIOS_VERDES_abril_27.pdf
 47. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2020). Turismo De Naturaleza: Una Experiencia Responsable de Negocios Verdes. Consulta: 11 de junio de 2021. Disponibilidad y acceso: <https://www.minambiente.gov.co/images/portafolio-turismo-de-naturaleza-negocios-verdes.pdf>
 48. Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM (2020). El Huila ya cuenta con portafolio de Negocios Verdes. Consulta: 11 de junio de 2021. Disponibilidad y acceso: <https://www.cam.gov.co/1860-el-huila-ya-cuenta-con-portafolio-de-negocios-verdes.html>
 49. Cámara de Comercio del Huila (2021). Consulta: 13 de mayo de 2021. Disponibilidad y acceso: Servicios Empresariales. <https://cchuila.org/servicios-empresariales/>
 50. Corporación Universitaria del Huila - CORHUILA (2021). Consulta: 13 de mayo de 2021. Disponibilidad y acceso: <https://www.corhuila.edu.co/>
 51. Fundación Escuela Tecnológica de Neiva - FET Jesús Oviedo Pérez (2021). Consulta: 13 de mayo de 2021. Disponibilidad y acceso: <https://www.fet.edu.co/>
 52. Universidad Santo Tomás (2021). Sede Neiva. Consulta: 13 de mayo de 2021. Disponibilidad y acceso: <http://neiva.ustadistancia.edu.co/>
 53. Corporación Universitaria Minuto de Dios (2021). Huila. Consulta: 13 de mayo de 2021. Disponibilidad y acceso: <http://umd.uniminuto.edu/web/huila>
 54. Fundación Universitaria Navarra - Uninavarra (2021). Consulta: 13 de mayo de 2021. Disponibilidad y acceso: <https://uninavarra.edu.co/>

55. Universidad Surcolombiana - USCO (2021). Huila. Consulta: 13 de mayo de 2021. Disponibilidad y acceso: <https://www.usco.edu.co/es/>
56. Nutrispi (2021). Consulta: 13 de mayo de 2021. Disponibilidad y acceso: <https://www.nutrispi.com/>
57. Carvajal-de Pabón, L. M., Turbay, S., Álvarez, L. M., Rodríguez, A., Álvarez, J. M., Bonilla, K., ... & Parra, M. (2014). Relación entre los usos populares de la granadilla (*passiflora ligularis juss*) y su composición fitoquímica. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 12(2), 185-196.
58. Bedoya, L. O., & Vega, N. W. O. (2017). Evaluación de factores que afectan la bioacidulación de roca fosfórica bajo condiciones in vitro. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 19(1), 53-62.
59. Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (2021). Tablero regional: Huila. Consulta: 13 de agosto de 2021. Disponibilidad y acceso: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNGI4MjE5ZTQtNzA2My00Zjk4LThlYTYtNmViNDcyOWY0MzA2IiwidCI6IjYxNDQ2YmIzLTU0ZTA0NDhkYy05Yjc5LTgwNDk5ZmE2NjhhYyIsImMiOjR9&pageName=ReportSection>
60. Consejo privado de competitividad (2021). Índice Departamental de Competitividad. Consulta: 13 de agosto de 2021. Disponibilidad y acceso: <https://compite.com.co/indice-departamental-de-competitividad/>
61. Bioplastics & Biopolymers Market by Type (Non-Biodegradable/Bio-Based, Biodegradable), End-Use Industry (Packaging, Consumer Goods, Automotive & Transportation, Textiles, Agriculture & Horticulture), Region - Global Forecast to 2026 <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/biopolymers-bioplastics-market-88795240.html>
62. Functional Food Ingredients Market by Type (Probiotics, Prebiotics, Proteins & Amino Acids, Phytochemicals & Plant Extracts, Omega-3 Fatty Acids, Carotenoids, and Fibers & Specialty Carbohydrates), Source, Application, and Region - Global Forecast to 2026 <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/functional-food-ingredients-market-9242020.html>
63. Harrison, R. G., Todd, P., Rudge, S. R., & Petrides, D. P. (2015). *Bioseparations science and engineering*. Oxford University Press, USA.
64. Tejada, A., Montesinos, R. M., & Guzmán, R. (1995). *Bioseparaciones* (No. 660 T4).
65. Wankat, P. C., & Pozo, V. G. (2008). *Ingeniería de procesos de separación* (No. Sirsi i9789702612810). Pearson Educación.
66. Ghosh, R. (2006). *Principles of bioseparations engineering*. World Scientific Publishing Company.
67. Najafpour, G. (2015). *Biochemical engineering and biotechnology*. Elsevier.
68. Doran, P. M. (2013). *Bioprocess engineering principles*. Elsevier.