

**Sistema bioprospección, biopiratería, bionegocios: perspectiva ecológica frente  
a las prácticas biotecnológicas en el departamento de Caldas**

*Informe final de tesis para obtener el título de Magister en Ecología Humana y Saberes  
Ambientales*

**Autora**

**Ximena Sepúlveda García**

**Licenciada en Biología y Química, Universidad de Caldas**

**[ximenasegar@gmail.com](mailto:ximenasegar@gmail.com)**

Directora de tesis

Natalia Agudelo Sepúlveda

Profesional en Filosofía y Letras, Universidad de Caldas.

Magistra en estudios latinoamericanos, Universidad Javeriana.

[natalia.agudelo@ucaldas.edu.co](mailto:natalia.agudelo@ucaldas.edu.co)

Universidad de Caldas

Facultad de Ciencias para la Salud

Maestría en Ecología Humana y Saberes Ambientales

Manizales, Colombia, 2022

## Contenido

Resumen .....	3
Introducción.....	4
CAPÍTULO 1 .....	7
Apuntes sobre el departamento de Caldas: café y biodiversidad .....	7
1.1 Datos generales .....	8
1.2 El papel del cultivo de café en la estructuración de la economía del departamento .....	10
1.3 Problemas socioambientales derivados del cultivo de café.....	12
1.4 La biodiversidad del departamento .....	15
1.5 Hecatombe de biodiversidad .....	41
CAPÍTULO 2 .....	44
Sistema bioprospección-biopiratería-bionegocios: contexto y discusión.....	44
2.1 Algunas pautas iniciales de análisis .....	45
2.2 Biotecnología y biodiversidad.....	48
2.3 Bioprospección y biopiratería.....	51
2.4 Contexto internacional.....	54
2.5 Contexto nacional.....	56
2.6 Contexto local.....	62
2.7 Otras consideraciones.....	71

CAPÍTULO 3 .....	78
Cultivos transgénicos y de aguacate Hass: conflictos socioambientales en Caldas .....	78
3.1 Transgénicos. Connotaciones en el ambiente, en el campo y en los consumidores .....	78
3.2 El cultivo y el comercio de aguacate Hass en Colombia y en el departamento de Caldas. Una problemática ambiental y social.....	96
CAPÍTULO 4 .....	105
Conclusiones y recomendaciones.....	105
Bibliografía.....	108
Bibliografía citada .....	108
Bibliografía consultada.....	116

## Resumen

Desde una perspectiva ecológica y basada en la existencia de una Crisis Ecológica Civilizatoria y Capitalista, la presente tesis propone analizar las repercusiones derivadas de la manipulación y comercialización de la biodiversidad en el departamento de Caldas. Para tal fin, se contextualiza y se discute al respecto del *sistema bioprospección-biopiratería-bionegocios* (b-b-b), por medio de la exploración e implicaciones de cada uno de los conceptos, así como el análisis del establecimiento de empresas, instituciones, centros de investigación, laboratorios y bionegocios en el territorio caldense.

A través de una revisión documental, se recorren los contextos internacionales, nacionales y locales respecto a los lineamientos y a las repercusiones de las prácticas biotecnológicas a partir de la consolidación de empresas, instituciones, centros de investigación, laboratorios y bionegocios cuya materia prima es la manipulación de la diversidad biológica.

El análisis y la discusión se amplían mediante datos y reflexiones que evidencian la afectación de los índices de biodiversidad en el país y en la región cafetera a la cual pertenece el departamento, así como la utilización de los productos transgénicos en el territorio y el aguacate Hass como producto de exportación. Paralelo a esto, se establece un análisis del punto de vista de las comunidades afectadas por estos procesos de explotación de la naturaleza. Estos elementos son cruciales para una comprensión ampliada de las dinámicas ecológico-políticas ligadas a los factores constitutivos de la Crisis Ecológica actual.

Se plantean varias conclusiones y recomendaciones que profundizan en la exigencia de una reglamentación más estricta frente a la explotación de la biodiversidad; además del respeto y admiración hacia las comunidades que, gracias a sus conocimientos y prácticas ancestrales y tradicionales, fomentan acciones a favor del cuidado y conservación de la naturaleza.

## Introducción

En el año 2017 tuve mi primer acercamiento como orientadora en uno de los laboratorios/ambientes de biotecnología de la Tecnoacademia Manizales<sup>1</sup>. Las instalaciones, todos los equipos y los materiales de laboratorio llamaron mi atención debido a que muchos de ellos no se encuentran en las Universidades de la ciudad. Al momento de empezar a revisar los cursos habilitados para orientar la formación a los jóvenes, me llevé la gran sorpresa de que muchos de ellos planteaban y promovían las prácticas relacionadas con técnicas de bioprospección y manipulación de los seres vivos con el fin de obtener un bien o un producto. El procedimiento para tal fin atentaba contra mi ética particular y profesional.

Desde aquel entonces me surgieron diversos cuestionamientos, los cuales comparto con mis aprendices durante su proceso de formación. Preguntas como: ¿quiénes somos como para apropiarnos de todo lo que existe en el planeta?, ¿por qué atentamos contra los ciclos de vida de los otros seres?, ¿cuándo los laboratorios y las empresas privadas van a saciar su sed de poder?, ¿de qué forma se le retribuye a la naturaleza tanto daño causado?

Dichos interrogantes adquirieron más fuerza un año después, al momento de ejecutar dos proyectos de investigación en la misma entidad, relacionados con el aprovechamiento de los residuos del sector agroindustrial en Manizales y Risaralda (Caldas), específicamente con los de la naranja valencia y con los del plátano, respectivamente. La suma de estos interrogantes, el continuo trabajo en el laboratorio de biotecnología, la revisión documental y el acercamiento a industrias de dicho sector, me guiaron hacia esta investigación, en cuyo desarrollo pretendo abordar la estrecha y pretendidamente oculta relación existente entre la biotecnología y la bioprospección, la cual ha dado pie al establecimiento de la biopiratería y los bionegocios en las zonas más biodiversas de Colombia, incluyendo el departamento de Caldas.

---

<sup>1</sup> Programa del Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, orientado a los jóvenes de las Instituciones Educativas, que promueve el aprendizaje en ciencia, tecnología e innovación.

La biotecnología es la nueva tecnología del siglo XXI. Desde el descubrimiento de la estructura del ADN hasta la clonación de los seres vivos, la biotecnología aplica técnicas y procedimientos que dejan mucho por reflexionar. Debido a que dichas prácticas dejan de lado el contexto social, cultural y ambiental, la presente tesis tiene como finalidad identificar, detectar, describir, analizar y estudiar las repercusiones producto de la bioprospección, la biopiratería y los bionegocios en el departamento de Caldas, es decir, las repercusiones derivadas de la exploración, explotación, manipulación y comercialización de la biodiversidad en el departamento. Para esto se realiza una investigación de carácter cualitativo con un enfoque de revisión documental. Como técnica documental se establece:

1. Identificación del objeto de estudio: en este caso, el contexto biotecnológico y las repercusiones de sus prácticas en la región.
2. Recopilación de la información por medio de artículos científicos; publicaciones en portales web; revistas científicas; lineamientos establecidos por los gobiernos; testimonios y entrevistas publicadas en los portales web de los diarios más relevantes del país y del departamento, de las personas pertenecientes a las comunidades afectadas por las prácticas biotecnológicas y, por ende, por la manipulación de la naturaleza; revisión de fuentes de prensa; boletines e informes de muestreo; fuentes de archivo (bibliotecas, bases de datos públicas); documentos institucionales; fuentes estadísticas y de población (DANE); documentos o publicaciones de movimientos sociales, ONG y organizaciones de la sociedad civil.

Los testimonios relacionados en la tesis se encuentran disponibles a toda la comunidad en general, en los sitios web y las publicaciones de las revistas, fuentes de prensa y portales de los movimientos sociales y ambientales seleccionados para tal fin.

3. Consolidación y organización de la información.
4. Discusión de la información recolectada, es decir, abordaje de las repercusiones de las prácticas biotecnológicas en el país y en el departamento de Caldas.
5. Análisis de la información recolectada. Proyección de la perspectiva ecológica y de mi postura como futura ecóloga. Conclusiones y recomendaciones de la aplicación de la biotecnología en la sociedad actual.

¿Cuáles son, entonces, las repercusiones de los bionegocios en el departamento de Caldas?, ¿cuáles son las instituciones involucradas?, ¿en qué consisten los convenios/bionegocios establecidos?, ¿cuáles son esos bionegocios?, ¿quiénes autorizan su ejecución?, ¿cuáles especies de seres vivos son utilizados para dichos fines?, ¿cuáles zonas naturales son intervenidas y explotadas?, ¿con qué otros laboratorios, instituciones o empresas se tiene convenio?, ¿qué sucede con las comunidades propias de esas regiones del departamento?

Para resolver estos interrogantes y aquellos cuestionamientos que me han inquietado desde el año 2017, o para tener un acercamiento significativo a las diferentes alternativas de respuesta, el enfoque de esta reflexión se instala en la consideración de que el valor inherente de la vida es atribuible a todo organismo viviente y, también, que la naturaleza -a través de sus procesos y sus ciclos- busca propiciar la vida, pero no solo la de la especie humana. Mediante esta perspectiva es posible adquirir un compromiso ecológico con el planeta, y de esta manera concebir a la naturaleza como un todo, del cual el ser humano hace parte.

La presente indagación radica en un recorrido por una serie de cuatro capítulos, a partir de los cuales se reflexiona sobre el departamento de Caldas como departamento perteneciente al *Eje Cafetero* y sobre los aspectos que lo consolidan como uno de los más biodiversos del país. Además, se realiza el análisis de los problemas socioambientales asociados al cultivo de dicho grano. Posterior a esto, se presenta la discusión respecto al que denomino el *sistema bioprospección-biopiratería-bionegocios*, desde el análisis de los tres conceptos, la relación intrínseca entre ellos y cómo se ven reflejados en el departamento. Dicho análisis se complementa con la contextualización que se realiza a nivel internacional, nacional y local del sistema b-b-b, además de una serie de consideraciones que permiten una mejor comprensión de su aplicación en Caldas. Posteriormente, el análisis se amplía a la revisión de dos temas importantes relacionados con la problemática previamente revisada: *los cultivos transgénicos y de aguacate Hass*, debido al impacto socioambiental que han venido implicando y sin los cuales difícilmente se podría caracterizar el departamento de Caldas. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones.

# CAPÍTULO 1

## Apuntes sobre el departamento de Caldas: café y biodiversidad

*“Florecerá más la cultura si vuelve a abrazarse a la naturaleza”  
Joaquín Araujo*

*“¿Se acuerda usted de la conferencia de la ONU de junio de 1972 en Estocolmo?  
Tenemos una sola Tierra. Estaban allí los representantes de 132 naciones.  
Todos hablaron de una política conjunta. Cada uno dijo su frase y se marchó. Esta  
sensación de impotencia es espantosa”.  
Sicco Mansholt*

El presente capítulo trata dos escenarios constitutivos y una base común. El primer escenario describe la consolidación de Caldas como departamento cafetero de Colombia, la estructuración de su economía en torno al cultivo del grano y los problemas socioambientales asociados al mismo. El segundo escenario presenta las cifras de diversidad biológica de Colombia como país megadiverso (incluidas las particularidades del territorio caldense), así como las condiciones que ubican al país dentro de los cinco más megadiversos del planeta. Todos estos aspectos contemplan, como base analítica, la Crisis Ecológica Civilizatoria y Capitalista<sup>2</sup>. Estos escenarios y esta base común y brindarán las bases para la comprensión de las temáticas abordadas en los capítulos posteriores.

---

<sup>2</sup> Me permito esta cita en extenso por su exactitud: “Confrontamos, como humanidad, una profunda crisis civilizatoria. La crisis terminal del patrón civilizatorio prometeico de la modernidad colonial. Se trata de una crisis multiforme, multidimensional, de un patrón civilizatorio que en términos sintéticos puede ser caracterizado como antropocéntrico, patriarcal, colonial, clasista, racista y cuyos patrones hegemónicos de conocimiento, su ciencia y su tecnología, lejos de ofrecer respuestas de salida a esta crisis civilizatoria, contribuyen a profundizarla. Estas diversas dimensiones del patrón civilizatorio hegemónico no son de modo alguno independientes una de otra. Por el contrario, se retroalimentan y refuerzan entre sí. Los dogmas antropocéntricos y patriarcales del progreso y del desarrollo, las fantasías de la posibilidad de un crecimiento sin fin en un planeta limitado, están socavando aceleradamente las condiciones que hacen posible la reproducción de la vida en el planeta Tierra. Este patrón de desarrollo y progreso ha encontrado su límite. A pesar de que una elevada proporción de la población no tiene acceso a las condiciones básicas de la vida (alimentación, agua potable, vivienda, etc.) la humanidad en su conjunto ya ha sobrepasado los límites de la capacidad de carga de la Tierra. Sin un freno a corto plazo de este patrón de crecimiento desbordado y una reorientación hacia el decrecimiento, la armonía con el resto de la vida y sin una radical redistribución del acceso a los bienes comunes del planeta, no está garantizada la continuidad de la vida humana a mediano plazo.

## 1.1 Datos generales

El departamento de Caldas está situado en el centro occidente de la región andina<sup>3</sup>. Limita por el Norte con el departamento de Antioquia, por el Este con el departamento de Cundinamarca, por el Sur con los departamentos del Tolima y Risaralda, y por el Oeste con el departamento de Risaralda.

El departamento está dividido en 27 municipios y 22 corregimientos<sup>4</sup>. Cuenta con una superficie de 7.888 km<sup>2</sup> lo que representa el 0.69 % del territorio nacional, 998.255 habitantes (DANE, 2018), una densidad de 125.25 Hab/Km<sup>2</sup> y su capital es Manizales con 434.403 habitantes (DANE, 2018).

---

Cada una de las principales dimensiones de esta crisis ha sido profundizada durante las últimas décadas por la globalización neoliberal. Durante estas décadas han avanzado a pasos agigantados los procesos de mercantilización, apropiación y sometimiento tanto de las dinámicas naturales de reproducción de la vida, como de las prácticas culturales y modos de conocer de los diferentes pueblos del mundo para someterlos a las exigencias de la acumulación del capital. La civilización de dominio científico-tecnológico sobre la llamada “naturaleza”, que identifica el bienestar humano con la acumulación de objetos materiales y con el crecimiento económico sin fin —cuya máxima expresión histórica es el capitalismo— tiene el tiempo contado. La incorporación de nuevos territorios para la explotación, la apropiación del conocimiento de otros, así como la manipulación de los códigos de la vida (biotecnología) y de la materia (nanotecnología), aceleran la aproximación a los límites en un planeta finito. En un momento histórico en que los patrones civilizatorios hegemónicos demuestran su inviabilidad, en que la monocultura de la modernidad colonial se aproxima a su límite, la humanidad precisa con urgencia de la diversidad y multiplicidad de culturas, formas de conocer, pensar y vivir, como fuentes de alternativas para responder a esta crisis civilizatoria. Sin embargo, esos otros, como es el caso de los pueblos y culturas indígenas y campesinas de todo el planeta, están siendo amenazados/devastados por el avance inexorable de la lógica de mercantilización de todas las dimensiones de la vida y los procesos de acumulación por desposesión. El capitalismo, en su escala actual, con su inevitable lógica expansiva de devastación, es incompatible con la preservación de la vida tal como la conocemos. Esto convierte en un asunto de vida o muerte la necesidad de poner freno a esta desbocada maquinaria” (Edgardo Lander. Crisis civilizatoria: experiencias de los gobiernos progresistas y debates en la izquierda latinoamericana, 2020, p.10).

<sup>3</sup> Comprende las tres cadenas montañosas paralelas pertenecientes a la cordillera de Los Andes que atraviesan, de sur a norte, el centro y el occidente del territorio colombiano. Aquí se concentra la mayor parte de las grandes ciudades del país y, por lo tanto, la inmensa mayoría de la población (Colombiamania, 2017).

<sup>4</sup> Información del departamento de Caldas. Gobernación de Caldas.

## MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS



Figura1. Departamento de Caldas. Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE. (2012)

Orlando Jaramillo Gómez, en el texto *La formación socioeconómica de Caldas y sus características políticas* (2009), describe geográfica y demográficamente el departamento de la siguiente manera:

Caldas se ubica en el corazón de la principal zona cafetera del país, que se extiende desde el suroeste de Antioquia hasta el norte del Valle, por las altitudes medias de ambos flancos de la Cordillera Central y el flanco occidental de la Cordillera Occidental, en el centro del occidente del país. Su poblamiento actual es relativamente reciente, sólo en el occidente de Caldas (Riosucio, Supía, Anserma) y de Risaralda (Quinchía, Guática y Pueblo Rico) se conservan grupos de ascendencia precolombina, las demás poblaciones son resultado de la expansión antioqueña de mediados del siglo XIX. Estos asentamientos fueron producto de la vocación agrícola de sus nuevos pobladores y de la bondad de sus suelos, laborados por una mano de obra familiar. Administrativamente, este territorio perteneció a los estados de Antioquia y Cauca de los cuales fue desagregado (1905) para conformar lo que hoy se denomina “Viejo” Caldas por la separación posterior (en 1960) de Quindío y Risaralda (Jaramillo, 2009, p. 4).

## 1.2 El papel del cultivo de café en la estructuración de la economía del departamento

La economía del departamento es diversa, esto dado en gran medida por la amplitud de ecosistemas y climas que ofrece el territorio caldense. Antonio García Nossa, en su texto *Geografía económica de Caldas* (1937), describe cómo el café<sup>5</sup>, mayor representante de la agricultura en el departamento a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, contribuyó a la conformación de un sistema económico y social en torno al cultivo y a la configuración en la distribución del terreno. El autor explica que, con la llegada del café producto de la colonización antioqueña, se generó un cambio e incremento en la dinámica productiva del grano, hasta el punto de modificar las laderas erosionales de la cordillera andina para su cultivo. Según el autor, el cambio de este modelo económico a uno capitalista y la implementación de infraestructura física moderna, fue el detonante de la concentración política administrativa de Manizales. Dicha concentración ocasionó la disgregación político-administrativa del Viejo Caldas<sup>6</sup>, en tanto que en 1917 Manizales reunía el 76% de la burocracia departamental (García, 1937).

Este cambio de modelo económico se vio influenciado por las guerras civiles y por el control del mercado. Luisa Fernanda Giraldo Zuluaga, en el texto *Modernización e industrialización en el Antiguo Caldas, 1900-1970*, amplía lo anteriormente nombrado:

La política económica de la época del 70 estuvo influenciada por la guerra y el fortalecimiento del control oligopólico<sup>7</sup> del mercado nacional, además por un desarrollo del proteccionismo económico por parte de las fuerzas políticas y de la empresa estado. El centralismo de Bogotá fue atribuido por la industria caldense como uno de los impedimentos para retirar las restricciones a las importaciones solicitadas por dicha industria, la riqueza cafetera era una

---

<sup>5</sup> El café es uno de los productos más consumidos, solamente precedido del agua. Se consume una media de 2.25 billones de tazas de café diariamente en el mundo, por lo que se considera una de las materias primas más comercializadas. El café se cultiva en alrededor de 80 países, de los que el 90 % son países en vía de desarrollo, por lo que su producción tiene una importancia social relevante. Destacan como zonas productoras las áreas tropicales de África, Java, Sumatra, India, Islas del Pacífico, México, Centro y Sur América (Cortés et al., 2020).

<sup>6</sup> El antiguo departamento estaba conformado por Caldas, Quindío y Risaralda y las principales ciudades eran Armenia, Pereira y Manizales.

<sup>7</sup> Un oligopolio es un mercado formado por un número pequeño de vendedores o productores y un gran número de consumidores o demandantes, donde los oferentes tienen un poder de mercado para fijar los precios y las cantidades.

positiva realidad para el país, pero una gran mentira para Caldas (Zuluaga, 2001).

Bajo este contexto, Jaramillo (2009), explica la estructuración de la economía del departamento a partir de diferentes fuentes, así:

A mediados del siglo XIX, se puede hablar de acumulación del capital a partir del comercio, la minería, la especulación con tierras, la ganadería y la agricultura y por las condiciones que crearon las guerras civiles. Caldas, como sitio de tránsito, se vio fortalecida con las guerras de 1860 y 1876, por la demanda de productos agrícolas y ganaderos. Fue este mercado generado por el comercio entre sur y norte, el que transformó a Manizales en centro comercial, se formaron importantes fortunas con un numeroso volumen de mulas y bueyes con el fin de acarrear víveres y otros productos como oro, café, cueros, caucho, sal y cacao (Jaramillo, 2009, p.7).

En cuanto al café y al sector industrial en torno al cultivo y producción del grano, el mismo autor describe cómo fueron las primeras décadas del siglo XX y el impacto en el departamento tras la creación de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, FNCC:

El café no estuvo presente en el periodo económico inicial, sino que su cultivo, en forma empresarial, vino a ser consecuencia del capital acumulado durante esta primera etapa. La estabilización y el desarrollo del comercio del café, del cual Manizales fue el centro nacional, estuvo acompañado por el desarrollo de la banca desde las primeras décadas del siglo XX. La fabricación masiva de café empezó a delinear y significar la razón de ser caldense, y así los esfuerzos estuvieron orientados a incrementar cada vez más los niveles de producción. La institución Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNCC), creada en 1927, empieza a aglutinar los intereses de todos los envueltos en la producción del grano. Mientras las divisas provenientes del café sustentaron el desarrollo industrial del país, Caldas fue el que menos beneficios obtuvo del proceso de industrialización. Caldas desarrolló una industria marginal y complementaria a la economía cafetera; por lo que no surgió una burguesía industrial autónoma, independiente de la caficultura con capacidad para llevar a cabo proyectos industriales de gran alcance. La industria que se implantó en Caldas se dedicó a la producción de bienes de consumo, alimentos, bebidas, textiles, es decir, a satisfacer una estrecha demanda. Además, las condiciones geográficas de Caldas limitaron la

instalación de industrias por las dificultades de acceso y comunicación y los altos costos de transporte (Jaramillo, 2009, p.7).

Sumado a esto, el hecho de tecnificar las zonas del cultivo y de incluir en el proceso a terceros por parte de la Federación, aisló el conocimiento del campesinado al implementar técnicas impuestas por personal contratado por dicha institución. El texto *El café y la violencia en Samaná Caldas: una aproximación antropológica (1980-2010)* del autor Diego Ochoa Mesa (2018), brinda la siguiente descripción del “progreso” al cual fue sometido dicho municipio del departamento:

El papel fundamental en una transformación es el poder, y como todo poder alguien lo ejerce y a otros se les somete. Ahora bien, para los años de plena bonanza llega la FNCC a Samaná en el año 1975; promoviendo unas técnicas antes no utilizadas por el campesino samaneño a través del comité de cafeteros y estos a su vez a través de la “extensión rural” y “días de campo” en los cuales se llevan a cabo cursos y talleres para que el campesino aprenda una serie de significados y técnicas. Empieza a aparecer en Samaná la figura del técnico, es decir, persona significada como el que sabe, el que tiene más conocimiento sobre el ámbito donde el campesino siempre se ha movido, y el que está legitimado para imponer su conocimiento al resto, conocimiento que no solo está materializado por formas concretas de hacer, sino por significados poderosos, como son la alta productividad, la tecnología como forma de incrementar esta, además de una idea de expansión o desarrollo de los recursos monetarios infinita... pues el ingeniero agrónomo típico de la época pasó a tener como función casi absoluta llevar “el progreso” al campo, o sea, transformar la agricultura tradicional, adoptando los insumos y las técnicas de origen industrial, que no toman en cuenta el desgaste de la tierra tan presente en la forma de interpretar la tierra por parte de la figura del campesino (Ochoa, 2018, p. 90).

### **1.3 Problemas socioambientales derivados del cultivo de café**

Según los datos reportados por los investigadores Nelson Rodríguez Valencia y Diego Antonio Zambrano Franco, del Centro Nacional de Investigaciones de Café, CENICAFÉ, en el proceso de cultivo e industrialización del café:

Se estima que menos del 5% de la biomasa generada se aprovecha en la elaboración de la bebida, el resto queda en forma residual representado en

materiales lignocelulósicos como hojas, ramas y tallos, generados en el proceso de renovación de los cafetales; frutos verdes que se caen durante la recolección o que se retiran de la masa de café recolectado; pulpa o exocarpio del fruto, que representa aproximadamente el 44 % del fruto fresco; y la borra o ripio, que se genera en las fábricas de producción de café soluble y cuando se prepara la bebida a partir del grano tostado y molido, que representa cerca del 10 % del peso del fruto fresco y con un contenido de aceite entre el 10 y 15 % en base seca. Adicionalmente, la pulpa tiene un contenido de azúcares reductores cercano al 17 % en base seca y durante el proceso de beneficio del fruto se genera el mucílago, rico en azúcares reductores, aproximadamente el 64 % en peso seco, el cual representa cerca del 15 % del peso del fruto fresco (Rodríguez y Zambrano, 2010, p. 2).

Al igual que en otras industrias, la transformación del fruto del café genera residuos orgánicos. En este caso, solo se aprovecha el 5% del peso del fruto fresco para la preparación de la infusión, y el 95% restante se consideran subproductos, los cuales tienen diferente composición química. Estos subproductos tienen escaso o nulo aprovechamiento, por lo cual se limita su potencial para la obtención de nutrientes valiosos para la industria (Torres Valenzuela et al., 2019, p.2). En la bibliografía se pueden encontrar cientos de investigaciones alusivas al aprovechamiento de estos residuos agroindustriales.

Según la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, el agua para el correcto lavado del café debe disponerse en cantidad suficiente y limpia. Las malas prácticas de lavado y la baja calidad del agua (sucia) hacen que los granos de buena calidad pasen a convertirse en cafés de calidad inferior -olor a podrido, avinagrado y pergamino manchado (FNCC, 1998). Ambos investigadores plantean:

Para la obtención de una taza de café por beneficio húmedo se requieren 10 etapas: cultivo, cosecha y procesamiento de los frutos, secado, trilla, comercialización, catación, tostado, molienda y preparación de la bebida. Uno de los mayores subproductos en este proceso, específicamente en las etapas de despulpado y lavado, son aguas residuales que en muchas ocasiones son vertidas a ríos u otras aguas superficiales y generan problemas de contaminación de alto impacto ambiental, debido a la carga de contaminantes orgánicos que son nocivos para los afluentes hídricos, la salud humana, la flora y fauna acuática. Estas aguas resultantes se denominan aguas mieles, dado que tienen en su composición diferentes tipos de azúcares,

adicionalmente tienen un pH<sup>8</sup> ácido (4-4,5) y una alta cantidad de materia orgánica (Torres Valenzuela et al., 2019, p.2).

No obstante, los sistemas de beneficio que implementa el productor agrícola en su cultivo son tales que en su mayoría no cuentan con un sistema adecuado de tratamiento de las aguas residuales que resultan de este proceso, estas aguas están causando un impacto ambiental negativo en el ambiente, poniendo en peligro los recursos hídricos, dañando y destruyendo los ecosistemas. Cortes et al. (2020), explican que en la zona cafetera colombiana la erosión hídrica ha sido en gran medida acelerada por varias causales entre ellas: localización inapropiada de los cultivos; suelos totalmente desnudos por el uso generalizado y reiterativo de herbicidas o por efecto de las quemas; laboreo excesivo del suelo y manejo inadecuado de las aguas de esorrentías, entre otros. Además, de acuerdo con Farfán et al. (2007), el uso de agroquímicos afecta directamente la salud de los agricultores y los pobladores rurales, así como la calidad del suelo y del agua. Otros datos reportados hacen referencia a que en la producción de café el consumo de agua varía entre 7,3 a 19,3 por l/kg de café y las aguas residuales tienen una DQO<sup>9</sup> con valores aproximados de 27.400 mg/L (Cortés et al., 2020, p. 10).

Es importante mencionar que en el proceso del cultivo de café no solo se generan impactos ambientales negativos que afectan las fuentes hídricas, los suelos, la biodiversidad y los ecosistemas; estos impactos pueden generar graves alteraciones en el desarrollo de la sociedad (Cortés et al., 2020, p.3). El panorama que engloba el cultivo de café relaciona el afán de la obtención de capital y riqueza por parte de unos pocos. Estudios detallados presentan las drásticas estadísticas de deforestación, modificación y alteración de las condiciones del suelo, a las que se suman las estadísticas que representan los niveles de violencia, despojo y desplazamiento forzado, a los cuales el campesinado ha estado sometido. Esto último, descrito de manera más amplia por parte del autor Diego Ochoa Mesa, en el texto previamente citado.

---

<sup>8</sup> El pH es el Potencial de Hidrógeno. Es una medida para determinar el grado de alcalinidad o acidez de una muestra.

<sup>9</sup> Demanda Química de Oxígeno. Es la cantidad de oxígeno necesaria para descomponer químicamente la materia orgánica. La DQO es el único método utilizado para medir la cantidad de residuos industriales en el agua, siendo un análisis indispensable en plantas de tratamiento de agua y efluentes. Cuanto mayor es la DQO más contaminada está el agua.

Y es la cuestión del progreso y productividad los significados que más empiezan a incentivar un cambio de prácticas, hacia unas basadas en conocimiento científico, o sustentadas en discursos de otros órdenes no desarrollados por los propios campesinos. Obviamente, esta presentación del poder como imposición de estos significados y de prácticas como el abono, el monocultivo y la traza de surcos a la hora de producir café, empiezan a generar resistencias. Y es que el campesino, narran los entrevistados, demasiado viejo para llevar a cabo un cambio tan trascendente, empieza a generar resistencias, alegando que esos técnicos y esa forma en que se presenta el poder, regalaba abono para que la tierra se acostumbre y ya estuvieran en la obligación de anexar esa mercancía al fondo de reemplazo, mermando el dinero en otros fondos, y derivando en un enriquecimiento de aquellos que tenían el monopolio del comercio del abono (Ochoa, 2018, p. 91).

Son claras, entonces, las intenciones por parte de la Federación de incentivar la participación de ingenieros agrónomos, que llegaron a cambiar el modelo de cultivo tradicional de los campesinos por un modelo tecnificado e intensivo.

Llamamos a esta etapa convencional muy en el sentido del cambio de un modo de vida campesino a uno agrarista-productivista, también en el sentido encontrado en la bibliografía como etapa que “corresponde a la implementación de la tecnología en la siembra intensiva de café, que es el producto de fuertes campañas por parte de la FNCC y del estado nacional, en el proceso de introducción de la caficultura colombiana en las dinámicas de producción propuestas por la revolución verde” (Urán Carmona et al., 2013, p. 50).

#### **1.4 La biodiversidad del departamento**

Colombia hace parte del grupo de países megadiversos del planeta. Este grupo, conformado actualmente por 17 países<sup>10</sup>, alberga alrededor del 70% de la biodiversidad mundial.

---

<sup>10</sup> El Centro de Monitoreo de la Conservación del Ambiente, un organismo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, ha identificado 17 países megadiversos, que son: Brasil, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Perú, Venezuela, China, Filipinas, India, Indonesia, Malasia, Kenia, Madagascar, República Democrática del Congo y Sudáfrica.



Figura 2. Diversidad y tipos de diversidad. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID, ProColombia. (2021)

De acuerdo con el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia, SIB, para el 31 de diciembre de 2021, de dicho porcentaje, Colombia registra el 10% de biodiversidad con, aproximadamente, 67.000 especies, lo que significa que por cada 10 especies que existen en el planeta, una habita en el país. Esta cantidad le ha permitido ubicarse como el primer país con especies registradas de aves, mariposas y orquídeas; segundo país en plantas, anfibios, palmas, reptiles y peces dulceacuícolas y quinto país con la mayor cantidad de especies registradas de mamíferos (SIB, 2022).

Ahora, ¿qué hace a Colombia un país megadiverso?: su posición geográfica, los procesos geológicos y el clima, son unos de los principales aspectos que ubican actualmente al país en el tercer puesto.

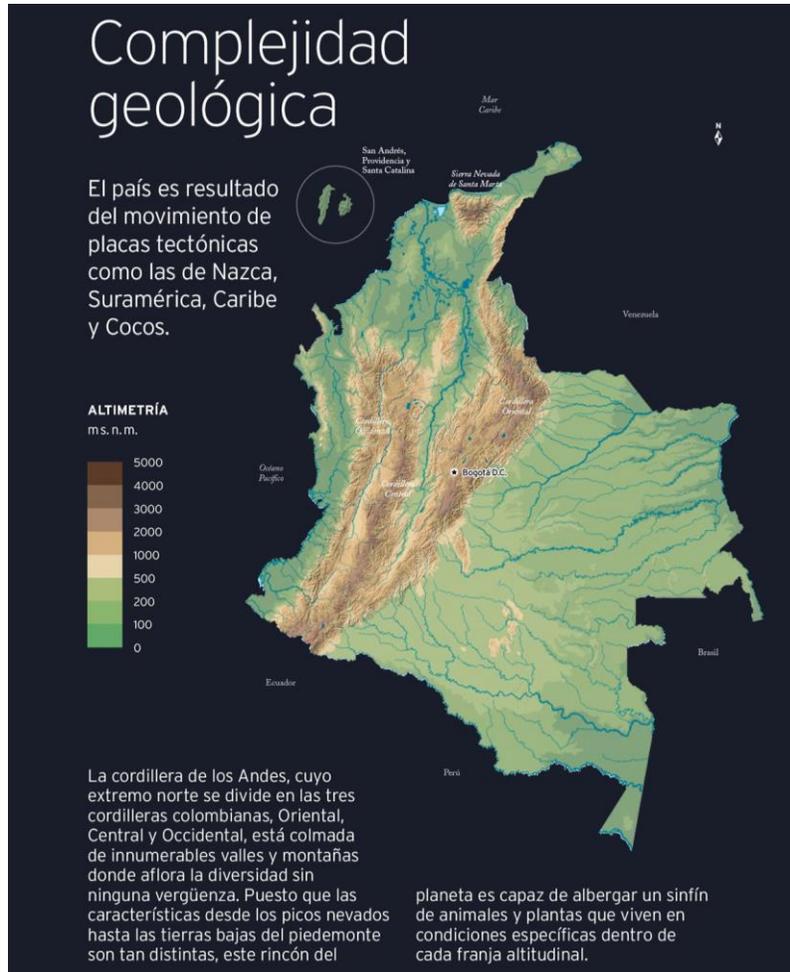
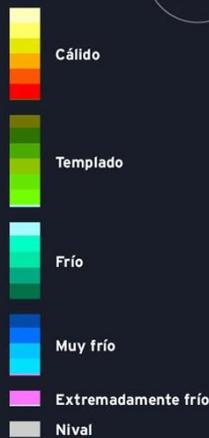


Figura 3. Complejidad geológica. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID, ProColombia. (2021)

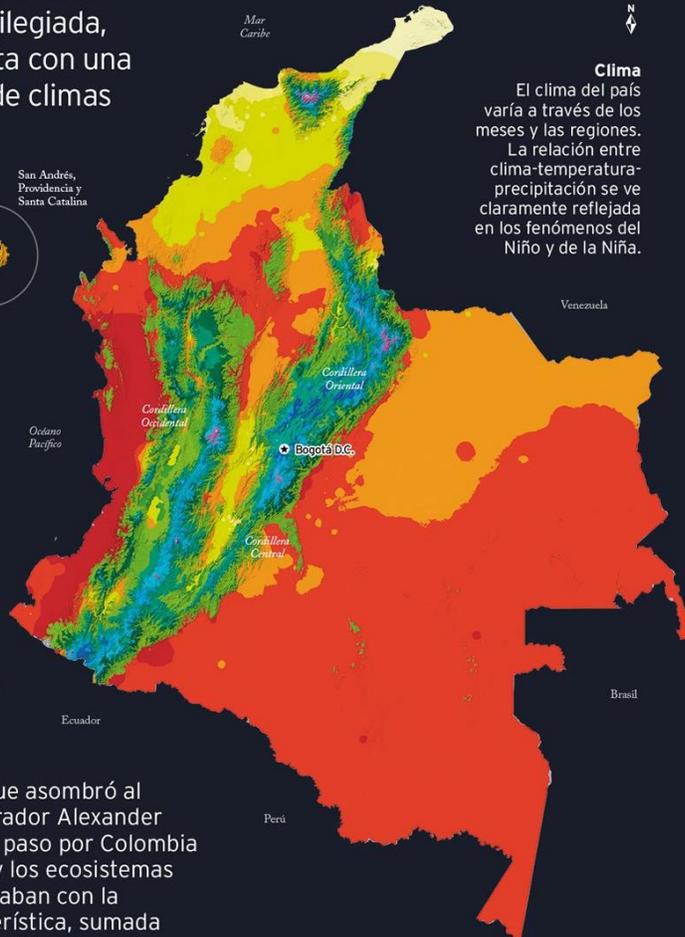
# Privilegio climático

Gracias a su ubicación geográfica privilegiada, Colombia cuenta con una gran variedad de climas y ecosistemas.

Clima en el territorio nacional



San Andrés, Providencia y Santa Catalina



**Clima**  
El clima del país varía a través de los meses y las regiones. La relación entre clima-temperatura-precipitación se ve claramente reflejada en los fenómenos del Niño y de la Niña.

Una de las cosas que asombró al naturalista y explorador Alexander von Humboldt a su paso por Colombia fue cómo el clima y los ecosistemas de los trópicos variaban con la altura. Esta característica, sumada a la ubicación geográfica del país, favorece condiciones ambientales que promueven la abundancia de especies. Así, a medida que se asciende o desciende en altura, incluso si son pocos metros, se descubren hábitats

totalmente distintos, nichos que han sido colonizados a través de los siglos por una diversa explosión de vida animal y vegetal.

Figura 4. Privilegio climático. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID, ProColombia. (2021)



Figura 5. Un viaje altitudinal. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID, ProColombia. (2021)

En enero de 2021, la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y ProColombia, en conjunto con el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Wildlife Conservation Society Colombia (WCS), el Instituto Alexander von Humboldt y Punto Aparte Editores, presentaron el primer manual ilustrado para guías de turismo de naturaleza en Colombia, titulado *Contemplan, Comprender, Conservar*. En palabras de la presidenta de ProColombia, Flavia Santoro Trujillo:

Somos el destino líder en diversidad de aves y orquídeas; el segundo en diversidad de plantas, anfibios, peces y mariposas; el tercero en diversidad de reptiles y palmas; el cuarto en mayor diversidad de mamíferos; y nos encontramos entre los 15 países del mundo con mayor área de cobertura vegetal. Somos, también, el único país de Suramérica con acceso a dos océanos. Contamos con 1.327 áreas protegidas, que equivalen a más del 15% del territorio nacional. Por supuesto que disfrutar de todas estas maravillas implica asumir responsabilidades y poner en marcha políticas en favor de la sostenibilidad y la conservación (USAID y Procolombia, 2021, p. 7).

# Diversidad única

## **AVES**



# 1954

especies registradas en Colombia

El gran mosaico de climas y pisos térmicos de Colombia lo convierten en un país de enorme riqueza en aves. Contamos con casi 2 mil especies que

habitan todo nuestro territorio, de las cuales 82 son endémicas. Así mismo, tenemos 158 especies migratorias, las cuales pasan más del 50% de sus vidas en nuestros territorios. Adicionalmente, somos el país con mayor diversidad de colibríes, con 165 especies, que representan aproximadamente el 40% de la diversidad de colibríes del mundo.

Figura 6. Diversidad única aves. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID, ProColombia. (2021)

# Diversidad única

## ORQUÍDEAS



# 4270

especies de orquídeas registradas en Colombia

Nuestro país es uno de los más ricos del mundo en diversidad de plantas. Además de que cuenta con más de 26 232 especies registradas, Colombia

ocupa el primer puesto en diversidad de orquídeas, con 4270 distribuidas en 274 géneros. En nuestro país tenemos al menos 1572 especies endémicas de estas plantas. Tal cantidad de especies se debe a la variedad de ecosistemas y pisos térmicos que existen en nuestro territorio, lo cual genera una cantidad de hábitats favorables para su crecimiento.

Figura 7. Diversidad única orquídeas. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID, ProColombia. (2021)

# Diversidad única

## MARIPOSAS



# 4059

especies de mariposas registradas en Colombia

En Colombia las mariposas vuelan a lo largo de sus inexploradas selvas, montañas andinas y ciudades: contamos con más de 4 mil especies,

al menos 350 únicas en nuestro país. Dentro de este grupo encontramos desde las grandes e iridiscentes mariposas morfo y los transparentes fantasmas sonrojados del interior del bosque, hasta las nocturnas polillas y chapolas. Tan enorme diversidad es producto de la complejidad topográfica y la privilegiada posición del país sobre el ecuador.

Figura 8. Diversidad única mariposas. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID, ProColombia. (2021)

# Diversidad única

## **ANFIBIOS**



# 850

especies de anfibios registradas en Colombia

Colombia es un país de sapos y ranas, pero estos no son los únicos anfibios, pues adicionalmente tenemos salamandras y cecilias, también

conocidas como ciegas. De hecho, somos el segundo país con mayor diversidad de estos organismos después de Brasil: contamos con 850 especies, 44% de las cuales solo se encuentran en nuestro territorio y en ningún otro. En total, tenemos 27 especies de salamandras, 33 de cecilias y 790 de ranas.

Figura 9. Diversidad única anfibios. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID, ProColombia. (2021)

# Diversidad única

## REPTILES



# 743

especies de reptiles  
registradas en Colombia

Colombia ocupa el tercer lugar en biodiversidad de lagartos, tortugas, caimanes y culebras. Tal diversidad incluye más de 300 especies de serpientes, 250 de lagartos y lagartijas, 6 de cocodrilos y 35 de tortugas. Entre

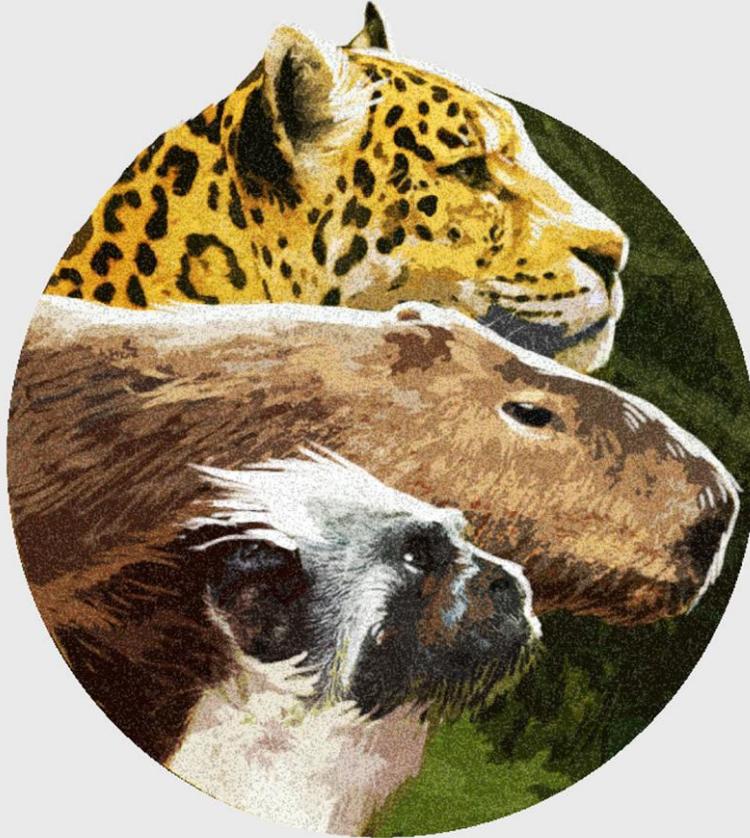
estas últimas encontramos tortugas terrestres, dulceacuícolas y marinas; de hecho, a las costas de Colombia llegan 6 de las 7 especies de tortugas marinas que existen en el mundo y algunas de ellas usan nuestras playas para desovar. Del mismo modo, Colombia cuenta con un género de lagartos completamente endémico llamado *Magdalenasaura*, que debe su nombre a que fue descubierto en la zona del valle del río Magdalena.

Figura 10. Diversidad única reptiles. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID, ProColombia. (2021)



# Diversidad única

## MAMÍFEROS



# 524

especies de mamíferos registradas en Colombia

Colombia es el sexto país en diversidad de mamíferos. Estos ocupan desde las selvas y montañas hasta los mares y los ríos de nuestro territorio. Tal diversidad está conformada por 44 familias

de mamíferos, al tiempo que la mayor riqueza de especies se refleja en nuestras 209 especies de murciélagos y 132 especies de roedores. El país también posee una alta diversidad de marsupiales, con aproximadamente 38 especies, de carnívoros, con 31, y de ballenas y delfines, con 30. Del total de especies de mamíferos que habitan el territorio colombiano 57 son endémicas: 30 de roedores, 9 de primates, 8 de murciélagos, 5 de chuchas y 5 de musarañas.

Figura 12. Diversidad única mamíferos. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID, ProColombia. (2021)

De esta manera es que Colombia, país megadiverso, se ha configurado como un país ecoturístico, Santoro explica:

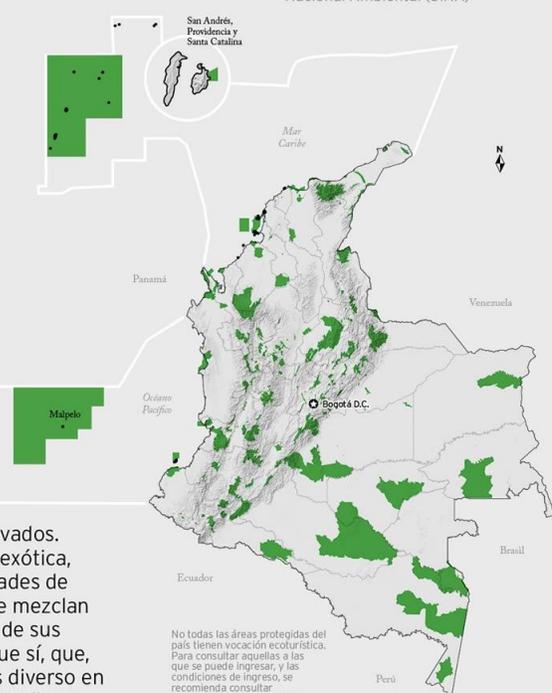
Desde ProColombia estamos acompañando al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo en la implementación de la Política de Turismo Sostenible. Por otro lado, Colombia se convirtió en uno de los primeros países del mundo en unirse a la Coalición para el Futuro del Turismo, creada por organizaciones internacionales como Green Destinations, Tourism Cares y The Travel Foundation, entre otras (USAID y Procolombia, 2021, p. 7).

# Un país ecoturístico

La belleza natural de Colombia es una herramienta útil para fortalecer su economía y favorecer el cuidado del medio ambiente.

Colombia es uno de los destinos más visitados para hacer ecoturismo, pues cuenta con **59** áreas protegidas.

Áreas protegidas en Colombia enmarcadas dentro del Sistema Nacional Ambiental (SINA)



**Ecoturismo**  
Colombia es un país para admirar no solo por la belleza de sus paisajes, sino por la posibilidad de avistar diversidad de aves, como el imponente cóndor andino, o de contemplar a los míticos jaguares.

Mares, selvas, desiertos, nevados. Geología alucinante, fauna exótica, sonidos mágicos. Las bondades de la naturaleza colombiana se mezclan con la amabilidad y alegría de sus habitantes para anunciar que sí, que, siendo el segundo país más diverso en especies a nivel mundial y dueño de paisajes de exquisita belleza, Colombia es un sensacional destino ecoturístico. Y es que, bien administrado, el ecoturismo es una alternativa sostenible y responsable que no solo protege el entorno natural, sino que puede ser muy rentable para muchas comunidades locales. Además, esta actividad tiene el potencial de educar a propios y a turistas acerca del valor de los ecosistemas, la diversidad biológica y la conservación.

No todas las áreas protegidas del país tienen vocación ecoturística. Para consultar aquellas a las que se puede ingresar, y las condiciones de ingreso, se recomienda consultar [www.parquesnacionales.gov.co](http://www.parquesnacionales.gov.co).

Figura 13. Un país ecoturístico. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID, ProColombia. (2021)

En cuanto al agua, el líquido es considerado como el tesoro nacional colombiano. Boelens et al. (2006), agregan:

Según las tradiciones antiguas transmitidas en muchas de las comunidades contemporáneas, el agua en su origen proviene de Wirakocha, dios creador del universo, que fecunda la Pachamama (madre tierra) y permite la reproducción de la vida. Es, por tanto, una divinidad que está presente en los lagos, lagunas, mares, ríos y todas las fuentes de agua (Boelens et al., 2006, p.41)



## Hija del agua

El tesoro natural colombiano está sellado por la inigualable riqueza hídrica con la que cuenta la nación.

Más del **70%** de la energía eléctrica de la nación es originada en cuerpos hídricos.

Colombia tiene más de **30 ríos** que abastecen las principales ciudades del país.

Colombia es una criatura del agua. El país no solo tiene costas en dos océanos, sino que está bañado por innumerables telarañas de ríos y cascadas, y refrescado por cuantiosos lagos y lagunas. El agua corre por entre sus bellos paisajes de forma permanente y semipermanente, y por eso se dice que este es un país anfibio.

Esta convivencia entre agua y tierra les ha otorgado su identidad a varias regiones y ha sido un componente clave para muchos pueblos de Colombia. En ese sentido, la riqueza hídrica ha tomado un protagonismo fundamental no solo para la diversidad natural, sino también cultural de la nación.

Figura 14. Hija del agua. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID, ProColombia. (2021)

Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Colombia cuenta con masas de hielo que coronan lo más alto de las montañas más elevadas del territorio y representa: el 0.17% de los glaciares Andinos, el 2% de los glaciares Tropicales Andinos y el 36% de los glaciares Ecuatoriales (IDEAM, 2012, p. 44).

Nuestros glaciares actuales se ubican sobre las montañas más altas, aquellas que tienen picos y extensiones considerables por encima de 4.830 msnm, que es el actual punto promedio desde el cual se pueden encontrar procesos de acumulación y formación de hielo. En Colombia, solo seis zonas ofrecen estas características. De sur a norte: El Volcán Nevado del Huila, El Volcán Nevado del Tolima, El Volcán Nevado de Santa Isabel, El Volcán Nevado del Ruiz, La Sierra Nevada de El Cocuy y la Sierra Nevada de Santa Marta (IDEAM, 2012, p. 46).

En correspondencia con los vocablos indígenas del país, los seis nevados o glaciares reciben los nombres: *Wila*: Volcán Nevado del Huila (vocablo del pueblo nasa); *Dulima*: Volcán Nevado del Tolima (vocablo quimbaya); *Poleka kasue*: Volcán Nevado Santa Isabel (vocablo quimbaya); *Kumanday*: Volcán Nevado del Ruiz (vocablo quimbaya), *Zizuma*: Sierra Nevada El Cocuy o Güicán (vocablo del pueblo u'wa), *Chundua*: Sierra Nevada de Santa Marta (vocablo de los pueblos arhuaco, wiwa, kankuamo y kogui) (IDEAM, 2019, p. 5).

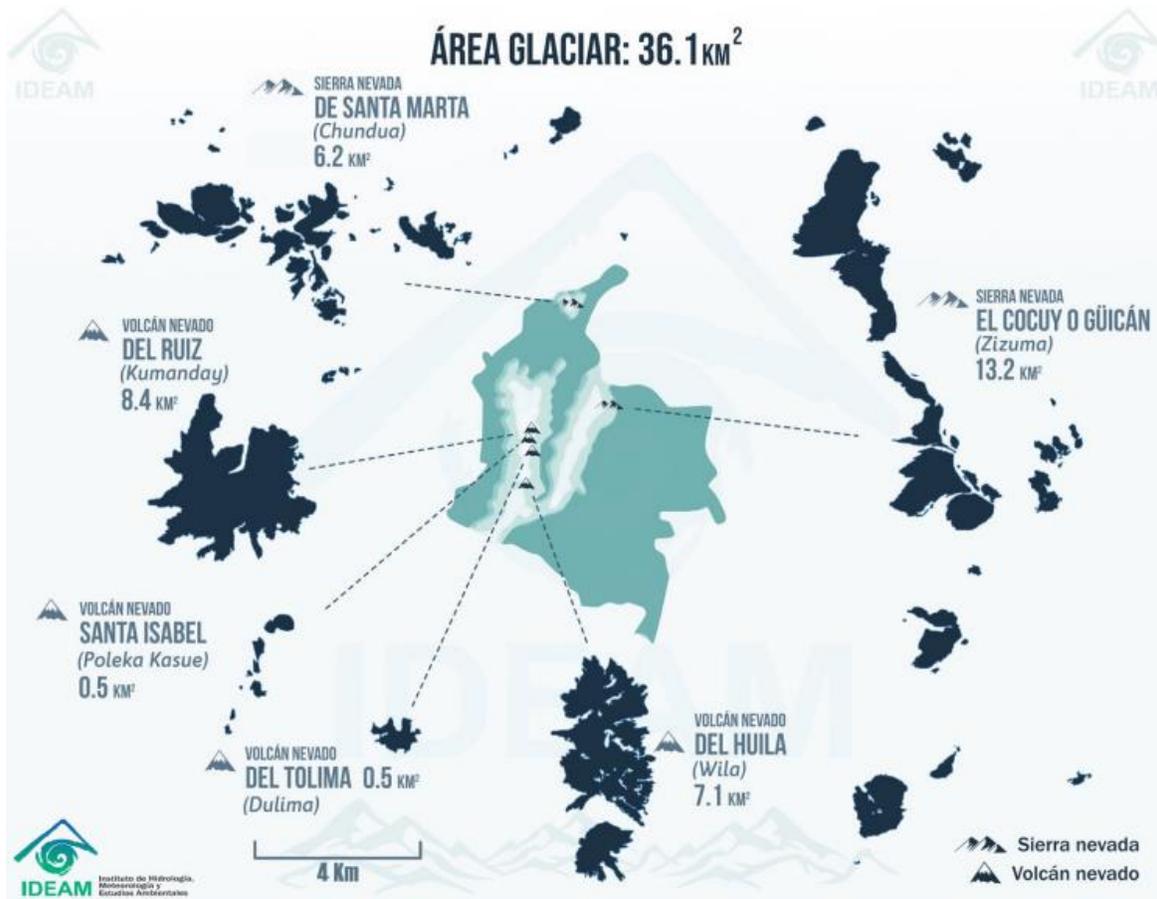


Figura 15. Áreas glaciares de Colombia. IDEAM (2019)

Sumados a estos reportes, se encuentran los presentados por Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNNC), según los cuales, para el 27 de abril de 2022:

Colombia es uno de los países más ricos en diversidad biológica y cultural en el mundo. Actualmente, esa diversidad está representada en 59 áreas naturales protegidas pertenecientes al Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN), que con un total de 17'537.882,97 hectáreas representa el 8.47% de la superficie nacional -marina y terrestre. Dicha extensión de áreas protegidas del SPNN corresponde a un 12.62% del área continental a nivel nacional y un 3.37% del área marina a nivel nacional. La entidad además tiene, a través de la delegación del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la administración de tres (3) áreas protegidas adicionales bajo la categoría de Distritos Nacionales de Manejo Integrado-DNMI, las cuales tienen una extensión total de 3'214.077,68 ha. Así, el total en extensión de áreas protegidas administradas por la entidad PNNC es de: 20'751.960,65 ha (que

corresponden a 59 áreas del SPNNC más 3 DNMI), equivalente al 10.02% de la superficie nacional -marina y terrestre (PNNC, 2022).

El Parque Nacional Natural Los Nevados, es una de estas 59 áreas naturales protegidas, descrita de la siguiente manera:

El Parque Nacional Natural Los Nevados se localiza en el corazón del Eje Cafetero, en el complejo volcánico norte conformado por el volcán Nevado del Ruíz, cráteres La Olleta y La Piraña; el volcán Nevado de Santa Isabel; el volcán Nevado del Tolima, y los Paramillos del Cisne, Santa Rosa y Quindío. El Área Protegida fue creada en 1974 con el fin de contribuir con la conservación de ecosistemas importantes a nivel mundial, como tres de los glaciares que quedan para el país, ecosistemas de súper-paramo, páramo, humedales alto andinos y bosques alto andinos. El Parque es un eje articulador de conectividad biológica en el contexto regional, interactuando con entidades ambientales a nivel regional, departamental y local como son el SIRAP<sup>11</sup> Eje Cafetero, SIDAP<sup>12</sup> Risaralda, SIDAP Quindío, SIDAP Caldas, SIDAP Tolima, SIMAP<sup>13</sup> Murillo, SIMAP Santa Rosa y SIMAP Manizales. Las fuentes hídricas que nacen en el Área Protegida aportan al desarrollo productivo y humano del centro del país. El complejo de humedales del Otún (Laguna del Otún), localizado en el Parque, fue declarado humedal de importancia internacional por la Convención RAMSAR<sup>14</sup>. Conservar la riqueza hídrica y biológica, en armonía con las comunidades asentadas en la zona de influencia y visitantes, nos permite tener una visión de un mejor futuro para todos (PNNC, s.f.).

---

<sup>11</sup> Sistema Regional de Áreas Protegidas

<sup>12</sup> Sistema Departamental de Áreas Protegidas

<sup>13</sup> Sistema Metropolitano de Áreas Protegidas

<sup>14</sup> La Convención Ramsar sobre Humedales de Importancia Internacional, adoptada en 1971 y en vigencia desde 1975, tiene por objetivo promover acciones nacionales y la cooperación internacional para la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos.



Figura 16. Áreas Naturales Protegidas de Colombia. PNNC. (2014)

Además, Colombia por ser uno de los cinco países con mayor diversidad biológica del planeta, suscribe el convenio de Diversidad Biológica a través de la Ley 165 de 1994, a partir de la cual se formula la Política Nacional de Biodiversidad y se adquiere el compromiso de conformar y consolidar el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP).

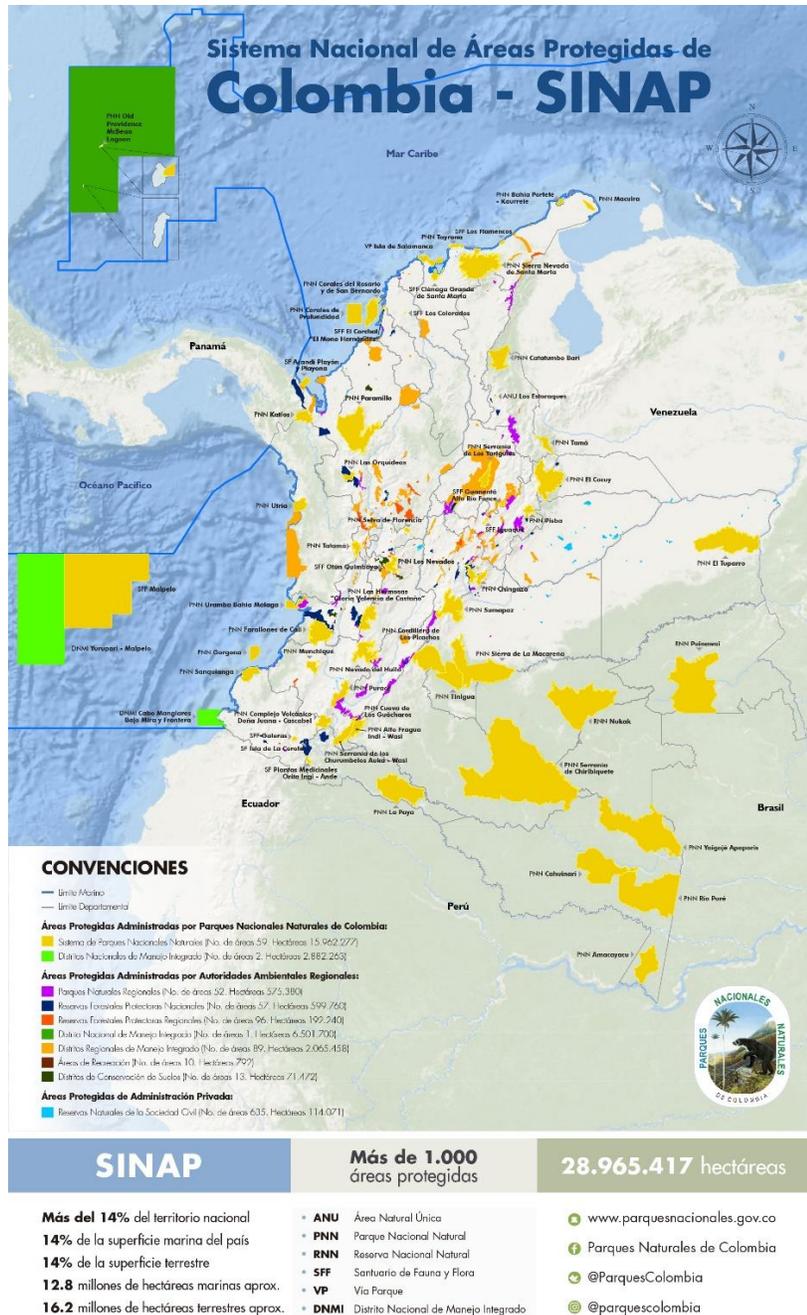


Figura 17. Áreas protegidas de Colombia. Registro Único Nacional de Áreas Protegidas. (2019)

Laura Natalia Garavito Rincón expone en el texto *Los páramos en Colombia, un ecosistema en riesgo* (2015), la importancia de este ecosistema para el proceso de regulación hídrica:

En Colombia, el páramo se localiza en las tres cordilleras y en la Sierra Nevada de Santa Marta, cubriendo un área de 14.434 km<sup>2</sup>, equivalente al 49% de los páramos del mundo y al 1,3% de la extensión continental del país. El

departamento con mayor extensión es Boyacá, con un 16% de los páramos del mundo. Actualmente se han delimitado 34 páramos, de los cuales solo 709.849 ha se encuentran en áreas del Sistema Nacional Parques Naturales protegidos, lugares que proveen agua al 70% de la población del país. Los páramos son fundamentales en la regulación hídrica, al ser su principal servicio ecosistémico. Los ecosistemas paramunos se encuentran en estado natural habitados por musgos, pajonales o gramíneas, y frailejones, los cuales ayudan a la regulación y captación de agua proveniente de la condensación del recurso hídrico en estas zonas y junto a los arbustos, al mantenimiento, protección y recarga de acuíferos. El potencial de regulación hídrica del páramo se relaciona con su alta capacidad de retención de agua debido a su vegetación, alcanzando en condiciones de saturación los 80-90% (Rincón, 2015, p.2).

Estos servicios ecosistémicos, definidos en el año 2005 en *La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio*, se describen como los beneficios que los seres humanos obtenemos de los ecosistemas, ya sean económicos o culturales. Dentro de las categorías de servicios se encuentran: servicios de apoyo -formación del suelo, ciclo de los nutrientes, producción primaria; servicios de aprovisionamiento -alimentos, agua potable, leña, fibra, productos químicos biológicos, recursos genéticos. Se retoma aquí el caso más emblemático en Colombia que corresponde a los páramos, ecosistemas que representan menos del 2% del territorio colombiano pero que aportan agua al 70% de la población; servicios de regulación -regulación climática, regulación de enfermedades, regulación hídrica, purificación del agua, polinización y servicios culturales -espiritual y religioso, recreación y ecoturismo, estética, inspiración, educación, ubicación, herencia cultural (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt).

No se puede dejar de lado el hecho de que al disponer de estos servicios ecosistémicos también se desencadenen conflictos socioecológicos derivados, por ejemplo, del uso del suelo. Se han presentado gran cantidad de estudios que reportan las irreversibles afectaciones al suelo producto de la minería en el páramo de Santurbán y la ganadería en el Nevado de Kumanday. Es importante considerar, además del recurso hídrico relativo a los ecosistemas de páramo, los agroecosistemas y las variables productivas del departamento, las cuales dependen de políticas de desarrollo económico -históricamente constituidas- y de las relaciones internacionales relativas a la producción de bienes y servicios, las cuales -como

se mencionará en el siguiente capítulo- tienen características coloniales y expoliadoras debidas a la división social de la naturaleza en tiempos de capitalismo global.



Figura 18. Agroecosistemas. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID, ProColombia. (2021)

Imagina un lugar bañado por las aguas de los Ríos Cauca y Magdalena, con alturas sobre el nivel del mar desde 100 metros hasta más de 5.000. A través de este territorio se observan valles, cordilleras, cañones, páramos, nevados, aguas termales y una selva con extensión superior a las 10 mil hectáreas en el Parque Natural Nacional Selva de Florencia, que sirve de hogar a miles de especies animales y vegetales y por su riqueza en biodiversidad se le compara con la Selva Amazónica (Caldas Plan Integral de Gestión del Cambio Climático, CALDAS PIGCC, 2019).

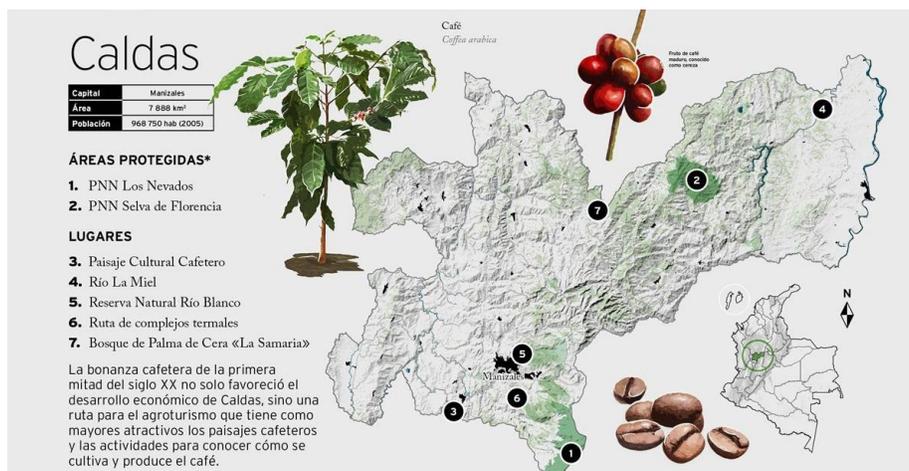


Figura 19. Caldas. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID, ProColombia. (2021)

La Corporación Autónoma Regional de Caldas (CORPOCALDAS), en un trabajo articulado con otras entidades, ha realizado una recopilación de las especies más representativas de fauna y flora para el departamento, así como también de sus planes de fortalecimiento ambiental. A continuación, se citan algunos:

- a. Muestreo realizado por el Grupo HTM, en el año 2013, en la región Centro Sur del departamento, más específicamente en los municipios de Manizales, Villamaría, Chinchiná, Palestina y Neira, en el desarrollo del proyecto de identificación y caracterización de la Estructura Ecológica Principal<sup>15</sup> de dicha subregión, publicado en el año 2014.

El aseguramiento de la diversidad biológica desde una estrategia de Estructura Ecológica Principal deberá enfocarse en la gestión de áreas que contengan paisajes o ecosistemas poco o medianamente transformados, donde sea posible aumentar la representatividad ecosistémica a diferentes escalas y proteger especies, a través del mantenimiento de los ciclos de vida y de la diversidad genética (CORPOCALDAS y Grupo HTM, 2014).

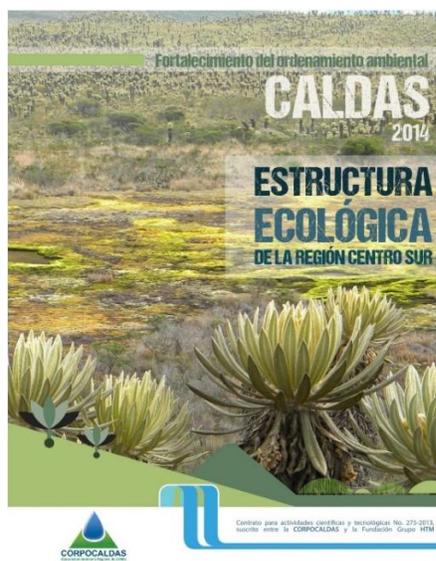


Figura 20. Portada del estudio para el fortalecimiento del ordenamiento territorial, Estructura Ecológica de la región Centro Sur del departamento de Caldas. CORPOCALDAS y Grupo HTM. (2014)

<sup>15</sup> Sistema de áreas del territorio nacional que aseguran en el tiempo la conservación de la biodiversidad, su funcionalidad y la prestación de servicios ecosistémicos que sustentan el bienestar de la población.

- b. Muestreo realizado en el año 2019 por Omega y Asociados Ltda. en el Occidente Próspero de Caldas, más específicamente en los municipios de Anserma, Belalcázar, Risaralda, San José y Viterbo, en el desarrollo del proyecto de identificación y caracterización de la Estructura Ecológica Principal de dicha subregión, publicado en el año 2020.

Omega y Asociados Ltda. y CORPOCALDAS, pretenden con este catálogo, que la comunidad en general y las instituciones, conozca a través de las fotografías e información básica, las diversas formas, colores y hábitos de la fauna y la flora que todavía persiste en un ecosistema cada vez más frágil y más expuesto a la desaparición, a causa de la fuerte presión por actividades humanas, como es el caso del Occidente Próspero de Caldas (CORPOCALDAS y Omega y Asociados Ltda., 2020).



Figura 21. Portada del catálogo de flora y fauna. Subregión Occidente Próspero del departamento de Caldas. CORPOCALDAS y Omega Asociados Ltda. (2020)

- c. Muestreo realizado por Wildlife Conservation Society (WCS) Colombia, en el año 2019, más específicamente en los municipios de Aranzazu, Pácora, Salamina y

Aguadas, en el desarrollo del proyecto de identificación y caracterización de la Estructura Ecológica Principal de dicha subregión, publicado en el año 2020.

En medio de la identificación de una Estructura Ecológica para esta parte del territorio caldense, que dé paso a un ordenamiento territorial correcto, se identificaron 24 especies de anfibios, 227 de aves, 14 de reptiles, 53 de mamíferos, 64 de abejas y 439 de plantas, esto a pesar de que en la región solo sobreviven el 20 por ciento de los ecosistemas naturales originales. Conocer cuáles son esas especies que comparten espacio con las comunidades es determinante para construir un entorno sostenible. Hoy, gran parte de este territorio pertenece a la zona de alto desarrollo agrícola del Eje Cafetero, razón por la que se ven muchos cultivos de café y de aguacate<sup>16</sup>, así como ganadería o pasturas, entre otros sistemas productivos. Por estos cambios causados por el hombre, en la zona perdura solo el 20 por ciento de sus ecosistemas naturales, una quinta parte de lo que había originalmente, que se apoyan en solo dos reservas forestales protectoras (Tarcará, El Diamante) y en un distrito de conservación de suelos llamado El Gigante. Sin embargo, a pesar de todo ese desarrollo agrícola y ganadero, la biodiversidad, en términos de fauna y flora, sigue defendiéndose en el poco espacio que le ha quedado disponible y está sobresaliendo por su diversidad (CORPOCALDAS y WCS, 2020).

---

<sup>16</sup> El tema relacionado con el cultivo de aguacate en el departamento se abarca en el tercer capítulo de la presente tesis.

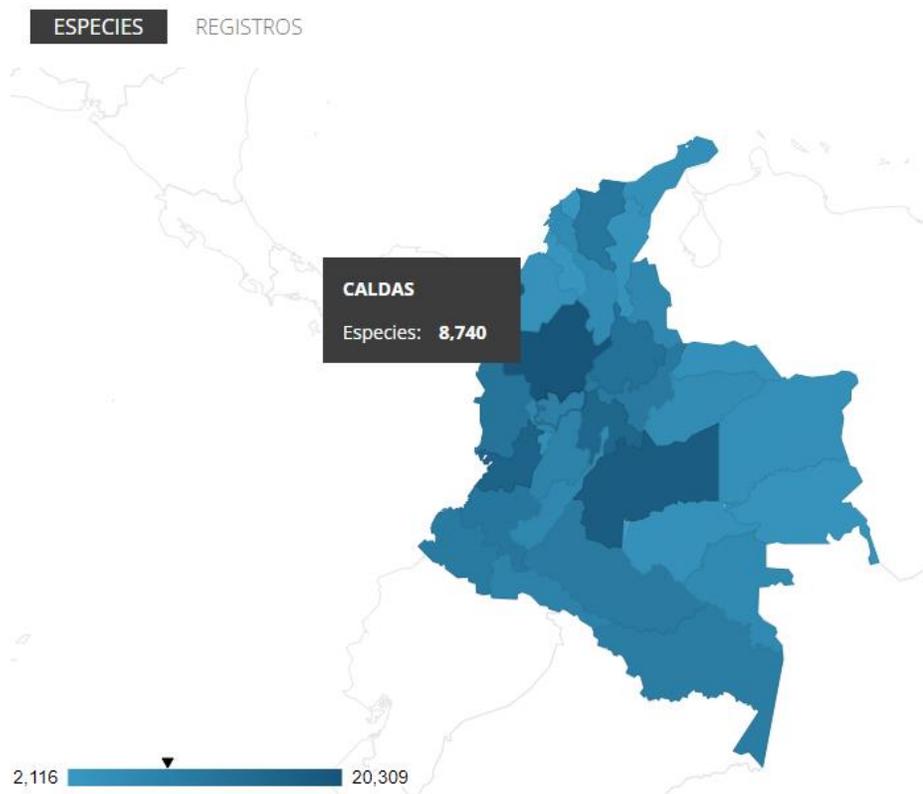


Figura 22. Especies registradas en Caldas. Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia, SIB. (2022)

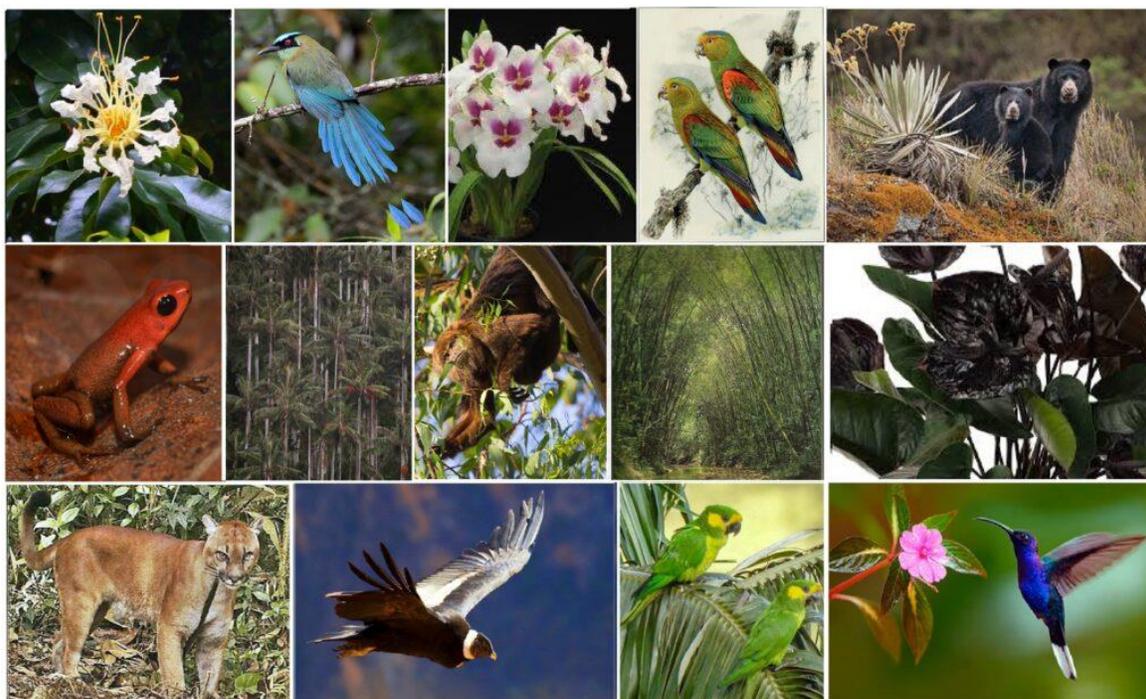


Figura 23. Biodiversidad en el departamento de Caldas. CORPOCALDAS. (2021)

Si bien el agua es considerada el tesoro nacional colombiano, de acuerdo con Suárez y Giraldo (2008), para el departamento de Caldas, más específicamente su capital Manizales, el recurso hídrico proviene de las cuencas de los ríos Magdalena y Cauca que se dividen en 14 subcuencas y abarcan el departamento de Caldas. El clima se caracteriza por altas precipitaciones y humedades relativas, con promedios anuales mayores a 2.000 mm<sup>17</sup> y lluvias aisladas de intensidad y duración apreciables. Estas lluvias discurren por laderas extensas y con fuertes pendientes, sobre todo en las estribaciones de las cordilleras que atraviesan el departamento. Las subcuencas directamente relacionadas con el municipio de Manizales corresponden a los ríos Blanco y Chinchiná (Suárez y Giraldo, 2008, p. 2). La subcuenca del río Blanco pertenece al municipio de Manizales y se encuentra a sólo 1,6 km al nororiente del casco urbano. En sus 4.343 ha de bosque de niebla se ha identificado una gran biodiversidad y en 1992 fue declarada Reserva Forestal Protectora por tener relictos de bosque húmedo montano bajo. La subcuenca del río Chinchiná tiene una mayor extensión (1044,83 km<sup>2</sup>) y está localizada en la vertiente occidental de la cordillera central, por lo que solo 37.5% (391,55 km<sup>2</sup>) pertenece al municipio de Manizales (Suárez y Giraldo, 2008, p.2).

Manizales, considerada como la capital mundial del agua, recibe dicha categorización debido a su calidad. Los continuos procesos de análisis y tratamiento del líquido, permiten que sea una de las pocas ciudades del país, en la cual se pueda tomar agua directamente de la llave. En palabras del ingeniero Daniel Giraldo de la empresa Aguas de Manizales S.A. E.S.P, el proceso de potabilización del agua consiste:

Todo empieza en la cuenca alta de los ríos Chinchiná y Río Blanco, donde se realizan trabajos de preservación de los terrenos que tiene la empresa y los predios que le administra a la alcaldía de Manizales, lo cual permite captar un agua en muy buenas condiciones que luego es dirigida a las plantas de tratamiento. Actualmente contamos con 10 fuentes de agua la cual es trasladada a las plantas de tratamiento Niza y Luis Prieto Gómez, donde inicialmente se hace un proceso de sedimentación, luego se pasa a la coagulación y finalmente se realiza el filtrado del agua. Después se lleva a cabo la desinfección del líquido para generarle una barrera a los residuos,

---

<sup>17</sup> 1 mm = 1 litro por cada metro cuadrado.

antes de distribuirla a las conducciones, tanques principales de la ciudad y redes domiciliarias (Aguas de Manizales S.A. E.S.P, 2017).



Figuras 24 y 25. Premios y reconocimientos. Aguas de Manizales S.A. E.S.P. (2019 y 2020, respectivamente)

## 1.5 Hecatombe de biodiversidad

Jorge Riechmann (2000), reflexiona: “nuestro tiempo -el último medio siglo, para entendernos- es la era de la crisis ecológica global, y puede incluso conceptualizarse, en términos aún más amplios, como una era de crisis de civilización”. El autor enumera doce problemas que, según él, caracterizan la crisis: 1. Creciente alteración de la biósfera; 2. Hecatombe de biodiversidad; 3. Uso o amenaza de uso militar de armas de destrucción masiva (nucleares, químicas, biológicas y convencionales); 4. Nuclearización civil y militar; 5. Ensanchamiento de las desigualdades sociales a escala mundial; 6. Extensión incontrolable de las ciudades; 7. Destrucción de culturas campesinas; desarraigo y aculturación de masas; 8. Subalimentación crónica de una sexta parte de la humanidad y persistencia de enfermedades evitables; 9. Pérdida del control de la gente sobre sus propias vidas; 10. Desempleo, subempleo y empleo precario; 11. Destrucción de los vínculos sociales; 12. Quiebra de los antiguos sistemas de valores (Riechmann, 2000).

La hecatombe de biodiversidad, punto nodal de la Crisis Ecológica Civilizatoria, es fundamental a la hora de analizar los impactos socioambientales y ecológicos de nuestro tiempo. El autor explica:

Los seres humanos de las sociedades industriales estamos exterminando especies animales y vegetales a un ritmo que multiplica entre doscientos mil veces el ritmo natural de desaparición de especies en tiempos prehumanos. Si la biósfera preindustrial contenía aproximadamente treinta millones de especies, la mitad de estas pueden haber desaparecido a mediados del siglo XXI. La gravedad de esta hecatombe de biodiversidad no puede sobreestimarse. La diversidad biológica es la cualidad que permite a los ecosistemas adaptarse a los cambios y reponerse después de las perturbaciones. Los ecosistemas más simplificados son los más vulnerables (tanto los ecosistemas naturales como los agroecosistemas). De manera que podemos considerar a la biodiversidad el seguro de vida de la vida (Riechmann, 2000, p.112).

Hay que tener claro que, aunque todos los maravillosos registros de la diversidad biológica en Colombia previamente nombrados proporcionen un mayor acercamiento a su conocimiento, así como al hecho de fomentar su conservación, también se reportan las siguientes cifras alarmantes: en el país 1.302 especies se encuentran amenazadas, 3.545 especies son objeto de comercio y 508 son especies introducidas, invasoras o trasplantadas (SIB, 2022).

De acuerdo al Índice Planeta Vivo (2020), por medio de un seguimiento de casi 21.000 poblaciones de mamíferos, aves, peces, reptiles y anfibios en todo el planeta y con la información recopilada de 4.392 especies, se muestra un descenso medio del 68% de las poblaciones a lo largo de 46 años.

Desde la revolución industrial, las actividades humanas han ido degradando y destruyendo los bosques, praderas, humedales y otros ecosistemas importantes. Los cambios de uso del suelo son el principal factor que ha provocado la mayor pérdida de la biodiversidad en los sistemas terrestres durante las últimas décadas, que han convertido hábitats autóctonos originales en tierras de cultivo (IPV, 2000).

Esta exterminación acelerada de la biodiversidad, no demuestra más que las terribles e irreversibles consecuencias producto de las actividades humanas de las sociedades

industriales, que, tras el pensamiento de un crecimiento sin fin en un planeta con límites biogeoquímicos, afectan aceleradamente las condiciones que hacen posible la vida en la Tierra. Si se concibe la biodiversidad como el seguro de vida de la vida (Riechmann) se debe establecer, entonces, un compromiso por su protección y conservación. Un compromiso que despliegue acciones inmediatas y reglamentaciones más rigurosas y efectivas.

En conclusión, Caldas es un departamento que históricamente ha tenido una economía dirigida a la agricultura, especialmente al café. Aspectos como los conflictos socioambientales asociados al cultivo del grano también fueron expuestos de manera general, debido a que el alcance de este trabajo no está dirigido a su revisión y discusión y están desarrollados ampliamente en otras investigaciones. Ahora bien, varios de los municipios del departamento tienen otra configuración socioeconómica. Ejemplo de ello son la ganadería extensiva y la minería en municipios como La Dorada o Marmato, respectivamente. Explorar cada caso excede los intereses investigativos de esta tesis. Sin embargo, comprender la complejidad socioecológica y socioeconómica del departamento (y de la región) es indispensable, máxime si los análisis quieren girar en torno a los conflictos socioambientales expresados en la apropiación, uso y control de los recursos naturales. Toda economía basada en la mercantilización de la naturaleza tiene impactos directos y negativos sobre la biodiversidad y, por tanto, sobre la vida.

Respecto a los índices de biodiversidad, se han mostrado las cifras de diversidad biológica para Colombia y para el departamento de Caldas. Además, se plantean las condiciones que le permiten al país ubicarse dentro de los cinco más megadiversos del planeta. Sumado a esto, los aspectos tratados como el clima, la geología, la altitud, el agua, los glaciares, los páramos, el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) y la red de Parques Nacionales Naturales, otorgan las bases para la comprensión de las temáticas que serán abordadas en los posteriores capítulos.

## CAPÍTULO 2

### **Sistema bioprospección-biopiratería-bionegocios: contexto y discusión**

*“Podemos considerar a la biodiversidad el seguro de vida de la vida”.*  
Jorge Riechmann

En el presente capítulo se presenta la discusión respecto al que denomino el *sistema bioprospección-biopiratería-bionegocios*. Para el logro de tal propósito, se analizan detalladamente cada uno de estos conceptos, sus relaciones, sus alcances y su puesta en escena en el departamento de Caldas. En tal medida, se brinda una contextualización a escala, desde lo internacional y nacional hasta lo local, para así evidenciar el estado de la investigación biotecnológica de instituciones y empresas (nacionales y extranjeras) dedicadas a la manipulación de la vida. Se revisan, además y simultáneamente, diferentes informes relativos a la biotecnología y su desarrollo para mostrar cuáles son los *bionegocios* que se han establecido en el departamento, a través de qué políticas estatales, mediante qué convenios empresariales y sobre cuáles instituciones de conocimiento. Finalmente, se elabora una crítica al sistema propuesto teniendo en cuenta el impacto a la biodiversidad y a la vida.

La biotecnología, vista como la obtención de utilidades a partir de la apropiación de la naturaleza y de la vida, percibe la vida como información. De esta manera, el ser humano establece una jerarquía y adquiere todo el control para manipular a nivel genético a las especies. Los organismos son códigos descifrados o descifrables (Sierra, 2011, p. 1). Se concibe a todas las especies como aptas para ser manipuladas y no hay respeto por la vida, por ende, no existe una diferenciación entre ellas, el ser humano no genera distinciones entre los ciclos biológicos correspondientes a cada especie y, al no tenerlos en cuenta, se apropia completamente de ellos. La manipulación adquiere, entonces, un nivel altamente adquisitivo y comercial. Los seres vivos, al concebirse como información, pueden ser catalogados, utilizados, manipulados, transformados y comercializados; criterios altamente criticados a la biotecnología.

## 2.1 Algunas pautas iniciales de análisis

Analizar la historia de Colombia, tanto como la de América Latina, implica necesariamente la consideración de conceptos como Imperialismo, Colonialismo y Racismo. Desde la conquista y la colonización hasta las marcadas relaciones jerárquicas y desiguales de poder, América Latina ha sido un territorio en disputa. Esta disputa ha estado marcada de manera fundamental por la apropiación, uso y control de sus bienes/recursos naturales.

A través de discursos basados en la noción de Desarrollo, los años posteriores a la Segunda Guerra Mundial evidenciaron un rumbo para el surcontinente. Arturo Escobar, en su texto *La invención del Tercer Mundo, construcción y deconstrucción del desarrollo* (2007), analiza la intervención política y moral de los Estados Unidos de Norteamérica respecto a los países de Asia, África y América Latina (todo este conjunto denominado Tercer Mundo, hoy en día reconocido como “Sur Global” o como “países del hemisferio sur”). El libre acceso a los recursos naturales de todos los países, el fomento a la empresa privada y un tratamiento “justo” al capital foráneo, fueron las claves de las políticas internacionales de “las puertas abiertas” (p. 60).

Para esto, el desarrollo tenía que basarse en una producción del conocimiento que suministrara un cuadro científico de los problemas sociales y económicos y de los recursos de un país. El “árbol de la investigación” del Norte fue trasplantado al Sur y, con ello, América Latina entró a formar parte del sistema transnacional de conocimiento, implicando una pérdida de autonomía y el bloqueo de modos alternativos de conocimiento (Escobar, 2007, p. 75). “El periodo 1945-1955, vio la consolidación de la hegemonía estadounidense en el sistema capitalista mundial” (Escobar, 2007, p. 66).

El crecimiento económico supuso la reproducción en los países pobres de las condiciones que caracterizaban a los países capitalistas avanzados (la industrialización, la urbanización, la modernización agrícola, la infraestructura, el creciente suministro de servicios sociales y los altos niveles de alfabetismo) (Escobar, 2007, p. 75-76). En Colombia, así como en el resto de los países del Sur Global, los modelos de planeación nacional, regional y sectorial se volvieron esenciales para el funcionamiento y la difusión del desarrollo (Escobar, 2007, p. 77).

De esta manera, nuestro país quedó inmerso en un programa de desarrollo, cuyos elementos más importantes en su formulación fueron: 1. El proceso de formación de capital y sus diversos factores (tecnología, población y recursos, política fiscal y monetaria, industrialización y desarrollo agrícola, intercambio y comercio); 2. Consideraciones culturales como la educación y la necesidad de fomentar los valores culturales modernos y 3. La necesidad de crear instituciones adecuadas para llevar adelante la compleja labor (organizaciones internacionales, oficinas de planeación nacional y agencias técnicas de otros tipos) (Escobar, 2007, p. 79).

Desde el contexto de la ciencia y la tecnología, esta última fue teorizada como especie de fuerza moral que operaría creando una ética de la innovación, la producción y el resultado. Nunca se tomó conciencia de que la transferencia tecnológica no dependía simplemente de elementos técnicos sino también de factores sociales y culturales (Escobar, 2007, p. 73).

En 1948, Henri Laugier, un conocido funcionario de las Naciones Unidas<sup>18</sup>, expresó su fe en la ciencia y la tecnología diciendo: “todavía creo que el progreso humano del desarrollo y la aplicación en el mayor grado posible de la investigación científica [...] el desarrollo de un país depende ante todo de un factor material: primero, el conocimiento, y luego, la explotación de todos sus recursos naturales”. Enunciados tan polémicos como los anteriores, demuestran los intereses de los países desarrollados por perpetrar en los países del Sur Global con el fin de apropiarse de sus recursos naturales, bajo el pretexto de que se brinda ayuda técnica y financiera para alcanzar un desarrollo. Según José Ignacio Galparsoro (2014), la técnica ha sido considerada como el intento del medio externo de dominar al ser humano. Para lograr tal fin, el ser humano no duda en modificarlo. La aplicación de la técnica al ámbito de la naturaleza para beneficio del ser humano puede suscitar algunas voces discordantes (p. 155).

---

<sup>18</sup> El nombre de "Naciones Unidas", acuñado por el presidente de los Estados Unidos Franklin D. Roosevelt, se utilizó por primera vez el 1 de enero de 1942, en plena segunda guerra mundial, cuando representantes de 26 naciones aprobaron la "Declaración de las Naciones Unidas". El sistema de las Naciones Unidas está formado por la propia Organización y numerosas organizaciones afiliadas conocidas como programas, fondos y agencias especializadas. Cada uno de ellos cuenta con su propia membresía, liderazgo y presupuesto. Historia. Naciones Unidas.

A lo anterior se sumó la declaración del International Bank, en la cual se suscita la intención del Norte Global de intervenir técnica y financieramente para beneficiarse de la explotación de los recursos naturales propios de Colombia.

Colombia cuenta con una oportunidad única en su larga historia. Sus abundantes recursos naturales pueden ser tremendamente productivos mediante la aplicación de técnicas modernas y prácticas eficientes. Su posición internacional favorable en cuanto a endeudamiento y comercio, la capacita para obtener equipos y técnicas modernas del exterior. Se han establecido organizaciones internacionales y nacionales para ayudar técnica y financieramente a las áreas subdesarrolladas. Todo lo que se necesita para iniciar un periodo de crecimiento rápido y difundido es un esfuerzo decidido de parte de los mismos colombianos. Al hacer un esfuerzo tal, Colombia no sólo lograría su propia salvación, sino que al mismo tiempo daría un ejemplo inspirador a todas las demás áreas subdesarrolladas del mundo (1950).

Claramente se evidencia la constante en el discurso basado en la intervención y explotación de los recursos naturales propios de los países del Sur Global, bajo la idea oscura de progreso y desarrollo y el fundamento de la aplicación de la ciencia y la tecnología por parte de los del Norte, con el fin de saciar sus necesidades de poder y control. Actualmente, se evidencia el mismo comportamiento con minerales como el Litio y recursos energéticos como el gas y el petróleo.

Estos elementos expuestos son una ruta de análisis necesario a la hora de pensar la relación entre biotecnología y relaciones de poder. Las políticas de desarrollo, fuertemente relacionadas con las políticas democráticas, han servido de base para la sustracción de las autonomías nacionales y comunitarias respecto a los usos soberanos de los territorios. El desarrollo científico-tecnológico, por tanto, debe considerarse como un engranaje geopolítico en donde actores múltiples (Estados, Fuerzas Militares, empresas transnacionales) superponen intereses por sobre las comunidades y los sectores sociales.

Desde 1945 hasta la actualidad, la apropiación, uso y control de los recursos ecológicos, de los recursos energéticos y de los servicios ambientales ha sido la mayor disputa sociopolítica del Sur Global. Suelo, subsuelo, agua, alimentación y, ahora, biodiversidad son los

principales elementos de la mercantilización de la naturaleza, de los conocimientos comunitarios y de la vida en general.

## 2.2 Biotecnología y biodiversidad

El inicio del siglo XXI se enmarcó en los grandes aportes y críticas por parte de múltiples autores frente al discurso matutino del Norte Global respecto al aprovechamiento, manipulación y explotación de la biodiversidad, distribuida más enormemente en las regiones del Sur<sup>19</sup>.

Gian Carlo Delgado Ramos, en su texto *El carácter geoeconómico y geopolítico de la biodiversidad: el caso de América Latina* (2008), brinda la siguiente descripción respecto a la biotecnología y sus alcances:

Desde fines de la década de los setenta, pero sobre todo desde la del ochenta y marcadamente desde los últimos años del siglo pasado, una serie de tecnologías ha redimensionado la biodiversidad como recurso. Ya no se trata de un recurso cualquiera, sino de uno estratégico. Me refiero al uso de estructuras de ADN o moleculares, compuestos activos químicos o bioquímicos, etc. en el avance de la biotecnología. De manera general la biotecnología se concibe como la aplicación comercial de las técnicas de la ingeniería genética, es decir, de la capacidad de rediseñar -alterar- las estructuras genéticas de un organismo vivo. Por ejemplo, debemos mencionar, para el caso de la biotecnología, el desarrollo de organismos genéticamente

---

<sup>19</sup> Me permito otra cita en extenso: “Se calcula que más del 90% de la diversidad biológica que subsiste en el planeta se encuentra en las regiones tropicales y subtropicales de África, Asia y América del Sur. El papel singular que los pueblos indígenas desempeñan en este campo no se limita a la conservación de la diversidad biológica de la tierra, lo cual sería ya bastante. Además de ello, sus conocimientos son la base de muchos de nuestros alimentos y medicinas. Se calcula que 80% de la población mundial continúa dependiendo del conocimiento indígena para satisfacer sus necesidades médicas. De las especies vegetales del mundo –35.000 de las cuales, por lo menos, tienen valor medicinal–, más de dos tercios son originales de los países periféricos y semiperiféricos. Más de 7.000 compuestos medicinales utilizados por la medicina occidental son derivados del conocimiento de las plantas. Es fácil, pues, concluir que a lo largo del último siglo las comunidades indígenas han contribuido significativamente a la agricultura industrial, a la industria farmacéutica y por último a la industria biotecnológica. Mientras los países tecnológicamente más avanzados pretenden extender el derecho de patentes y los derechos de propiedad intelectual a la biodiversidad, algunos países periféricos, grupos indígenas y redes transnacionales de colaboración a la causa indígena buscan garantizar la conservación y la reproducción de la biodiversidad mediante el establecimiento de un estatus de protección especial para los territorios, las formas de vida y los conocimientos tradicionales de los indígenas y de las comunidades de campesinos. Cada vez se hace más evidente que las nuevas divisiones entre el Norte y el Sur estarán centradas alrededor de la pregunta sobre el acceso a la biodiversidad a escala global” (Boaventura de Sousa Santos. *La caída del Angelus Novus: ensayos para una nueva teoría social y una nueva práctica política*, 2003, p.116 y p.146).

modificados (transgénicos<sup>20</sup>), nuevas medicinas y cosméticos y novedosas armas biológicas. A diferencia de la biotecnología, cuando se usa el término de “biotecnologías” me refiero al conjunto de tecnologías que hacen uso de la biodiversidad (Delgado Ramos, 2008, p. 25-26).

Las nuevas tecnologías, que connotan la fantasía de jugar con la vida, centran su objetivo en el incremento económico. Las industrias farmacéuticas y cosmetológicas son los principales ejemplos. Si bien engañan tras la idea de que los productos elaborados y distribuidos no representan una afectación para la naturaleza porque las principales materias primas para su elaboración son extraídas de la misma: ¿cuáles son los verdaderos reportes que muestran las consecuencias de estas investigaciones y extracciones? Para responder a este cuestionamiento, se hace necesario comprender en qué consisten estas tecnologías que hacen uso de la biodiversidad.

La biotecnología de tercera generación, también denominada "nueva biotecnología", surge a comienzos de 1970 y se inicia con el descubrimiento de la tecnología del ADN recombinante. Esta generación se basa en la biología molecular, la cual tuvo un acelerado desarrollo después del descubrimiento de la estructura del ADN en 1953. Este evento y el posterior descubrimiento de las enzimas de restricción<sup>21</sup> dieron origen a la ingeniería genética y con esta nace la nueva biotecnología. La biotecnología es una rama multidisciplinaria. En ella inciden ciencias particulares como la biología, la bioquímica, la genética, la microbiología, la física, las matemáticas, las ciencias de la computación y las ingenierías vinculadas a procesos (Negrín et al., 2007, p. 53).

Este enfoque multidisciplinario ha permitido que múltiples instituciones se interesen por incrementar sus ganancias a partir de la exploración de la naturaleza desde diferentes campos

---

<sup>20</sup> El tema relacionado con los transgénicos en el departamento se abarca en el tercer capítulo de la presente tesis.

<sup>21</sup> El uso de estas enzimas como herramienta biotecnológica surgió de la necesidad de cortar las largas cadenas de ADN genómico para manipularse y analizarse en fragmentos más pequeños. El empleo de las enzimas de restricción y otras enzimas que modifican ácidos nucleicos, como la ligasa, permitió desarrollar la metodología del ADN recombinante. Adriana María Salazar Montes, Ana Soledad Sandoval Rodríguez, Juan Socorro Armendáriz Borunda. Salazar, A., Sandoval, A., & Armendáriz, J. (2013). Biología molecular. Fundamentos y aplicaciones en las ciencias de la salud, capítulo 13.

del conocimiento. No basta, entonces, con el trabajo realizado por el biólogo, sino que, sumado a esto, interviene personal que se encarga de explorar la vida que no puede apreciarse a simple vista; además de los ingenieros que realizan el análisis estadístico de las especies y de su información genética.

Desde el principio de las nuevas aplicaciones y usos relacionados con la manipulación de genes, la biotecnología ha estado inmersa en una atmósfera cubierta de temores y sospechas. La novedad de los transgénicos ha hecho que existieran dificultades para determinar los efectos que tales organismos pueden tener sobre la estabilidad ecológica o sobre la salud del ser humano y de los animales. El uso de organismos genéticamente modificados puede llevar a originar alteraciones de consecuencias imprevisibles para el medio ambiente (Flórez, 2010, p. 168).

La modificación genética de los organismos presenta cifras extremadamente aterradoras. El principal ejemplo lo representan las semillas transgénicas, las cuales, al ser introducidas en las zonas de cultivo, han ocasionado afectaciones no solo a las condiciones del suelo, sino a las comunidades que cosechaban y reutilizaban las semillas de las plantaciones anteriores, prácticas enseñadas por sus generaciones anteriores y que consolidan su cultura agrícola.

Dentro de los puntos negativos que opacan el uso de la biotecnología se encuentran: la desconfianza que genera el consumo de los denominados alimentos transgénicos; la posibilidad de dar lugar a seres antinaturales que eventualmente sean perjudiciales; generar enfermedades que terminen con las poblaciones que consumen estos alimentos; un planeta alterado y nocivo. Otro problema ligado a la industria biotecnológica es el control ejercido por las grandes compañías multinacionales y los enormes intereses financieros que se mueven detrás de este tema y que alertan a personas de todas partes del mundo sobre los peligros, no de la biotecnología en sí misma, sino del negocio que se ha construido a su alrededor y que incluyen derechos de explotación, patentes sobre la vida, márgenes de ganancia desproporcionada, inequidad entre ventajas comerciales sobre ventajas humanitarias y ambientales, campañas de desinformación y por supuesto irresponsabilidad frente al compromiso con las próximas generaciones (Flórez, 2010, p. 166).

Temo por el hecho de pensar en un planeta regido por la biotecnología. Al recorrer los diferentes espacios de mi hogar, quedo asombrada por la infinidad de productos biotecnológicos que nos son introducidos a través del mercado. Desde medicamentos y alimentos hasta fragancias, estas industrias hacen parte de nuestra cotidianidad.

Al ser la biodiversidad este recurso estratégico, lo central para los capitales involucrados en el desarrollo de estas biotecnologías ha sido su control. Entendido como la gestión del recurso, incluye el acceso, administración, conservación, uso y aprovechamiento directo e indirecto del mismo. Para los capitales biotecnológicos, el recurso tan sólo es una parte del proceso, ya que también es fundamental la apropiación capitalista del conocimiento tradicional indígena y campesino, que además de permitir la localización rápida y efectiva de la biodiversidad con potencial comercial, reduce el costo de dicha búsqueda (Delgado Ramos, 2008, p. 26).

### **2.3 Bioprospección y biopiratería**

Las actividades de bioprospección o prospección de la biodiversidad, se definen, por un lado, como la búsqueda sistemática, clasificación e investigación de nuevas fuentes de compuestos químicos, genes, proteínas y otros productos que poseen un valor económico actual o potencial, y que se encuentran en los componentes de la diversidad biológica (Torres, 2011, p.1). Por el otro lado y desde el punto de vista de las comunidades, la bioprospección significa biopiratería. Dice Mercedes Yace, indígena del resguardo Kokonuco al sureste de Popayán: “Antes había buena papa, buen olluco y eso hubo un tiempo que se acabó, pero ya estamos produciendo semillas sin veneno, semilla orgánica y eso también lo llevo y cambio”.

Biopiratería es la apropiación y privatización de recursos genéticos y conocimientos indígenas y de comunidades locales, especialmente de países del Tercer Mundo, por parte de empresas privadas, generalmente transnacionales, y/o de instituciones públicas, generalmente del Norte. Los biopiratas utilizan diferentes mecanismos de propiedad intelectual para reclamar para sí el uso de recursos tangibles e intangibles de pueblos localizados primariamente en el Sur (Ribeiro, 2015, p.3).

Así como, por un lado, es fácil para las industrias biotecnológicas mostrar las cifras de ganancias obtenidas derivadas de la comercialización de sus productos, por el otro lado es imposible determinar las afectaciones a nivel cultural y tradicional a las comunidades indígenas y campesinas tras la apropiación que las primeras hacen de sus conocimientos.

La biopiratería se considera, entonces, como un movimiento estratégico dentro de la competencia capitalista en el marco de los bionegocios. “Dicha dinámica de expansión del capitalismo los obliga a competir por el saqueo de las principales zonas biológica y culturalmente megadiversas del planeta” (Delgado Ramos, 2008, p. 26-27).

El término biopiratería fue ideado en 1993 por Pat Mooney y se define del siguiente modo:

Comprende la utilización de los sistemas de propiedad intelectual para legitimizar la propiedad y el control exclusivo de conocimientos y recursos biológicos sin reconocimiento, recompensa o protección de las contribuciones de las comunidades indígenas y campesinas... por lo anterior la bioprospección no se puede ver más que como biopiratería (Mooney, 1993).

La biopiratería implica esos actos de robo, los cuales se llevan a cabo con complicidad del Estado y otros actores nacionales (institutos de investigación) y que consisten en contratos para saquear este recurso a cambio de insignificantes sumas o equipos para preanalizar muestras biológicas. Si bien resultan de gran importancia los bancos de germoplasma<sup>22</sup> y los jardines botánicos como fuentes de biodiversidad ex situ (o fuera de su lugar de origen), la biodiversidad in situ, que incluye -pero no se limita- a las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y sus variantes, resulta ser la de mayor importancia y disputa geoeconómica y geopolítica. Estos últimos son espacios altamente estratégicos por contener la biodiversidad y demás recursos naturales en su estado nativo, lo que permite obtener información adicional de su ciclo vital y su entorno -algo fundamental para determinar en qué momento del año o de su vida tal o cual organismo produce determinado compuesto bioquímico, útil comercialmente

---

<sup>22</sup> El concepto de germoplasma, como material genético con capacidad de regeneración, involucra a cualquier material capaz de transmitir los caracteres hereditarios de una generación a otra. Se reconoce que la semilla es por excelencia la estructura que mejor y más directamente responde a esta definición. Gutiérrez, B. (2015). Consideraciones para el muestreo y colecta de germoplasma en la conservación ex situ de recursos genéticos forestales. Conservación de Recursos Genéticos Forestales, Principios y Prácticas. Santiago, Chile. Instituto Forestal, p.1.

y bajó qué condiciones. Pero, sobre todo, su centralidad radica en que al mismo tiempo “contienen” el saber asociado de las culturas indígenas y campesinas (Delgado Ramos, 2008, p. 27-28). La importancia del establecimiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas recalca la vigilancia permanente en pro de la conservación de la biodiversidad que habita estos territorios, la cual tendría que estar relacionada con la protección de los saberes comunitarios y ancestrales.

Desde décadas atrás, dicha preocupación ha sido participe en los discursos políticos y ecológicos. Uno de los grandes representantes es Jeremy Rifkin. En su libro *El siglo de la biotecnología, el comercio genético y el nacimiento de un mundo feliz* (1998), Rifkin enuncia: “es probable que sean más fundamentales los cambios en nuestra forma de vida en las próximas décadas que en los mil años anteriores” (p. 20).

Gracias al análisis realizado en sucesivos capítulos del libro, Rifkin proporciona siete elementos de la que él denomina la nueva “matriz operativa” en el planeta. Considero relevantes en coherencia con la presente tesis, los elementos analizados en los capítulos 1, 2, 3, 4, relacionados con la disposición del patrimonio génico de la biosfera como materia prima básica de la actividad económica; la concesión de patentes sobre la vida da a los mercados el incentivo comercial para explotar los nuevos recursos; “una nueva y completa siembra de la biosfera terrestre concebida en el laboratorio, una naturaleza bioindustrial producida artificialmente y destinada a reemplazar la pauta evolutiva de la naturaleza” (p. 26); la alteración biológica de la especie humana y el nacimiento de una civilización impulsada por la economía mercantil; respectivamente.

Para analizar las repercusiones del uso de la biotecnología en el departamento de Caldas, la presente tesis abarca, en su orden, los lineamientos establecidos a nivel internacional, nacional y local que les permiten, a los diferentes gobiernos, aplicar técnicas biotecnológicas a todo el componente biodiverso del territorio. Después de presentar tal panorama se realiza una crítica a los modelos de bionegocios y las cuestiones de biopiratería establecidas en el contexto biotecnológico.

## 2.4 Contexto internacional

El informe de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE<sup>23</sup>) del año 2009 titulado *The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda*, proporciona un análisis de los tres sectores en los cuales la biotecnología tiene mayor potencial de impacto: agricultura, salud e industria. La bioeconomía es un proyecto y al mismo tiempo una visión situada dentro de la narrativa neoliberal del crecimiento económico y de la competitividad y habla de una nueva economía basada en la manipulación, explotación y apropiación tecnológica de la materia viviente (Pavone, 2012, p.1). Según el informe, para sentar las bases de una bioeconomía se requiere de lo siguiente:

1. El desarrollo de una agricultura con aplicación biotecnológica que permita mejorar las variedades de plantas.
2. Desarrollar, en la esfera de la salud, sistemas que puedan vincular historias médicas, información genética y otros.
3. Adoptar y aumentar, en la industria, el uso de las normas para abarcar tecnologías ambientalmente sostenibles (OCDE, 2009).

De acuerdo con este informe, la biotecnología podría contribuir, para el año 2030, en 35% de los productos químicos e industriales, 80% de los fármacos y de los sistemas de diagnóstico, 50% de la producción agraria, así como 2,7% del PIB de los países miembros (OECD, 2009).

En la siguiente tabla (Tabla 1) se enfatiza en cuáles son, según la OCDE, las biotecnologías con alta probabilidad de llegar al mercado para el año 2030, basadas en los tres sectores de mayor potencial (agricultura, salud e industria):

---

<sup>23</sup> Desde el 28 de abril de 2020 Colombia hace parte de la OCDE, como el país número 37.

Producción Primaria	Salud	Industria
Amplio uso de marcadores moleculares en cría de animales, peces, mariscos y plantas	Aprobación anual de muchas vacunas nuevas y productos farmacéuticos basados en avances biotecnológicos.	Enzimas mejoradas para un amplio rango de aplicaciones en el sector químico.
Variedades OGM de los principales granos y árboles con mejoras en contenidos de almidón, lignina y aceites para su posterior procesamiento industrial.	Gran uso de farmogenéticos en tratamientos clínicos y en la práctica de prescripciones, con una caída en los pacientes elegibles para con ciertas terapias dadas.	Microorganismos mejorados para producir un creciente número de productos químicos en un solo paso, algunos a partir de genes identificados para tratamientos por bioprotección.
Plantas y animales OGM para producir farmacéuticos y otros componentes valiosos.	Seguridad mejorada y eficacia para los tratamientos terapéuticos, gracias a la vinculación entre información	Biosensores para monitorear en tiempo real contaminantes ambientales e identificaciones biométricas de gente. farmogenética, de prescripción y resultados de salud de largo plazo.
Variedades mejoradas de los principales granos para alimentación, con mayores rindes por cosecha, tolerancia al estrés, resistencia a pesticidas, por OGM, marcadores moleculares, cisgénesis o intragénesis.	Blindaje extensivo para múltiples factores de riesgo genético para enfermedades comunes (como artritis).	Biocombustibles de segunda generación (alta densidad energética en base a caña de azúcar y biomasa).
Más diagnósticos para rasgos y enfermedades genéticas de animales.	Sistema de administración de drogas mejorado a partir de la convergencia entre la bio y la nanotecnología.	Mayores porciones de mercado atendidas por biomateriales (como bioplásticos).
Clonaciones de animales de alto valor en los stocks de cría.	Nuevos nutracéuticos, producidos a partir de microorganismos OGM, y plantas o extractos marinos.	
Principales granos de los países en desarrollo reforzados con vitaminas y nutrientes a partir de modificaciones genéticas.	Test genéticos de bajo costo para factores de riesgo en enfermedades crónicas (artritis, diabetes II, coronarias, algunos cánceres)	
Microbiología de suelos	La medicina regenerativa proveerá mejor manejo de la diabetes y el reemplazo o reparación de ciertos tipos de tejidos dañados.	

Tabla 1. Biotecnologías con alta probabilidad de llegar al mercado para el año 2030 según la OCDE. (2009).

Cabe aclarar que para el año 2005 dicha organización ya había propuesto una definición de biotecnología: la biotecnología es “la aplicación de la ciencia y la tecnología a los organismos vivos, así como a partes, productos y modelos de los mismos, para alterar materiales vivos o no, con el fin de producir conocimientos, bienes o servicios” (OCDE, 2005).

Ahora bien, el Coordinador de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología-Iberoamericana e Interamericana (RICYT), Rodolfo Barrere (2009), amplía dicha definición de acuerdo al enfoque y alcances de las siguientes técnicas biotecnológicas:

- ADN (Ácido Desoxirribonucleico) /ARN (Ácido Ribonucleico): genómica, farmacogenética, sondas de genes, ingeniería genética, secuenciado/síntesis/amplificación de ADN/ARN, patrones de expresión genética y uso de tecnología antisentido, ARN de interferencia.
- Proteínas y otras moléculas: secuenciación/síntesis/ingeniería de proteínas y péptidos (incluyendo grandes moléculas con actividad hormonal), métodos de envío y liberación mejorados de grandes moléculas con acción farmacológica, proteómica, aislamiento y purificación de proteínas, identificación de receptores celulares y de señales celulares.
- Cultivo e ingeniería celular y de tejidos: cultivo de células/tejidos, ingeniería de tejidos (incluyendo ingeniería biomédica y estructura para el armado de tejidos), hibridación y fusión celular, vacunas/estimulantes de inmunidad, manipulación de embriones.
- Biotecnología de procesos: fermentación utilizando biorreactores, bioprocesos, bio-lixiviación, bio-producción de pulpa de papel, bio-blanqueado, bio-desulfuración, biofiltración y biorremediación.
- Genes y vectores de ADN/ARN: terapia génica, vectores virales.
- Bioinformática: construcción de bases de datos de genomas, secuencias de proteínas, y modelización de complejos procesos biológicos, incluyendo biología de sistemas.
- Nanobiotecnología: aplicaciones de herramientas y procesos de nano y microfabricación a la construcción de dispositivos para estudiar biosistemas y aplicaciones en entrega de drogas, diagnósticos, etc. (Barrere, 2009, p. 10).

## **2.5 Contexto nacional**

Rodolfo Barrere continúa siendo un defensor de dichas técnicas biotecnológicas como modelo de desarrollo e innovación. Ahora, al Colombia ser un país iberoamericano, ¿cómo se implementan estas técnicas de ingeniería genética, secuenciación, ingeniería celular,

hibridación, biorremediación y de bioprospección?, ¿cuáles son los lineamientos establecidos por el gobierno nacional que les permiten a estos centros llevar a cabo sus investigaciones?

Inicialmente en Colombia se expidió el documento del Consejo Nacional de Política Económica y Social, CONPES 3582 de 2009, el cual contempla la focalización de la acción pública en áreas estratégicas para la priorización de actividades económicas que tengan correspondencia con las decisiones de priorización de desarrollo de capacidades científicas, tecnológicas y de innovación. Como punto de partida, identifica las siguientes áreas estratégicas: energía y recursos naturales; biotecnología; salud; materiales y electrónica; tecnologías de información y comunicaciones; logística y diseño, y, por último, construcción de ciudadanía e inclusión social (CONPES, 2009, p. 2). Destaca el interés de promover la innovación para modificar la competitividad del país (CONPES, 2009, p. 8). Además, propone fortalecer las capacidades regionales para la generación, gestión y uso del conocimiento (CONPES, 2009, p. 52).

Acto seguido, el gobierno expidió el CONPES 3697 del 14 de junio de 2011 sobre políticas para el desarrollo comercial de la biotecnología a partir del uso sostenible de la biodiversidad. Este documento promueve el uso comercial, sostenible y productivo de los recursos biológicos, genéticos y sus derivados, la creación de instrumentos financieros para fortalecer empresas de base biotecnológica, adecuar y revisar el marco normativo relacionado con el acceso a los recursos genéticos y sus derivados y ajustar y actualizar la normatividad sobre producción y comercialización de medicamentos biotecnológicos y productos fitoterapéuticos.

Estos lineamientos fueron asumidos en el Programa Nacional de Biotecnología del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias), el cual “busca reunir las capacidades de investigación e innovación de universidades, centros de investigación y empresas con el propósito de articularlos entre sí y con las entidades del Estado, para contribuir al incremento del desarrollo, el bienestar y la competitividad económica de Colombia, a partir del conocimiento, protección y aprovechamiento de la biodiversidad” (Colciencias, s. f.).

En el capítulo sexto del texto *Biotecnología, agrocombustibles y cambio climático, perspectiva crítica* (2015), Libia Esperanza Nieto Gómez y colaboradores enlistan las líneas de acción de este programa, las cuales buscan la consolidación de la industria biotecnológica en Colombia, el desarrollo y producción de biocombustibles renovables y ambientalmente sostenibles y conocimiento, protección y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad. De acuerdo con los objetivos y estrategias definidos en la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, el Programa Nacional de Biotecnología plantea los siguientes lineamientos:

- Promover la creación y el desarrollo de consorcios empresariales y de empresas biotecnológicas en áreas estratégicas.
- Incentivar la protección de la propiedad intelectual.
- Impulsar las iniciativas legales tendientes a conformar un marco regulatorio coherente y transparente que favorezca el desarrollo de la biotecnología.
- Desarrollar iniciativas regulatorias urgentes y necesarias para lograr el despegue del esfuerzo nacional en biotecnología y bioseguridad.
- Incrementar los recursos humanos dedicados a la I+D y gestión biotecnológica en áreas estratégicas.
- Establecer nuevas modalidades de financiamiento para la I+D en biotecnología.
- Promover la institucionalidad para la coordinación pública y la participación ciudadana.
- Desarrollar y desplegar instrumentos de promoción del sector biotecnológico empresarial.
- Gestionar la creación de nuevos centros de biotecnología moderna (Nieto et al., 2015, p. 107-108).

Por esta razón se hace evidentemente necesaria una revisión en detalle de los riesgos de dichas prácticas, “la cuestión no es biotecnología sí/biotecnología no, sino qué tipo de biotecnologías para una sociedad sustentable” (Riechmann, 2004, p. 321). La promoción de la biotecnología en el contexto de la lógica capitalista de acumulación y generación permanente de capital conduce a una visión utilitaria de la naturaleza que no considera los daños ecológicos y sociales (Nieto et al., 2015, p. 110), “en el corazón de la crítica están los

efectos biotecnológicos sobre las condiciones sociales y económicas y los valores culturales, religiosos y morales” (Altieri, 2003, p.49).

Riechmann (2004), considera importante tener en cuenta, para la adopción de la ingeniería genética y la biotecnología, los criterios de sustentabilidad ecológica, precaución y justicia social. Existen riesgos y cuestiones sociopolíticas asociadas a la biotecnología que plantean preguntas relacionadas con los objetivos que esta busca, los beneficiarios, los efectos sobre los seres vivos, los efectos ambientales, sociales, económicos y políticos, quién pierde con la biotecnología y si hay o no alternativas menos nocivas y socialmente más justas (Altieri, 2003, p. 4).

Riechmann reflexiona: “biotecnologías –incluyendo la ingeniería genética –al servicio de una sociedad sustentable, sí; biotecnologías para intentar proseguir la expansión capitalista sobre una base tecnológica nueva, no, de ninguna manera” (Riechmann, 2004, p. 322). Además, distingue entre biotecnologías tradicionales y biotecnologías modernas. En sentido amplio, las actividades agropecuarias desde la Revolución Neolítica, hace 10.000 años, presuponen biotecnologías, entre las que se pueden mencionar la domesticación de plantas y animales (con técnicas tradicionales de mejora genética), fermentación con levaduras (pan, cerveza, vino, yogur, queso), biocombustibles (alcohol, gas metano) y depuración de aguas residuales con microorganismos (Riechmann, 2004, p. 90). A partir de la segunda mitad del siglo XX, surgen nuevas biotecnologías basadas, entre otras técnicas, en la “revolución del ADN recombinante”, la fusión celular y nuevos procesos de bioingeniería (Riechmann, 2004; Muñoz, 1997). Estas nuevas biotecnologías difieren de las biotecnologías tradicionales por tres razones que se citan de Riechmann (2004), que son:

- Los “biotecnólogos” de las culturas campesinas tradicionales podían cruzar entre sí sólo variedades o especies emparentadas estrechamente: no podían aislar material genético de un organismo cualquiera e insertarlo en otro. Hoy, básicamente, se han derribado las barreras para el intercambio artificial de material genético entre dos organismos cualesquiera. La manipulación genética salta por encima de las barreras biológicas que separan a las distintas especies, pone fuera de fuego los mecanismos naturales de la

evolución e interviene en las interacciones génicas hasta ahora inaccesibles al ser humano [...]

- La tecnología del ADN recombinante, al permitir la introducción de genes extraños en un organismo, tiene efectos impredecibles sobre su fisiología y bioquímica: a menudo estos efectos son nocivos (entre ellos se cuenta el desencadenamiento de procesos cancerosos).
- Las transferencias de genes se hacen a través de vectores<sup>24</sup>.

Después de este recorrido por el contexto internacional y nacional surgen entonces los siguientes interrogantes ¿en Colombia se tienen en cuenta las limitaciones y repercusiones de la aplicación de estas técnicas biotecnológicas?, ¿las empresas y centros de investigación en biotecnología cuentan la realidad de sus procesos?

Para responder a estos cuestionamientos, inicialmente se debe tener en cuenta la meta que pretende alcanzar Colombia para la siguiente década: “Colombia aspira que para el año 2032 se le reconozca como líder en el desarrollo, producción, comercialización y exportación de productos de alto valor agregado, derivados del uso sostenible de la biodiversidad” (BIOS et al., 2018, p. 8). De ahí que, en respuesta a esta iniciativa, el Gobierno Nacional desarrolló distintas estrategias para crear las condiciones tanto económicas, técnicas e institucionales, como legales, que faciliten el desarrollo de empresas con productos comercializables basados en el uso sostenible y con la aplicación de la biotecnología (Procolombia, 2015).

De acuerdo al Índice Departamental de Competitividad, IDC, (2015), presentado por el Consejo Privado de Competitividad y la Universidad del Rosario, en su pilar Innovación y Dinámica Empresarial, se consideran como parámetros o pilares de medición: la investigación (investigación de alta calidad y revistas indexadas), inversión en CTI y patentes

---

<sup>24</sup> Es una molécula de ADN que se utiliza como vehículo para transportar un segmento particular de ADN al interior de la célula huésped como parte de una técnica de clonación o ADN recombinante. El vector habitualmente ayuda en la replicación o expresión de la secuencia de ADN insertado en el interior de la célula huésped. National Human Genome Research Institute. Glosario de genética. <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Vector>

y diseños industriales, destacándose Bogotá (primer lugar), Antioquia y Caldas (segundo y tercer lugar, respectivamente) como las regiones con mejores resultados en esta materia.

A partir del Plan Nacional de Desarrollo 2010, Colombia esperaba crecer en por lo menos un 1% en la biotecnología, de tal forma que para el año 2019 el crecimiento anual del PIB alcanzara una proyección del 2%. De igual forma, a través del Programa Visión Colombia 2019, el país busca fortalecer su capacidad científica, tecnológica y empresarial, impulsando la formación de consorcios y el aprovechamiento de la biodiversidad, por medio de la bioprospección (BIOS et al., 2018, p. 14). Ahora, para el año 2020, año de la publicación de la Misión de Bioeconomía en Colombia, bajo el lema *Bioeconomía para una Colombia potencia viva y diversa: hacia una sociedad impulsada por el conocimiento*, estrategia que vincula al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Instituto Alexander von Humboldt, Sistema Nacional Ambiental y el Instituto Global para el Crecimiento Verde, GGGI por sus siglas en inglés (Global Green Growth Institute), y cuya visión se extiende para el año 2030, se proponen las siguientes metas:



## Metas

- **Bioeconomía** aportará **10%** al PIB en el 2030.
- **Creación de empleos:** **2.5 MILLONES** de nuevos puestos de trabajo a 2030.
- Más de **500 Bioproductos** que incluyen nuevos principios activos, bioproductos en etapa pre-comerciales y comerciales, y ampliaciones de registros a nuevos mercados nacionales e internacionales.
- Apoyar los **32 Departamentos** y a Bogotá Distrito Capital para el desarrollo y consolidación de cadenas de valor y clústeres orientados al desarrollo de la bioeconomía en el país.

Figura 26. Metas Misión de Bioeconomía en Colombia. Gobierno de Colombia. (2020)

### 2.6 Contexto local

Desde esta perspectiva: ¿cómo se llevan a cabo los bionegocios en el departamento de Caldas que logran posicionarlo en un tercer lugar?, ¿cuáles instituciones, empresas y grupos de investigación llevan a cabo procesos biotecnológicos?, ¿de qué tipo de bionegocios se trata?

Lo primero que se debe revisar para responder estos planteamientos es el Proyecto Caldas Bio-Región, el cual “busca desarrollar acciones para fortalecer la formación, infraestructura tecnológica, el trabajo colaborativo y la investigación e innovación en el ecosistema empresarial del país a través de la biotecnología, con el propósito de generar valor agregado que permita participar con altos estándares de competitividad y calidad en los mercados globalizados” (BIOS et al., 2018, p. 8). El Proyecto Caldas Bio-Región como mecanismo para generar estrategias sostenibles de trabajo en red y fortalecer el sistema biotecnológico

del país, caracterizó 4 sectores económicos (alimentos, salud, cosmética y agro) con el fin de conocer el estado del sistema biotecnológico nacional y los desafíos a los que se enfrentan las industrias colombianas (BIOS et al., 2018, p. 1).

Dentro de este contexto se deben exponer aquellos centros de investigación y empresas que, a nivel local, llevan a cabo procesos biotecnológicos, de bioprospección y bionegocios. Encabeza la lista la Universidad de Caldas con ocho (8) grupos de investigación en biotecnología y afines; seguida de la Universidad Autónoma de Manizales, la Universidad de Manizales, la Universidad Católica y la Universidad Nacional (sede Manizales), cada una con dos (2) grupos de investigación en biotecnología y afines y, con un (1) grupo de investigación en biotecnología y afines, se encuentra el Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico SENNOVA, del SENA Regional Caldas (BIOS et al., 2018, p. 51-56).

En cuanto a los servicios de laboratorios e institutos de investigación en biotecnología encabeza la lista, de nuevo, la Universidad de Caldas con siete (7), seguida de la Universidad Nacional (sede Manizales) con dos (2) y la Universidad Católica con uno (1) (BIOS et al., 2018, p. 57-61). Esta información se amplía en la Tabla 2. Como complemento a lo anterior, se presentan en la Figura 6 las empresas que, en Manizales, para el año 2018, priorizaban en procesos y servicios biotecnológicos.

Institución	Grupo de investigación/semillero de investigación	Instituto/laboratorio	
Universidad de Caldas	Biología de la producción pecuaria	Laboratorio de microbiología de alimentos	
	Producción agropecuaria	Laboratorio de calidad	
	Cromatografía y técnicas afines	Laboratorio de análisis sensorial	
	Fitotécnia	Laboratorio de procesos agroindustriales	
	Tecnologías de la información y redes	Laboratorio de análisis sensorial del café	
	Bioimpedancia eléctrica	Laboratorio de biología molecular	
	Alimentos y agroindustria	Planta de bioprocesos y agroindustria	
	Ciencias veterinarias		
Universidad Autónoma de Manizales	Neuroaprendizaje		
	Diseño y complejidad		
	Semillero en nanociencia y nanotecnología		
Universidad de Manizales	Ciencias biomédicas		
	Talento humano		
	Centro de Investigación en Medio Ambiente y Desarrollo		
Universidad Católica de Manizales	Grupo de Investigaciones Biológicas, GIBI		Instituto de Investigación en Microbiología y Biotecnología Agroindustrial
	Investigación y desarrollo tecnológico para el sector agroindustrial INDE TSA		
	Desarrollos Tecnológicos y Ambientales, GIDTA		
Universidad Nacional (sede Manizales)	Bacterias ácido-lácticas y sus aplicaciones biotecnológicas industriales		Laboratorio de bioproductos
	Alimentos frutales	Instituto de Biotecnología y Agroindustria	
	TICCIH Colombia		
SENNOVA	BIOSAN		
SENA	Grupo de Investigación, Diseño y Desarrollo Aplicado, GRINDDA		
Centro de Bioinformática y Biología Computacional, BIOS			

Tabla 2. Grupos, semilleros, laboratorios e institutos de investigación en biotecnología en Caldas. Elaboración propia.

(2021)

## ¿Por qué Invertir en Biotecnología en Manizales?

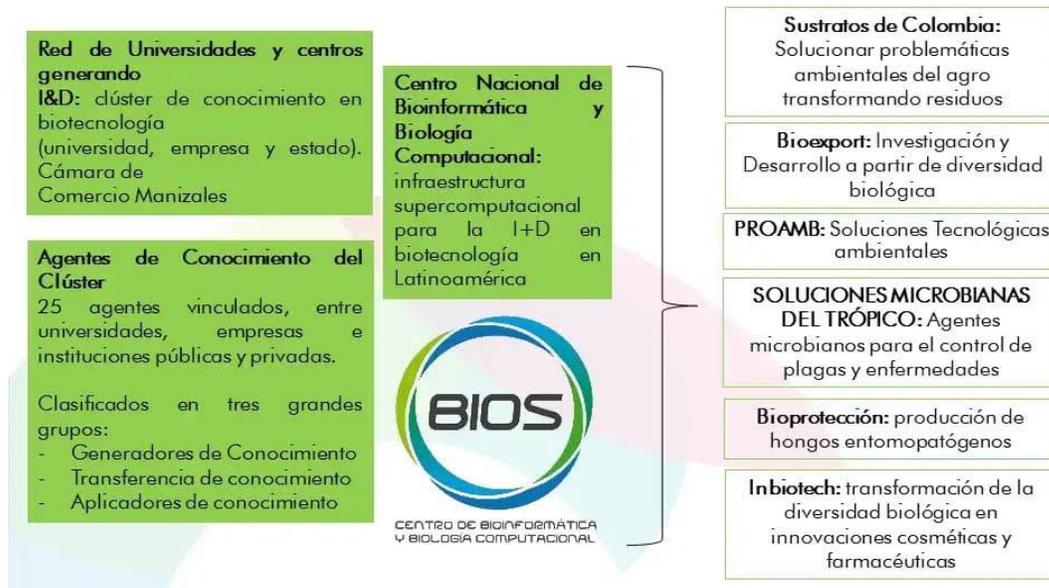


Figura 27. Empresas biotecnológicas en Manizales. InvestInManizales. (2018).

El pasado 24 de septiembre de 2021, en Termales El Otoño de la ciudad de Manizales, se llevó a cabo el evento denominado *Rueda de negocios del sector biotecnología y bionegocios*, “este evento busca generar un espacio de trascendencia para la comercialización, que se complementa con posibilidades de generación de alianzas, cooperación, procesos de investigación conjunta entre los actores del sector de biotecnología y bionegocios de la ciudad”, agregó Claudia Patricia Benavides Salazar, directora de la Fundación Universidad Empresa Estado Eje Cafetero, FUEEEC. Los seis ejes temáticos (sectores empresariales) de la rueda de negocios consistían en cannabis, biofertilizantes, bioindustria, industrias de soporte, salud y fitomedicamentos y bioeconomía.

El correspondiente enfoque biotecnológico de cada una de las empresas que participaron en el evento y que tienen acción en el departamento de Caldas y en el municipio de Manizales, se precisa con más profundidad a continuación.



INFORMACIÓN DE CONTACTO  
 Andrés Hoyos Botero  
 ahoyos@cannabiol.co  
 3104161234  
 Web: <http://www.cannabiol.co>

**Sectores agrícola, alimentos y salud.**



Productores de fitocompuestos derivados de cannabis orgánico. Vamos más allá de los extractos, producimos productos de alto valor usando residuos de procesos de extracción, atendiendo la industria cosmética, alimentos y fibra.

**PRODUCTOS:**

- Semillas.
- Esquejes.
- Extractos.
- Derivados.
- Fitocannabinoides.

Figura 28. Empresas biotecnológicas con incidencia en el departamento de Caldas y en el municipio de Manizales. Rueda de negocios del sector biotecnología y bionegocios. (2021).



INFORMACIÓN DE CONTACTO  
 Julián Ricardo León Zuleta  
 ceo@cubikangroup.com  
 317 4052 7999  
 Web: [www.cubikangroup.com/](http://www.cubikangroup.com/)

**Sectores de salud y procesos agroindustriales.**



Compañía de biotecnología agrícola líder en desarrollo de ingredientes derivados de Cannabis para industrias cosmética, farma y alimentos. Creamos genéticas Premium y cultivamos flores exóticas de Cannabis Colombiano.

**PRODUCTOS:**

- Semillas de Cannabis.
- Flor seca premium tipo dispensario.
- Extractos de Cannabis para diversas industrias.
- Cosmeceúticos y bioingredientes.
- Servicio de maquila.

Figura 29. Empresas biotecnológicas con incidencia en el departamento de Caldas y en el municipio de Manizales. Rueda de negocios del sector biotecnología y bionegocios. (2021).




**INFORMACIÓN DE CONTACTO**  
 Andrés Cardona Isaza  
 cannabisinvtro@gmail.com  
 3003274527  
 Web: www.cannabisinvtro.com

**Sectores agrícola y pecuario.**

Laboratorio enfocado en la producción de semillas de cannabis libres de Virus y Patógenos usando técnicas de Micropropagación In Vitro como el cultivo de meristemos.

**PRODUCTOS:**

- Rejuvenecimiento de plantas madre.
- Conversación genética en banco de Germoplasma.
- Producción de semillas de Cannabis.
- Producción de flores.
- Extracto de cannabis.



Figura 30. Empresas biotecnológicas con incidencia en el departamento de Caldas y en el municipio de Manizales. Rueda de negocios del sector biotecnología y bionegocios. (2021).




**INFORMACIÓN DE CONTACTO**  
 Juliana Trujillo  
 juliana.trujillo@greenqueens.com.co  
 3108835696  
 Web: bit.ly/GreenQueens

**Sectores agrícola, pecuario, cosmético y aseo.**

En Green Queens nos enfocamos en el desarrollo de cultivos orgánicos de cannabis, con énfasis en investigación para mejoramiento genético garantizando calidad y trazabilidad de la flor seca.

**PRODUCTOS:**

- Flor seca.
- Bioingredientes.
- Cosméticos.



Figura 31. Empresas biotecnológicas con incidencia en el departamento de Caldas y en el municipio de Manizales. Rueda de negocios del sector biotecnología y bionegocios. (2021).



**INFORMACIÓN DE CONTACTO**  
 Mario Antonio Franco  
 maranfaj@hotmail.com  
 3158911604  
 Web: bit.ly/gf\_biotechnology

**Sectores alimentos, bebidas, aseo y salud.**



En Green Flowers Biotechnology nos enfocamos en la producción de cultivos orgánicos de cannabis empleando tecnología en su proceso, con el fin de llevar al consumidor productos de gran calidad para ser empleados en diversas industrias.

**PRODUCTOS:**

- Derivados del cannabis de alta pureza.
- Cannabidiol en polvo para bebidas.
- Goma de mascar de Cannabidiol.



Figura 32. Empresas biotecnológicas con incidencia en el departamento de Caldas y en el municipio de Manizales. Rueda de negocios del sector biotecnología y bionegocios. (2021).



**INFORMACIÓN DE CONTACTO**  
 Juan Camilo Garda López  
 bilrost.cerveceria@gmail.com  
 3165917467  
 http://www.bilrostcerveceria.com.co/

**Sectores alimentos y bebidas.**



En Bilröst Cerveza Artesana, lanzamos una nueva propuesta de producción en cervezas artesanales premium en todo el eje cafetero colombiano; rescatando así tradiciones cerveceras del mundo, con productos innovadores y experienciales.

**PRODUCTOS:**

- Cerveza artesanal.
- Coffee Stout Marca Bilröst.



Figura 33. Empresas biotecnológicas con incidencia en el departamento de Caldas y en el municipio de Manizales. Rueda de negocios del sector biotecnología y bionegocios. (2021).

**Bio Solutions**  
Apasionados por la innovación

**Sectores alimentos, farmacéutico y salud.**

**INFORMACIÓN DE CONTACTO**  
Julián Andrés Vargas Alzate  
calidad@biosolutions.com.co  
3113830366  
Web: <http://biosolutions.com.co>

**PRODUCTOS:**

- CBD Active-Ingrediente industrial derivado de Cannabis.
- Hand In Scan- escáner para verificar lavado de manos.
- Lumitester- verificador de limpieza de superficies.
- Medios de cultivo y reactivos químicos.
- Kits para antibióticos y adulterantes en leche.
- Equipos de laboratorio.

Figura 34. Empresas biotecnológicas con incidencia en el departamento de Caldas y en el municipio de Manizales. Rueda de negocios del sector biotecnología y bionegocios. (2021).

**CEFERTIL**  
GINECOLOGÍA ACTIVA.

**Sector de salud.**

**INFORMACIÓN DE CONTACTO**  
Patricia Sánchez Hurtado  
administrativo@cefertil.net  
3216479143  
Web: <https://www.cefertil.net/>

**PRODUCTOS:**

- Consulta externa en Ginecología.
- Obstetricia.
- Endocrinología Ginecológica.
- Ecografía ginecológica y obstétrica.
- Cirugía mínimamente invasiva.
- Tratamientos de Reproducción Asistida.
- Asesoría Psicológica especializada.

Figura 35. Empresas biotecnológicas con incidencia en el departamento de Caldas y en el municipio de Manizales. Rueda de negocios del sector biotecnología y bionegocios. (2021).



Nos dedicamos a la investigación y desarrollo de fitomedicamentos que tienen como base extractos naturales. Nuestros productos garantizan su efectividad a través de un proceso de fabricación soportado en estudios científicos.

**PRODUCTOS:**

- Cox ar gel.
- Cox ar cápsulas.
- Biomagnet.
- Stovid.
- Gastribidens.
- Digret.
- Argicard.
- Endoshen.
- MucO2.
- Starken.
- Krafx.
- Vital green.



Figura 36. Empresas biotecnológicas con incidencia en el departamento de Caldas y en el municipio de Manizales. Rueda de negocios del sector biotecnología y bionegocios. (2021).



Producimos, bio transformamos y comercializamos productos orgánicos y naturales con énfasis en la línea de los alimentos funcionales, las bebidas nutracéuticas y los fitofármacos con múltiples usos, bondades y virtudes.

**PRODUCTOS:**

- Línea Gold, Nutriaroma, Zi fruit.
- Fitofármacos.
- Aceites esenciales de alta pureza.
- Extractos herbales y frutiherbales.
- Aromáticas líquidas, nectarina, mermelights y mucho más.



Figura 37. Empresas biotecnológicas con incidencia en el departamento de Caldas y en el municipio de Manizales. Rueda de negocios del sector biotecnología y bionegocios. (2021).



Figura 38. Empresas biotecnológicas con incidencia en el departamento de Caldas y en el municipio de Manizales. Rueda de negocios del sector biotecnología y bionegocios. (2021).

A lo anterior se suma la participación de la Universidad de Caldas en el programa “Biofábricas: una oportunidad de desarrollo bioeconómico para Caldas a través de la biotecnología”, ganador de la convocatoria 903 de 2021 de Minciencias y financiado con 4 mil 400 millones de pesos. El programa lo integran la Universidad de Manizales como ejecutora, la Universidad de Caldas, la Universidad Autónoma de Manizales, la Universidad Católica de Manizales, la Universidad Católica Luis Amigó, el Centro de Bioinformática y Biología Computacional de Colombia – BIOS y la Gobernación de Caldas (Universidad de Caldas, 2022). “Biofábricas tiene como propósito fortalecer la competitividad en el departamento de Caldas mediante el aprovechamiento de su biodiversidad, biotecnología, articulación institucional y la ciencia de datos para el desarrollo de bioproductos bajo un modelo bioeconómico de Biofábricas” agregó Oscar Julián Sánchez Toro, docente investigador perteneciente al programa.

## 2.7 Otras consideraciones

Dentro de la crítica al que denomino *sistema bioprospección-biopiratería-bionegocios*, resaltan las palabras del académico colombiano Carlos Eduardo Maldonado (2004), el cual se refiere a la aplicación de técnicas biotecnológicas a que “con la biotecnología, los tiempos

naturales se han vuelto tiempos humanos” (Maldonado, 2004, p. 38). La biotecnología atraviesa y tiene consecuencias en los ámbitos social, cultural y científico, por lo que se requieren investigaciones y proyectos que permitan abordar las problemáticas ecológicas y ambientales derivadas de la aplicación de la biotecnología en el país.

De gran asombro fue el hecho de que, al revisar en los textos el desarrollo e implementación de las técnicas biotecnológicas y de bioprospección en el país, me topara con el texto *Valor de la bioprospección en Colombia* del año 1997, producto de las ponencias y del trabajo realizado por varios investigadores de la Pontificia Universidad Javeriana y otros colaboradores, presentados en el Seminario Internacional en diciembre del mismo año, con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo. Aunque la referencia es de hace más de dos décadas, es importante citarla, debido a que sienta las bases para comprender lo que es hoy la bioprospección en Colombia, el cómo la bioprospección crece de manera alarmante y, por el contrario, la biodiversidad se ve completamente afectada y reducida.

Eduardo Verano de la Rosa, para ese entonces ministro del Medio Ambiente, recalca en la instalación del evento lo siguiente.

Colombia en conjunto con los otros países de la Región Andina decide reglamentar los artículos 8, 15 y 16 del convenio de biodiversidad que tratan sobre protección al conocimiento social a los recursos genéticos, acceso a los recursos genéticos y distribución de beneficios derivados del acceso a estos recursos. De acuerdo con lo anterior los cinco países miembros del Acuerdo de Cartagena (Colombia, Venezuela, Ecuador, Bolivia y Perú) aprueban en julio de 1996 la Decisión Andina 391 sobre acceso a los recursos genéticos. Sin embargo, también nos queda claro que los avances en materia jurídica, aunque en algunos casos son necesarios, no son por sí solos suficientes para garantizar adecuados niveles de conocimiento, conservación y uso de nuestros recursos genéticos (1997, p. 15).

Siguiente al discurso del ministro, toma la palabra el para entonces viceministro del Medio Ambiente, Fabio Arjona Hincapié, el cual profundiza en el tema de valoración económica de los recursos genéticos:

De igual forma la Decisión Andina establece las condiciones para celebrar contratos de acceso. Estos contratos se celebran entre el Estado y una persona natural o jurídica. Vale la pena resaltar que, aunque la Decisión Andina establece un marco jurídico, no hay claridad sobre la metodología de valorar los recursos genéticos que estamos dispuestos a ofrecer a la comunidad internacional. En este orden de ideas, el Ministerio del Medio Ambiente está en proceso de definir una estrategia de acceso a los recursos genéticos del país. Al respecto, una de las grandes dificultades planteadas es la fijación de un precio para estos recursos. A nivel teórico lo ideal sería valorarlos económicamente. Sin embargo, en la práctica, reconocemos que este enfoque tiene grandes problemas. En la búsqueda de una solución a este problema se han planteado varios mecanismos para determinar el precio que están dispuestos a pagar los compradores de nuestros bienes y servicios y más concretamente ¿cuál es el precio que están dispuestos a pagar por acceder a nuestra riqueza de biodiversidad? (1997, p. 18)

¿Cómo es posible hablar del precio de la biodiversidad? En las palabras del ministro Verano de la Rosa, del viceministro Arjona y en las de todas las personas participes del evento, prevalece la fe en el desarrollo científico y tecnológico para estar a la vanguardia del Norte Global y promover el aprovechamiento, saqueo y explotación de los recursos naturales propios del país, claro está sin utilizar los términos “saqueo” y “explotación”.

¿La tecnología colombiana en genética e investigación biológica está en capacidad de competir con multinacionales o compañías farmacéuticas internacionales? Se deben dar estímulos para que generemos un capital humano, científico y tecnológico que nos permita cambiar el esquema de exportador de materias primas, que ha perdurado en nuestra cultura por cientos de años. Debemos reconocer que es mejor establecer un sistema claro y de fácil implementación para el acceso a nuestros recursos genéticos, a que continúe el uso no autorizado de los mismos (1997, p. 20).

Cierra el documento las palabras de Gabriel Cadena, respecto a los alcances de la biotecnología:

Pero la biotecnología hoy nos ha mostrado que los genes no tienen barreras entre las especies, que se puede producir plantas transgénicas, que una planta puede ser enriquecida con genes provenientes de una bacteria o que una planta

puede ser enriquecida con bacterias provenientes de un pez. Entonces ya no solamente la biodiversidad la tenemos que mirar desde el punto de vista exclusivo de los productos del fenotipo, sino que tenemos que ir al genotipo porque es allí donde está toda la información real y valiosa de la biodiversidad (1997, p. 194).

De entrada al siglo XXI, la autora Natalia Agudelo Sepúlveda con su texto *Recursos genéticos: ¿protección o usurpación?* (2003), habla de las aristas de la biopropiedad, para lo cual en uno de los apartados describe:

Los territorios megadiversos del mundo son: México, Colombia, Brasil, Zaire, Madagascar e Indonesia, los cuales tienen en conjunto el 80% de las especies del mundo. Paradójicamente estos países, en medio de la riqueza biológica, forman parte de la categoría Sur del análisis político-económico del mundo. No han sido estos países los que han liderado las propuestas políticas frente al medio ambiente, ni sus preocupaciones las que están en el orden del día del nuevo orden mundial, más bien son los objetos, y no los sujetos, de las políticas definidas por los países hegemónicos (Sepúlveda, 2003, p. 2).

A lo que se suman los aportes que concluyen el texto de Silvia Rodríguez, *Injusticia y lucro en contratos de bioprospección* (2003), por medio de los cuales la autora explica el verdadero panorama de las aplicaciones biotecnológicas en los países más biodiversos:

La Convención de Diversidad Biológica claramente solicita a los países ricos en biodiversidad facilitar el acceso a sus recursos, y a los países industrializados compartir su tecnología. Diez años de experiencia nos indican que las presiones para cumplir con estas solicitudes las reciben solamente los países tropicales a quienes explícitamente se les exige no poner trabas al acceso a sus recursos y aceptar la imposición de la propiedad intelectual en los productos derivados de ellos. En cambio, a los países industrializados no se les cuestionan las barreras para el acceso a la tecnología patentada, la cual se transfiere con grandes limitaciones y bajo los términos de los derechos de propiedad intelectual y de la renta tecnológica que se aplica al precio (2003, p. 11).

Maldonado (2004) presta especial atención a las consecuencias científica, ética y política de la biotecnología para ilustrar la tensión entre la bioética y la biopolítica, y señala que estas tres consecuencias se relacionan fuertemente entre sí. Según este autor, la consecuencia

científica de la biotecnología consiste en haber transformado la naturaleza, haber actuado sobre la naturaleza. Las consecuencias éticas de la biotecnología tienen que ver con el uso de, y el acceso a, la biotecnología; el problema consiste en el empleo discriminado de los productos de la investigación científica, en su apropiación privada. Este problema ético se revela como problema político. La principal consecuencia política de la biotecnología tiene que ver con la identificación de uno de los principales sectores de la economía mundial, a saber: la industria farmacéutica y que contiene tres expresiones puntuales de la existencia de los seres humanos: la salud, la belleza y la longevidad. Y la industria farmacéutica es eminentemente privada (Nieto et al., 2015, p. 115). La apuesta de los gobiernos locales y nacionales por la innovación, la investigación y la implementación de la biotecnología, deja por fuera las dimensiones culturales, sociales y ambientales.

En este contexto, se muestra la biodiversidad y su conocimiento como riqueza estratégica para el desarrollo capitalista (sobre todo para los capitales vinculados en el desarrollo de la tecnología de punta -biotecnología-), de ahí que los capitalistas involucrados se roben esa riqueza y se valgan de mecanismos legales de propiedad intelectual para hacer válida su propiedad privada (Delgado Ramos, 2001, p. 177). A este punto, sumados al contexto de las técnicas biotecnológicas, entran a la discusión los conceptos de bioprospección (que tanto ha sido nombrado en párrafos anteriores) y biopiratería. Todo esto resume la realidad a la cual nos venimos enfrentando, *el sistema bioprospección-biopiratería-bionegocios*, es el que involucra los procesos de saqueo y apropiación de la biodiversidad.

La biopiratería es considerada por algunos autores como una nueva forma de colonialismo por parte de los países industrializados a través de las multinacionales, sobre los países del tercer mundo que poseen una gran cantidad de recursos naturales y conocimiento tradicional ligado a estos (Sánchez, 2017, p. 26). Puede entenderse a la biopiratería como la apropiación del conocimiento tradicional por medio de patentes, dejando de lado a las comunidades que desarrollan un saber determinado, como producto de su relación con el medio ambiente y con la riqueza biológica que les rodea. La biopiratería es más frecuente en las áreas megadiversas del planeta y, en general, afecta a las comunidades indígenas, que pierden sus derechos sobre el conocimiento que tienen sobre la biodiversidad (Sánchez, 2017, p. 26).

A continuación, se explica el ciclo de funcionamiento de la estrecha relación que se presenta entre la bioprospección y la biopiratería. La biopiratería inicia con un proceso conocido como bioprospección, que consiste en explorar e investigar selectivamente la biodiversidad con la finalidad de hallar recursos genéticos y bioquímicos, potencialmente rentables, para luego patentarlos y comercializarlos. Estos proyectos de bioprospección dependen del conocimiento de las comunidades rurales e indígenas, las que desde el precapitalismo han construido una relación íntima con la naturaleza (Delgado Ramos, 2001, p.181). La segunda etapa del proceso, que se define como “intervención”, corresponde a la obtención del principio activo de la muestra extraída, para la obtención de su mapa genético, para luego ser manipulada e intervenida. Y la tercera etapa, tiene que ver con la obtención de la patente, mediante la cual se garantiza el derecho de propiedad, que va en contra de las comunidades indígenas, pues no tienen la capacidad ni los recursos para desarrollar y patentar, ni tampoco hace parte de su cosmovisión obtener dicho derecho (Sánchez, 2017, p. 27).

En conclusión, el sistema bioprospección-biopiratería-bionegocios arrasa con los índices de biodiversidad en el planeta. Las prácticas que involucra este sistema, no solo afectan los ciclos biogeoquímicos de la Tierra, sino todos los ciclos de vida de las especies que lo habitan. Las instituciones, laboratorios y empresas dedicadas a la explotación de la biodiversidad, deben priorizar la participación de las comunidades, el conocimiento ancestral y el derecho por la vida, antes que la elaboración y distribución de productos derivados de la manipulación y exclusión natural y cultural, tradicional de los países del Sur Global.

Si bien se cuenta con gran cantidad de informes alusivos a la forma de establecer prácticas biotecnológicas en los ecosistemas, no son suficientes de manera reglamentaria si se comparan con los niveles de decremento de la biodiversidad en las zonas intervenidas. Las ganancias obtenidas por realizar bioprospección y por el establecimiento de los bionegocios, no tienen comparación con la pérdida acelerada de diversidad biológica y la alteración de las zonas donde habitan las especies. Es nuestra responsabilidad, realizar seguimiento a las investigaciones biotecnológicas establecidas en el departamento de Caldas, los permisos otorgados, la forma cómo acceden a los territorios y la reglamentación que pueda limitar la explotación y el saqueo de la naturaleza.

*“Los mismos que empobrecen a los pobres  
tachan la fertilidad de la tierra  
privatizan lo que es de todos  
deforestan el sentido de las palabras  
cercenan los vínculos entre aquí y allá  
se presentan como príncipes de la cultura.  
Eso no me hace desconfiar de la cultura  
pero si me hace  
aborrecer doblemente a tales príncipes”.*  
*Jorge Riechmann*

## CAPÍTULO 3

### **Cultivos transgénicos y de aguacate Hass: conflictos socioambientales en Caldas**

*“Donde hay poder, hay resistencia”. Michel Foucault*

El presente capítulo aborda los conflictos socioambientales derivados de dos temáticas fundamentales para la caracterización del departamento de Caldas, que son los cultivos transgénicos y de aguacate variedad Hass. Se presentan, además, las cifras de áreas cultivadas en Colombia y en el departamento, los informes de las empresas involucradas en la manipulación de la naturaleza y también de los movimientos que hacen contrapeso a dichas empresas, así como los testimonios de las comunidades afectadas y sus esfuerzos por promover una reglamentación para salvaguardar la identidad cultural y tradicional y a la biodiversidad.

#### **3.1 Transgénicos. Connotaciones en el ambiente, en el campo y en los consumidores**

Según Jeremy Rifkin (1998) en su texto *El siglo de la biotecnología, el comercio genético y el nacimiento de un mundo feliz*:

El éxito de la revolución biotecnológica depende por completo de que se pueda acceder a una reserva de genes abundante, para que así puedan crearse caracteres y propiedades nuevas en los cultivos y en los animales que se explotan como fuentes de alimentos, fibras y energía, o productos de uso médico y farmacéutico. Los genes que contienen los caracteres nuevos y útiles, y que se pueden manipular, transformar e insertar en organismos destinados al mercado comercial proceden, bien de la vida salvaje, bien de los cultivos tradicionales y de las razas domesticadas de animales, bien del ser humano (p. 159).

Se llega, entonces, a una época de ambición tecnológica para la cual ya no solo es suficiente el hecho de explotar la biodiversidad, sino que, además, se le manipula desde la escala más pequeña, desde la información genética propia de cada especie.

Los genes son el “oro verde” del siglo de la biotecnología. Las fuerzas políticas y económicas que controlan los recursos genéticos del planeta ejercerán un poder sobre la economía mundial del futuro, justo como en la era industrial el acceso a los combustibles fósiles y los metales valiosos y su control facilitaban el de los mercados mundiales. En los años que vienen, el decreciente acervo genético del planeta va a convertirse en una fuente de creciente valor monetario. Las multinacionales y los gobiernos están explorando los continentes en busca del nuevo “oro verde” con la esperanza de encontrar microbios, plantas, animales y seres humanos con caracteres genéticos raros que puedan tener en el futuro potencial de mercado. Una vez localizados los caracteres deseados, las compañías biotécnicas los modifican e intentan proteger sus nuevos “inventos” con patentes. Patentar la vida es el segundo elemento de la nueva matriz operativa del siglo de la biotecnología (Rifkin, 1998, p. 69).

Pese a que el texto de Rifkin haya sido publicado hace más de dos décadas, brinda unas profundas reflexiones a lo que sería el cambio de siglo y cómo estas nuevas tecnologías que se apropian de la vida, iban a impactar a los países del Sur Global en el siglo XXI. El autor explica:

Se ha entablado una batalla de proporciones históricas entre las naciones de elevada tecnología del norte y las naciones en vías de desarrollo del sur, sobre la propiedad de los tesoros genéticos del planeta. La lucha por controlarlos ha dominado la agenda política de las reuniones de la FAO durante más de una década. Algunos líderes del Sur Global denuncian que las multinacionales y las naciones del hemisferio norte intentan controlar los patrimonios biológicos comunes, la mayoría de los cuales se encuentran en las regiones tropicales, biológicamente ricas, del hemisferio sur. Las naciones de este alegan que los recursos genéticos son parte de su patrimonio nacional y habría que compensarlos por su uso. Las multinacionales y las naciones del hemisferio norte mantienen que el valor de mercado de los genes crece solo cuando se los manipula y recombina mediante las depuradas técnicas de empalme genético y, por lo tanto, no tienen obligación de compensar a las naciones de donde tomen los genes. Dos ejemplos, uno de la agricultura, el otro del campo

farmacéutico, ilustran el vasto potencial del “cercamiento” de los patrimonios comunales genéticos y la agria batalla que lo rodea (Rifkin, 1998, p. 70-71).

Para contextualizarnos respecto a la temática de los transgénicos, Rifkin explica que los seres humanos todavía podríamos convertirnos en los verdaderos conejillos de indias del radical experimento de sembrar de nuevo la Tierra con un segundo Génesis concebido en el laboratorio. La introducción de organismos transformados mediante la ingeniería genética plantea una serie de graves problemas a la salud humana, hasta peligros de muerte. Muchos de los genes que se transfieren al código genético de los cultivos comestibles proceden de plantas, microorganismos y animales que nunca antes habían sido parte de la dieta humana (Rifkin, 1998, p. 154).

La FAO anunció en 1992 que no se requeriría un etiquetado especial para los alimentos que hubiesen sufrido ingeniería genética. A nivel mundial, un 2% de los adultos y un 8% de los niños tiene reacciones alérgicas a las comidas usuales; los defensores de los consumidores declararon que habría que etiquetar adecuadamente todos los alimentos obtenidos mediante un empalme génico para que los consumidores pudieran prevenir los riesgos para su salud. El consejo de redacción de *The New England Journal of Medicine* afirmó en un editorial, que sus estudios confirmaban que la manipulación transgénica podía transferir de una planta a otra los alérgenos de la comida (Rifkin, 1998, p. 154-155).

Los consejeros del *Journal* llegaron a la conclusión de que “la política de la FAO anteponía las empresas a la protección del consumidor” (Rifkin, 1998, p. 156). Dada esta situación, la FAO dijo que etiquetaría todos los alimentos sometidos a la ingeniería genética que contuviesen genes de organismos alérgenos conocidos, aunque no llegó a imponer lo mismo en todos los casos.

¿Qué sucede en América Latina?, ¿en Colombia?, ¿cuáles son los lineamientos establecidos para el control de cultivos transgénicos en nuestro país?

El libro de las autoras María Isabel Manzur y María Isabel Cárcamo denominado *América Latina: la transgénesis de un continente. Visión crítica de una expansión descontrolada*, plantea el desafío de visibilizar la política de adopción de cultivos transgénicos en América Latina, teniendo en cuenta que la región avanza decididamente hacia la expansión de un

modelo que en aras supuestamente de garantizar la seguridad alimentaria, promueve una agricultura con repercusiones como deforestación, pérdida de biodiversidad, uso y contaminación de agua, impactos graves en la salud, impactos socioculturales, desplazamiento forzado y empobrecimiento de la población rural (2014).

Pese a esto, Colombia busca reconocimiento como líder en el desarrollo, producción, comercialización y exportación de productos de alto valor agregado derivados del uso sostenible de la biodiversidad, siendo el objetivo para 2025 posicionarse como uno de los tres líderes del sector biotecnológico en América Latina. En la Tabla 3 se presentan algunas prácticas biotecnológicas con las cuales los centros de investigación, relacionados con el sector agropecuario, pretenden alcanzar el mercado y tal posicionamiento para el año 2030 (Gómez et al., 2015, p. 1).

<b>Producción primaria</b>	<b>Salud</b>	<b>Industria</b>
Uso generalizado de selección asistida por marcadores o genómica (MAS) en mejoramiento de plantas, ganado, peces y mariscos.	Muchos productos farmacéuticos nuevos y vacunas, basadas en conocimientos biotecnológicos, reciben aprobación de comercialización cada año.	Enzimas mejoradas para una amplia gama de aplicaciones en la industria química.
Variedades modificadas genéticamente (GMO) de los principales cultivos y arboles con mejor almidón, aceite y contenido de lignina para mejora de procedimiento industrial y producción.	Nuevos productos nutraceuticos, algunos de los cuales serán producidos por microorganismos modificados genéticamente y otros de plantas o extractos marinos	Mejora de los microorganismos que pueden producir un número mayor de productos químicos en un solo paso, algunos de los cuales se basan los genes identificados a través de la bioprospección
Variedades mejoradas de los principales cultivos alimenticios y forrajeros con mayor rendimiento, resistencia a las plagas y tolerancia al estrés generados mediante MAS intragenésis o cisgenésis	Seguridad alimentaria por el incremento de producción y calidad de las cosechas.	Biocombustibles de alta densidad de energía producidos a partir de la caña de azúcar y fuentes de biomasa ricas en celulosa
Clonación de animales de alto valor genético y mejoramiento.	Productos de origen animal con alta calidad nutricional y funcional.	Producción de alimentos con materias primas de alta calidad nutricional.

Tabla 3. Algunas biotecnologías relacionadas con el sector agropecuario con alta probabilidad de alcanzar el mercado en 2030. Tomado de Gómez et. al. (2015).

Entre las grandes tendencias de consumo en el mundo, el mercado agrícola presenta nuevas oportunidades de negocios -en este contexto bionegocios- alrededor de bioinsumos, aditivos funcionales para alimentación animal, agricultura sostenible, biorremediación de suelos y aguas, reproducción in vitro, semillas mejoradas con biotecnologías de punta (transgénicos o selección asistida por genómica). Para aquellos partidarios de las anteriores prácticas, Colombia ha progresado paulatinamente en el establecimiento de colecciones de recursos biológicos de manera ex situ e in situ, a través de la promoción y apoyo de bancos de

germoplasma que conservan recursos genéticos (Gómez et al., 2015). En el año 2002, Colombia ingresó a la lista de los países que utilizan los cultivos Genéticamente Modificados (GM), con la siembra del clavel azul. En el año 2003 fue aprobado el algodón GM y, en el 2007, el maíz GM fue sembrado por primera vez en el país bajo el esquema de siembras controladas. A finales del año 2009, Colombia aprobó la siembra comercial de rosas azules. “En 2019 fueron 21 departamentos los que sembraron maíz genéticamente modificado sumando 88.268 hectáreas, recuperándose después de la baja durante los dos años anteriores y superando incluso la cifra registrada en 2017” (Agro-Bio, 2018).

Entre los cultivos mencionados el maíz representa la mayor distribución en el territorio colombiano (Figura 39, año 2018; Figura 40, año 2019). Actualmente el Centro de Agricultura Tropical CIAT, adelanta proyectos de investigación con GM en yuca, arroz y pastos; el Centro de Investigaciones Biológicas CIB, junto con la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, trabajan investigación en papa, el Centro Nacional de Cafeteros CENICAFE y el Centro Nacional de Investigación en caña de azúcar CENICAÑA, trabajan investigaciones en café y caña, respectivamente (Agro-Bio, 2014).

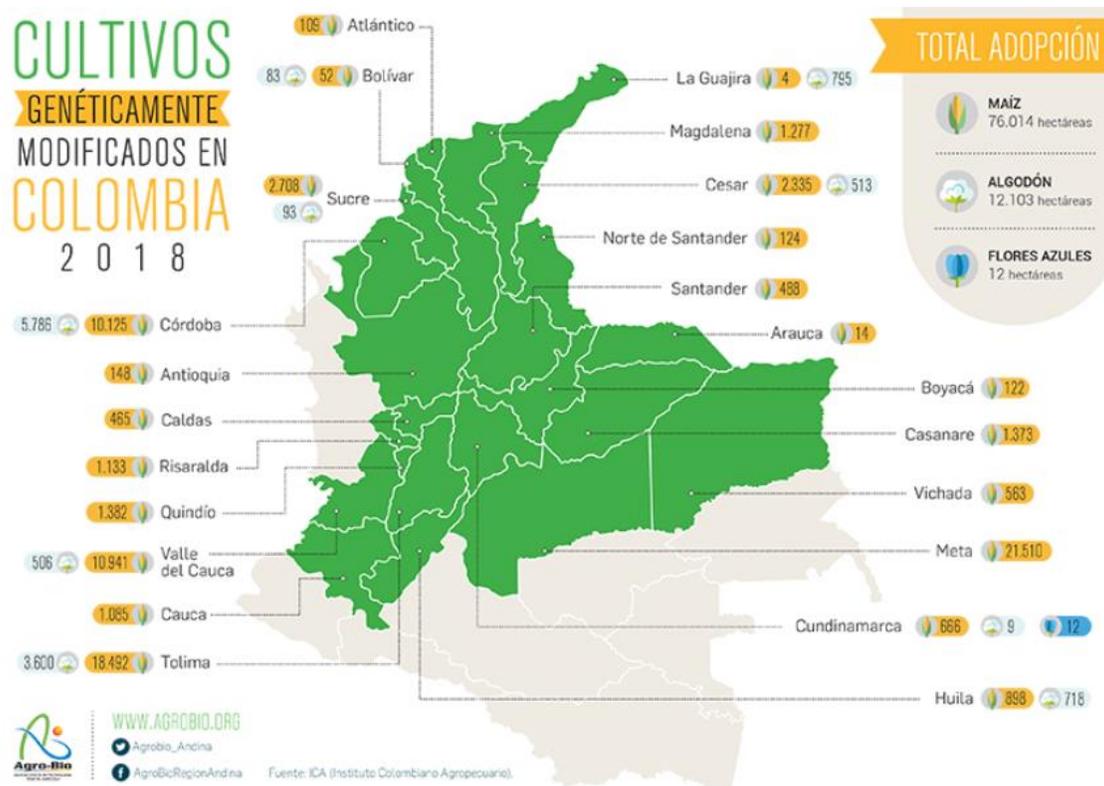


Figura 39. Distribución regional de cultivos genéticamente modificados en Colombia año 2018. Agro-Bio, ICA. (2018).



Figura 40. Distribución regional de cultivos genéticamente modificados en Colombia año 2019. Agro-Bio, ICA. (2019).

Es evidente el hecho de que al revisar las cifras publicadas anualmente por Agro-Bio, se promueva y fomente una mayor participación por parte de los agricultores en la siembra, principalmente, de maíz y algodón genéticamente modificados. “Los agricultores colombianos desde hace 15 años tienen acceso y siguen adoptando los cultivos transgénicos porque viven sus beneficios”. Así lo aseguró María Andrea Uscátegui, directora ejecutiva de Agro-Bio, la Asociación de Biotecnología Vegetal Agrícola para la región Andina. “Para el agricultor colombiano la semilla genéticamente modificada representa una gran ayuda para controlar las plagas y facilitar el manejo de malezas de sus cultivos”, aseguró Uscátegui.

Los transgénicos en Colombia crecieron un 31.6% en 2021 con respecto al año anterior. Según cifras del ICA, se sembraron un total de 150.451 hectáreas correspondientes a 142.975 hectáreas de maíz genéticamente modificado (GM); 7.464 de algodón GM y 12 hectáreas de flores azules (Agro-Bio, 2021).



Figura 41. Distribución regional de cultivos genéticamente modificados en Colombia año 2021. Agro-Bio, ICA. (2021).

Pero ¿qué hay detrás de estas cifras y de las palabras de la directora ejecutiva de Agro-Bio? ¿cuáles son los puntos vista de los agricultores que no cultivan semillas transgénicas? ¿qué sucede con las poblaciones que viven cerca de las grandes zonas de cultivos genéticamente modificados?, ¿cómo se desarrolla este modelo de bionegocios?

La Red por una América Latina Libre de Transgénicos (RALLT, 2014) declara que los cultivos transgénicos requieren del uso intensivo de plaguicidas; su adopción genera violaciones a los Derechos Humanos y que las leyes de semillas son un impulso a la expansión de los transgénicos y una amenaza a las semillas nativas.

El informe del Grupo Semillas del año 2018 denominado *Cultivos transgénicos en Colombia. Impactos ambientales y socioeconómicos*, nos aterriza respecto a las problemáticas de dichas prácticas biotecnológicas. Colombia es uno de los países del mundo con mayor biodiversidad y un importante centro de origen y diversidad biológica. Para los pueblos indígenas y campesinos la reserva diversa de semillas criollas y de saberes tradicionales es un componente fundamental de su cultura, crucial en los sistemas tradicionales de agricultura agroecológica que protegen su ambiente, constituyéndose en un seguro contra los cambios climáticos. La biodiversidad que cuidan las comunidades proporciona una fuente vital de alimentos y también garantiza la salud. Las mujeres han tenido un papel protagónico en la conservación, la selección y el intercambio de semillas, y especialmente en la garantía de la soberanía y autonomía alimentarias (Grupo Semillas, 2018, p. 8).

Para el caso del maíz, Colombia es centro de diversidad. El Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, reporta 23 especies de maíz de las cuales existen numerosas variedades nativas y criollas que han sido conservadas por las comunidades indígenas, afro y campesinas en sus parcelas agrícolas. El Grupo de Investigación en Recursos Fitogenéticos Neotropicales (Girfin) de la Universidad Nacional, Sede Palmira, identificó en 2015 siete nuevas especies de maíces criollos en Colombia en Putumayo y Nariño, lo que significa que en el país existen actualmente 30 especies reportadas (Grupo Semillas, 2018, p. 8).

Sin embargo, el cultivo de OGM ha experimentado una rápida expansión en Colombia desde 2007, cuando llegaron los cultivos de maíz y algodón OGM. En 2019, Colombia sembró un

total de 101,188 hectáreas con cultivos transgénicos, de las cuales 88,268 hectáreas son maíz; 12.907 algodón y 12 hectáreas de flores azules (ICA, 2019).

Libia Esperanza Nieto Gómez y colaboradores, en el capítulo sexto del texto *Biotecnología, agrocombustibles y cambio climático, perspectiva crítica* (2015), establece que los cultivos transgénicos obedecen a un modelo que concentra la tierra, que hace de la tierra un negocio, un modelo que necesita, para su puesta en marcha, de grandes cantidades de tierra, “porque solamente puede ser rentable en grandes superficies. No se puede arrendar o comprar una maquinaria de siembra directa, o usar técnicas de posicionamiento geográfico para pocas hectáreas, como tampoco resulta rentable fumigar en áreas protegidas”. Los cultivos transgénicos no están dedicados a la alimentación humana. En Brasil, por ejemplo, la producción de maíz y soja “está destinada a las exportaciones, principalmente de piensos<sup>25</sup>. Es decir, Brasil exporta soja y maíz en manera virtual, a través de sus exportaciones de carne. Este ganado es alimentado con soja y maíz transgénico” (p. 115-116).

Germán Vélez (2014) se refiere a la situación de los transgénicos en Colombia, denunciando que la política estatal favorece una débil regulación a la autorización del cultivo comercial de transgénicos, sin evaluaciones integrales de bioseguridad en aspectos ambientales, socioeconómicos y de salud. El autor enfatiza en que:

[...] el Consejo Técnico Nacional de Bioseguridad (CTNBio de Salud y el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) han aprobado desde 2005, cuarenta y dos productos derivados de cultivos transgénicos para el consumo humano. Los registros sanitarios otorgados por el INVIMA, para la comercialización de estos productos alimentarios, se autorizaron sin realizar rigurosas evaluaciones de bioseguridad en aspectos como toxicidad y alergenidad en salud humana y animal. El INVIMA se ha limitado a homologar y sacar conclusiones sobre estos alimentos, a partir de los estudios de equivalencia sustancial, que le entrega la compañía solicitante al CTNBio de Salud. En Colombia estamos importando masivamente alimentos sin realizar ningún tipo de separación y etiquetado; por lo que los consumidores del país no pueden ejercer el derecho de poder decidir de forma

---

<sup>25</sup> Alimento seco para ganado u otros animales. Para la fabricación de pienso compuesto se pueden utilizar desde materias primas especialmente elaboradas con ese fin (como los cereales u otro cultivo), sustancias sintéticas (como la urea, que los rumiantes pueden utilizar para producir proteína) hasta desechos de la industria alimentaria (como peladuras de patata y otros restos vegetales o de origen animal que no tienen salida para el consumo humano). Boletín agrario <https://boletinagrario.com/>

libre e informada la entrada o no de productos transgénicos a nuestra cadena alimentaria. El Ministerio de Protección Social, expidió la resolución 4254 de 2011, sobre etiquetado de alimentos transgénicos, pero esta norma en la práctica no se aplica y en la actualidad no existe ningún producto alimenticio etiquetado en el país (Vélez, 2014, p. 100).

De acuerdo a la publicación del artículo denominado *La lucha de Colombia por disminuir la cultivación de transgénicos y proteger su biodiversidad*, del día de 06 de noviembre de 2020, Slow Food<sup>26</sup> indica que Colombia es uno de los países con mayor biodiversidad del mundo y un ecosistema vital que se encuentra amenazado debido a la creciente invasión de cultivos transgénicos. La publicación continúa explicando la petición que, por segundo año consecutivo, solicita cambiar la legislación que permitía el cultivo, importación y exportación de OGM en Colombia, una ley que fue aprobada sin consentimiento público.

En el año 2020 se presentó por segunda vez, en la Cámara de representantes, el proyecto de acto legislativo que busca modificar el artículo 81 de la Constitución Política Colombiana para prohibir el ingreso, producción, comercialización y exportación de semillas genéticamente modificadas. Esta propuesta no se opone al desarrollo tecnológico, sino que propone una estrategia de desarrollo sostenible y coherente con la biodiversidad del país, como explicó Corporación Grupo Semillas.

En el mundo, diversas organizaciones y científicos han cuestionado los organismos transgénicos por sus efectos adversos sobre el ambiente, la salud humana y animal y los impactos socioeconómicos negativos entre los agricultores. Son ampliamente conocidas las enormes incertidumbres sobre la seguridad de estas tecnologías transgénicas. Muchos «estudios científicos» que defienden los transgénicos y su seguridad, no mencionan que han sido financiados por las mismas empresas que los promueven, lo que evidencia un conflicto de intereses (Slow Food, 2020).

---

<sup>26</sup> Organización global fundada en 1989, para prevenir la desaparición de culturas y tradiciones alimentarias locales, para contrarrestar el auge de los ritmos de vida acelerados y para combatir el desinterés general sobre los alimentos que se consumen, su procedencia y la forma en la que nuestras decisiones alimentarias afectan el mundo que nos rodea. Slow Food considera que la alimentación está relacionada con muchos otros aspectos de la vida, incluidos la cultura, la política, la agricultura y el medio ambiente. <https://www.slowfood.com/>

El artículo finaliza de la siguiente manera:

Al dar una mirada al uso de transgénicos en el mundo se observa que no contribuyen a garantizar una alimentación saludable y diversa. A nivel comercial, la industria se ha concentrado en la producción de cuatro cultivos: soya, maíz, algodón y canola, que ocupan el 99% de las áreas sembradas. La modificación genética de los organismos a nivel comercial en agricultura se ha centrado en dos tipos: Cultivos Tolerantes a Herbicidas (TH) y Cultivos Bt<sup>27</sup>. Los cultivos tolerantes a herbicidas permiten a los grandes productores generar mayores ganancias económicas al reducir el uso de mano de obra, pero se ha incrementado el uso de herbicidas, contrario a lo que afirman los defensores de estas tecnologías. La toxicidad de los herbicidas causa la contaminación de fuentes de agua y del suelo, y afectaciones a la salud de las poblaciones rurales (Slow Food, 2020).

Especialmente en las últimas dos décadas, se ha presentado en Colombia una considerable pérdida de biodiversidad silvestre y agrícola debido, entre otras causas, a los modelos de desarrollo rural insostenibles promovidos por el gobierno nacional basados en monocultivos agroindustriales y transgénicos; a la pérdida de los sistemas tradicionales de las comunidades locales; al mercado globalizado que conlleva la pérdida y el abandono de las variedades criollas; y a los cambios en los hábitos alimenticios de la población que conducen a la homogenización de la dieta, desechan la diversidad alimentaria y favorecen la alimentación industrial. Hoy en día las semillas están amenazadas por la biopiratería y las patentes sobre semillas y conocimientos indígenas y campesinos. Esto crea monopolios de semillas y convierte en ilegal que los agricultores las guarden e intercambien. También, las semillas transgénicas son una amenaza a la agrobiodiversidad porque contaminan las semillas criollas y no transgénicas, cerrando así la opción de alimentos libres de Organismos Genéticamente Modificados (OGM) para todos (Grupo Semillas, 2018, p. 8).

---

<sup>27</sup> Los cultivos Bt son cultivos modificados mediante ingeniería genética para brindar protección frente a ciertas plagas a través de la expresión, en sus tejidos, de proteínas insecticidas denominadas proteínas Bt. Los genes que codifican para las proteínas Bt provienen de la bacteria del suelo *Bacillus thuringiensis*. Cuando los insectos ingieren tejido vegetal con proteínas Bt, la toxina (delta endotoxina) es activada, se une a receptores específicos de las células intestinales formando poros en la membrana. Estos interrumpen el proceso digestivo del insecto provocando la muerte de la larva.

Estos monopolios de semillas están a cargo de las empresas transnacionales, que concentran sus investigaciones y procesos en el control de la propiedad intelectual de las secuencias genéticas de las especies, que luego de ser modificadas en sus laboratorios, son incorporadas en un suelo, que a su vez es modificado por medio de aditivos químicos para que dichas semillas puedan germinar.

La propia ley<sup>28</sup> colombiana es extremadamente lesiva para los agricultores. En ella se estipula que los agricultores exclusivamente deben utilizar semillas registradas y certificadas e indica que, dado el caso siembren semillas nativas (criollas), incurrirían en criminalizar y deberían pagar multas que superan 25 salarios mínimos legales vigentes e inclusive podrían estar en prisión de 4 a 8 años. De esta manera, se rompe el intercambio libre de las semillas ancestrales y las formas de vida y siembra de los campesinos.

En las últimas dos décadas y a nivel mundial, se ha presentado un proceso de fusión y concentración de las empresas biotecnológicas que ha llevado al control, en muy pocas manos, de diversos sectores productivos agropecuarios y alimentarios. Actualmente, siete empresas controlan más del 71% del mercado mundial de semillas de cultivos extensivos, pero lo más crítico es que solo tres de ellas controlan el 60% del mercado: Bayer-Monsanto, Dupont y Syngenta. Para el caso de los plaguicidas, solo seis compañías controlan el 75% del mercado mundial. Las malezas se han tornado resistentes a estos herbicidas, especialmente al glifosato y se han vuelto un problema incontrolable. Cuando las tecnologías ya no funcionan, las empresas desarrollan nuevos transgénicos a los cuales los agricultores deben aplicar grandes cantidades de agrotóxicos (Grupo Semillas, 2018, p. 8).

De esta manera, las multinacionales adquieren el monopolio del sector agrícola y alimenticio al intensificar el control de las semillas que deben sembrarse, los paquetes tecnológicos adicionales para seguimiento e inclusive la automatización del cultivo y los herbicidas para

---

<sup>28</sup> La Ley 1032/2006, que modifica el artículo 306 del Código Penal, se refiere a la usurpación de derechos de propiedad industrial y derechos de obtentores de variedades vegetales. Dice: “el que fraudulentamente usurpe derechos de obtentor de variedad vegetal, protegidos legalmente o similarmente confundibles con uno protegido legalmente, incurrirá en prisión de 4 a 8 años y multa de 26,6 a 1500 salarios mínimos legales mensuales vigentes”. La Resolución 970 de 2010 del 11 de marzo de 2010. Instituto Colombiano Agropecuario indica “por medio de la cual se establecen los requisitos para la producción, acondicionamiento, importación, exportación, almacenamiento, comercialización y/o uso de semillas para siembra en el país, su control y se dictan otras disposiciones”.

el control de plagas. Estos últimos considerados “agrotóxicos” ha provocado en las comunidades casos de malformaciones, enfermedades autoinmunes, leucemia y linfomas, además de la contaminación genética generada al campo y la destrucción de la biodiversidad y afectación a los ecosistemas. Otras investigaciones exploran minuciosamente las cifras de las afectaciones previamente nombradas y relacionan a las empresas responsables de las mismas.

¿Cómo hacerle frente a la situación de cultivos transgénicos en el país? ¿cuáles mecanismos, pruebas o técnicas se llevan a cabo para contrarrestar la implementación de más cultivos transgénicos en Colombia?

El informe del Grupo Semillas brinda, con minucioso detalle y análisis, la postura ecológica y política de dicho grupo respecto a los cultivos transgénicos en Colombia. En varias regiones del país (Nariño, Cauca, Tolima, Caldas, Córdoba, Santander), se realizaron pruebas de contaminación genética de variedades criollas de maíz, provenientes de semillas transgénicas. Estas evaluaciones las realizaron organizaciones indígenas y campesinas, la Red de Semillas Libres de Colombia, el Grupo Semillas, la ONIC (Organización Nacional Indígena de Colombia), la Campaña Semillas de Identidad, la Corporación Custodios de Semillas, La Red de Guardianes de Semillas de Vida de Nariño y el Resguardo de Cañamono Lomapieta de Riosucio Caldas, entre otras organizaciones. Luego de haberse aplicado estas pruebas a numerosas variedades criollas, en varios resguardos indígenas y en territorios campesinos, se ha encontrado que algunas variedades criollas han sido contaminadas genéticamente. Esta situación es muy crítica, con el agravante que el ICA, la autoridad competente en la materia, no realiza los controles necesarios para impedir que estas semillas entren a los territorios indígenas como está establecido en las normas de bioseguridad de la propia institución (Grupo Semillas, 2018, p. 11).

¿Hasta cuándo el ICA va a ser participe de semejante barbarie?, ¿Cuánta mentira esconden la reglamentación y los reportes presentados por dicha institución respecto al control y prohibición de semillas transgénicas?

Por otra parte, en las regiones en donde habitan pueblos indígenas y comunidades campesinas que poseen una alta diversidad de maíces criollos en sistemas productivos tradicionales, se

considera que estos cultivos de maíz GM están vulnerando los derechos que ellos tienen sobre su biodiversidad, los sistemas productivos locales y la soberanía alimentaria (Grupo Semillas, 2018, p. 13).

Se considera primordial el conocimiento y respeto por los derechos propios de la naturaleza. En este contexto, las plantas, los genes y todos los principios activos, le pertenecen a la naturaleza misma. Para el caso de Colombia, los artículos 79 y 80 de la Constitución<sup>29</sup>, estipulan el derecho a gozar de un ambiente sano y el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente y de conservar las áreas de especial importancia ecológica. Además, el Estado se compromete a planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su conservación y restauración. Desde la mirada a dichos artículos, se comprende la vulneración a los derechos de la naturaleza, que genera la incorporación de semillas transgénicas a los ecosistemas.

Las iniciativas locales de los pueblos indígenas y campesinos se han realizado de forma independiente, sin el apoyo del Estado y muchas veces en contravía de las políticas gubernamentales. Estas acciones sociales tienen como objetivos, además de la defensa de las semillas locales y especialmente del maíz, enfrentar la introducción de maíz GM en sus territorios, recuperar y conservar sus formas tradicionales de agricultura y la biodiversidad (Grupo Semillas, 2018, p. 13).

El gobierno colombiano en el diseño de las políticas públicas, debe, ante todo: proteger la diversidad biológica, así como a los cultivos que sustentan la alimentación y la agricultura; establecer la prohibición de los cultivos y alimentos transgénicos; ejercer soberanía sobre los recursos genéticos propios de la nación; reconocer la contaminación genética ocasionada por la introducción de semillas transgénicas y los efectos negativos sobre la salud humana y del ambiente; garantizar el control y estudios que permitan evaluar los riesgos e impactos generados por la liberación de semillas y alimentos transgénicos, sobre la biodiversidad, el

---

<sup>29</sup> Art. 79: “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”. Art. 80: “El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados”.

ambiente, los cultivos tradicionales y la soberanía alimentaria de todos los habitantes del país, principalmente la de las comunidades indígenas, afrodescendientes, campesinos y agricultores; garantizar y proteger la participación de todos los colombianos e informar respecto a los cultivos genéticamente modificados y frenar las importaciones de semillas y alimentos transgénicos.

Un gran avance de estas acciones sociales y mancomunadas, es la consolidación de los denominados Territorios Libres de Transgénicos (TLT) como zonas declaradas por comunidades rurales o entes territoriales que han tomado la decisión autónoma y concertada, con los ciudadanos y autoridades territoriales, para ejercer la gobernanza y protección local de sus territorios, de sus semillas criollas, de sus sistemas tradicionales de producción y cultura alimentaria, frente a los riesgos e impactos generados por la introducción de las semillas y alimentos transgénicos. Las semillas en su diversidad son aquí un bien común, un derecho y un patrimonio de los pueblos, a defender mediante el ejercicio de un gobierno autónomo y la toma de decisiones sobre acciones y proyectos que los afecten, en concordancia con los derechos especiales reconocidos por el Convenio 169 de la OIT (Organización Internacional del Trabajo), la Constitución colombiana y las leyes nacionales vigentes en la materia (Grupo Semillas, 2018, p. 13).

¿Por qué las semillas son consideradas un bien común y patrimonio de los pueblos? “Son seres integrales de nuestra madre tierra, que merecen todo el respeto y reconocimiento como parte fundamental de la vida en nuestro universo”, agrega el Resguardo Indígena Cañamomo Lomapieta. Así como el gobierno colombiano debe priorizar y sumar esfuerzos respecto a las políticas públicas citadas anteriormente, debe reconocer que las semillas nativas (criollas) hacen parte del patrimonio colectivo, cultural y tradicional de los pueblos y por lo tanto no se debe permitir ninguna forma de aplicación de propiedad intelectual sobre ellas.

En este contexto, el resguardo indígena Zenú, en Córdoba y Sucre, buscando proteger su enorme diversidad de 27 variedades criollas de maíz como parte fundamental de su cultura y formas de producción, declaró en 2005 su Territorio Libre de Transgénicos (TLT). Luego, en 2008, el resguardo de Cañamomo Lomapieta, en Riosucio Caldas, también declararon su TLT. Posteriormente otros resguardos indígenas han adoptado iniciativas similares. En el país algunos municipios han avanzado en el proceso de declaratoria de sus territorios libres

de transgénicos. Estas iniciativas de origen popular se han sustentado en fundamentos jurídicos adoptados por la Constitución de Colombia y en leyes ambientales y rurales. Los procesos de declaratoria de municipios libres de cultivos transgénicos (MLT) en Colombia han tenido diferentes características de acuerdo a las dinámicas organizativas y políticas de cada uno de ellos. Se han implementado tres vías y procedimientos diferentes: 1) vía plan de desarrollo municipal (Riosucio, Caldas); 2) vía acuerdo municipal del Concejo Municipal (La Unión, Nariño); 3) vía consulta popular y Acuerdo Municipal (San Lorenzo, Nariño) (Grupo Semillas, 2018, p. 14).

Declarar territorios libres de transgénicos en Colombia es un proceso complejo y presenta múltiples dificultades como: entramientos jurídicos al reconocimiento institucional a la determinación tomada por comunidades locales especialmente campesinas; debilidad organizativa y de compromiso de organizaciones sociales para hacer efectiva esta determinación y hacerla cumplir en sus regiones; desconocimiento de las herramientas metodológicas y procedimentales para impulsar estas iniciativas sociales; falta de articulación de sectores campesinos e indígenas para poder tomar decisiones en ámbitos territoriales amplios; obstáculos de las instituciones estatales locales y regionales; inexistencia de redes de consumidores conscientes, y limitado apoyo de otros sectores sociales frente a estas iniciativas de autonomía territorial (Grupo Semillas, 2018, p. 14).

¿Cómo fue posible, entonces, para el caso del Resguardo indígena de Cañamomo Lomapieta, convertirse en TLT? En 2009, el resguardo indígena de Cañamomo Lomapieta del pueblo Embera Chamí, ubicado en los municipios de Riosucio y Supía del departamento de Caldas, también declaró libre de transgénicos a su territorio, mediante resolución 018. Esta decisión ha sido muy importante pues en estas comunidades aún se conserva una gran cantidad de semillas criollas y una fuerte cultura de agricultura tradicional biodiversa. Esta región, ubicada en la zona cafetera del centro del país, ha estado en las últimas décadas muy afectada por el modelo de monocultivos de café y caña de azúcar promovido por las instituciones gubernamentales, lo que ha generado una pérdida de la biodiversidad y la soberanía alimentaria de las comunidades indígenas y campesinas (Grupo Semillas, 2018, p. 94).

La Resolución 018 denominada *Declaración del Resguardo Indígena de Cañamomo y Lomapieta (Riosucio y Supía -Caldas) Territorio Libre de Transgénicos*, presenta 14 consideraciones y resuelve 14 apartados. En ella se establece la importancia de las semillas como patrimonio colectivo de los pueblos; la identificación y consolidación como resguardo indígena; la conservación, uso y manejo de la biodiversidad; la importancia del conocimiento ancestral y popular de la agricultura; los derechos de las comunidades indígenas; entre otros, así como se resalta el hecho de que no se puede aplicar sobre las semillas y los saberes ninguna forma de propiedad intelectual, que permita la privatización de la vida.

Para finalizar, es necesario enfatizar que estas decisiones e iniciativas de los pueblos indígenas de declarar sus territorios libres de transgénicos han sido muy importantes, porque les ha permitido presionar al gobierno para que reconozca sus derechos y también para generar una dinámica en estas comunidades, en defensa de sus territorios, sus semillas y formas tradicionales de agricultura frente a los impactos de los cultivos transgénicos.

Es en este contexto que organizaciones locales, movimientos ambientales, académicos, consumidores, entre otros, están implementado diversas estrategias y acciones para enfrentar los efectos negativos que pueden generar los cultivos y alimentos transgénicos, tales como:

- Recuperación, manejo e intercambio local de las semillas nativas y de los sistemas productivos tradicionales libres de semillas transgénicas.
- Rechazo a los programas agrícolas de fomento y ayuda alimentaria gubernamentales y privados que promuevan o utilicen semillas y alimentos transgénicos.
- Sensibilización y capacitación a la población en general sobre los transgénicos a través de talleres, seminarios, encuentros y ferias. Promoción del debate público y difusión de información sobre el tema.
- Presión al gobierno para que permita a los pueblos indígenas y a los ciudadanos en general ejercer el derecho a la participación en los procesos de evaluación, seguimiento y toma de decisiones sobre la liberación de OMG, acceso a la información real y completa sobre estas tecnologías y que las comunidades locales sean consultadas en la toma de decisiones sobre la aprobación de estos cultivos.
- Articulación de acciones, campañas y redes: Campaña Semillas de Identidad, Red Semillas Libres de Colombia (RSL) y el establecimiento de alianzas estratégicas con diferentes

sectores de la sociedad que involucre a las organizaciones y comunidades locales, de agricultores y de consumidores, los medios de comunicación, la comunidad científica y académica, los movimientos y ONG ambientalistas, entre otros.

- Establecimiento y apoyo a las demandas judiciales en contra de la introducción de cultivos GM en Colombia y de la norma de Bioseguridad en Colombia (Grupo Semillas, 2018, p. 13).

*“...somos herederos de una gran riqueza que no se mide en dinero y de la que hoy quieren despojarnos: no es tiempo de pedir limosnas al agresor. Cada uno de los indígenas y campesinos sabemos de la contaminación por transgénicos de nuestros maíces y decimos con orgullo: siembro y sembraré las semillas que nuestros abuelos nos heredaron y cuidaré que mis hijos, sus hijos y los hijos de sus hijos las sigan cultivando. (...) No permitiré que maten el maíz, nuestro maíz morirá el día en que muera el sol”.*  
Aldo González Zapoteco

### **3.2 El cultivo y el comercio de aguacate Hass en Colombia y en el departamento de Caldas. Una problemática ambiental y social.**

Actualmente el comercio de productos agrícolas juega un papel determinante en la economía, a la vez que atraviesa los asuntos íntimos de la biodiversidad. Los sistemas productivos agrícolas se enfrentan hoy en día a desafíos a los cuales deben hacer frente para su sostenimiento debido al cambio climático<sup>30</sup>. Este cambio climático y el aumento de la población mundial han conllevado a replantear muchos aspectos en torno a la producción, abastecimiento y sustento de la disponibilidad de alimentos.

Por un lado, tenemos la consigna de que los sistemas agrícolas y alimentarios generan alrededor del 30% de las emisiones de gases de efecto invernadero<sup>31</sup> y la agricultura impulsa la pérdida de bosques y genera el 70% de las extracciones de agua a nivel mundial. Por el otro, nos plantean que para el año 2050 la producción de los alimentos debe aumentar en un 49% a comparación con 2012, ¿qué va a suceder con las cifras antes nombradas? Un innegable incremento y un futuro negro augura.

El Calentamiento Global es una realidad que sofoca al mundo y “Colombia es vulnerable al cambio climático, particularmente, a eventos extremos como lluvias, sequías y aumento del nivel del mar, pero la deforestación también representa una amenaza creciente para la biodiversidad y la seguridad alimentaria”, afirmó Benjamín Quesada, uno de los dos autores en Colombia que contribuyeron con la redacción del nuevo Reporte Especial sobre Cambio Climático y Tierras del Panel Intergubernamental en Cambio Climático (IPCC, por su sigla en inglés).

---

<sup>30</sup> El cambio climático hace referencia a los cambios a largo plazo de las temperaturas y los patrones climáticos. Estos cambios pueden ser naturales, pero desde el siglo XIX, las actividades humanas han sido el principal motor del cambio climático, debido principalmente a la quema de combustibles fósiles, como el carbón, el petróleo y el gas, lo que produce gases que atrapan el calor (Acciona, 2020, [https://www.accionacom.es/cambio-climatico/?\\_adin=02021864894](https://www.accionacom.es/cambio-climatico/?_adin=02021864894)).

<sup>31</sup> Los gases de efecto invernadero son aquellos gases que se acumulan en la atmósfera de la Tierra y que absorben la energía infrarroja del Sol. Esto crea el denominado efecto invernadero, que contribuye al aumento de temperatura global del planeta. Los gases de efecto invernadero (GEI) son gases emitidos de forma natural y antropogénica (emitidos por la actividad humana). La presencia de estos gases contaminantes contribuye al calentamiento global y acelera el cambio climático en nuestro planeta (Aequae Fundación, 2022, <https://www.fundacionaequae.org/wiki/los-gases-de-efecto-invernadero/>).

Los tres mensajes claves de este reporte son:

- 1) las tierras son vitales, pero están en peligro, no solo por cambio climático sino por deforestación;
- 2) la deforestación, la degradación y la desertificación de los suelos, están afectando gravemente la seguridad alimentaria y el cambio climático, mientras éste último agrava esta situación afectando negativamente calidad, rendimiento y resiliencia de los cultivos;
- 3) escenarios realistas de uso responsable y sostenible y adaptación de las tierras constituyen soluciones que puedan mitigar sustancialmente el cambio climático y, a la vez, fortalecer la seguridad alimentaria (Quesada, 2019).

Las anteriores conclusiones están estrechamente relacionadas con el discurso que, nosotros como ecólogos, intentamos promover. Pero ¿qué sucede en el caso del monocultivo del producto agrícola aguacate Hass, que está generando tanta problemática ambiental a nivel local y nacional?, ¿en dónde quedan los principios de seguridad alimentaria y reforestación frente a la iniciativa de exportación de este producto agrícola?

Respecto al panorama nacional, el aguacate se establece como uno de los productos bandera de Colombia en exportaciones, la producción de variedades debida a la diversidad de zonas geográficas pone a Colombia en un lugar favorecido como productor mundial. Tras esta información que para muchos es motivo de orgullo, se esconde la realidad de que el cultivo de aguacate y en el caso específico de la variedad Hass, genera una demanda de grandes extensiones de tierra y tecnificación del sistema productivo, que, en el mínimo de los casos, van de la mano con políticas de conservación ambiental.

En la actualidad Colombia produce algo más de 400 mil toneladas de aguacate de diversas variedades, ubicándose así en los cinco primeros lugares de producción a nivel mundial. La variedad aguacate Hass es la única que se exporta y se espera que en menos de dos años el país venda al exterior unos \$100 millones de dólares en este producto. Entre 2015 y 2017, las exportaciones de aguacate tuvieron un incremento de 413%, ya que pasaron de US\$10,3 millones a US\$52,9 millones. Según las estimaciones de CorpoHass Colombia (Corporación

de Productores y Exportadores de Aguacate Hass de Colombia), el 2018 habría cerrado con un crecimiento de 37.73%, que alcanzarían los US\$73 millones (MinAgricultura, 2019).

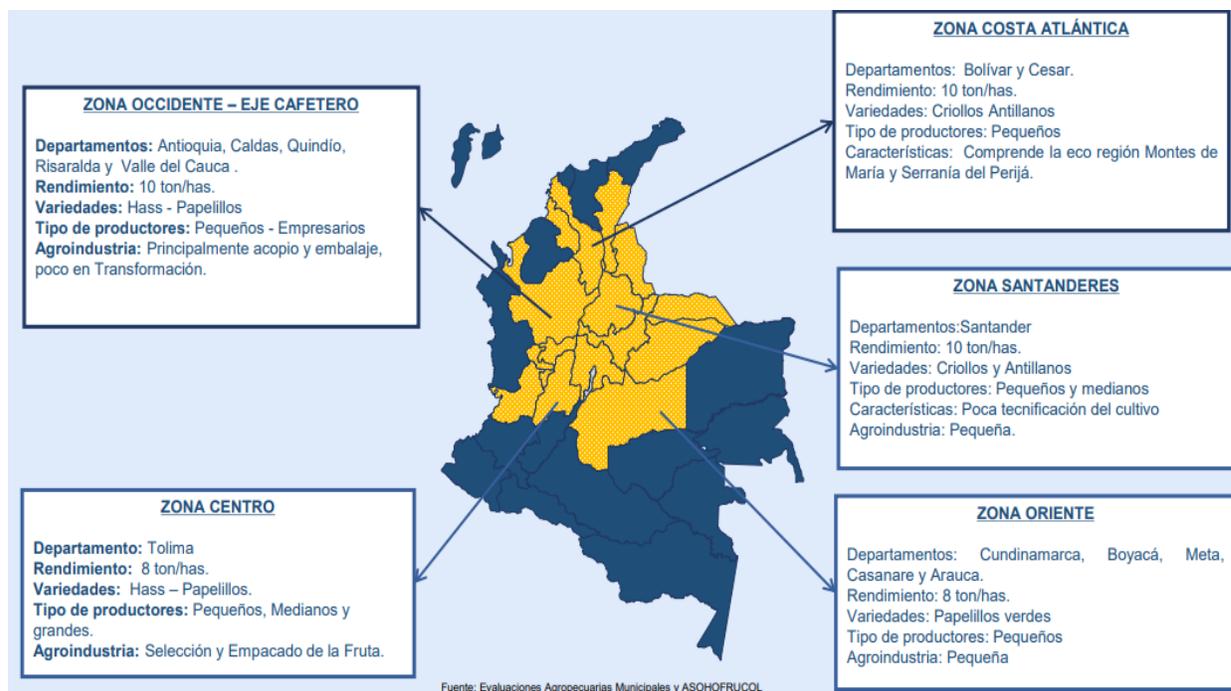


Figura 42. Principales zonas productoras de aguacate en el país. Evaluaciones Agropecuarias Municipales - Asociación Hortifrutícola de Colombia - ASOHOFrucol. (2019).

El aguacate Hass es la variedad que tiene mayor potencial en el mercado internacional, y aunque en este momento se consume aguacate colombiano en Holanda, Reino Unido, España y Francia, aún no ha llegado al grande del mercado internacional: Estados Unidos (EE. UU.). El consumo del aguacate en EE. UU. ha registrado un crecimiento del 100% en los últimos cinco años, 11% solo en el 2015. Este aumento se debe en gran medida a la inversión que el Hass Avocado Board ha realizado en mercadeo y publicidad, organización integrada por países que exportan aguacate al mercado norteamericano (Legiscomex). El obstáculo que ha encontrado Colombia para exportar aguacate Hass a EE. UU. son las exigencias fitosanitarias y aduaneras que impone ese país, con las que hasta ahora se familiarizan los productores locales. En Europa y Asia el aguacate es una fruta exótica muy apetecida y hemos encontrado mejores posibilidades de comercialización con precios más competitivos que por ejemplo en EE. UU. En Europa y Asia el aguacate colombiano no tiene restricciones fitosanitarias y ya

es reconocido por su calidad, aunque aún las cantidades que se envían a países como Holanda no son suficientes para la creciente demanda, por eso el precio para el consumidor es tan alto (CorpoHass Colombia).

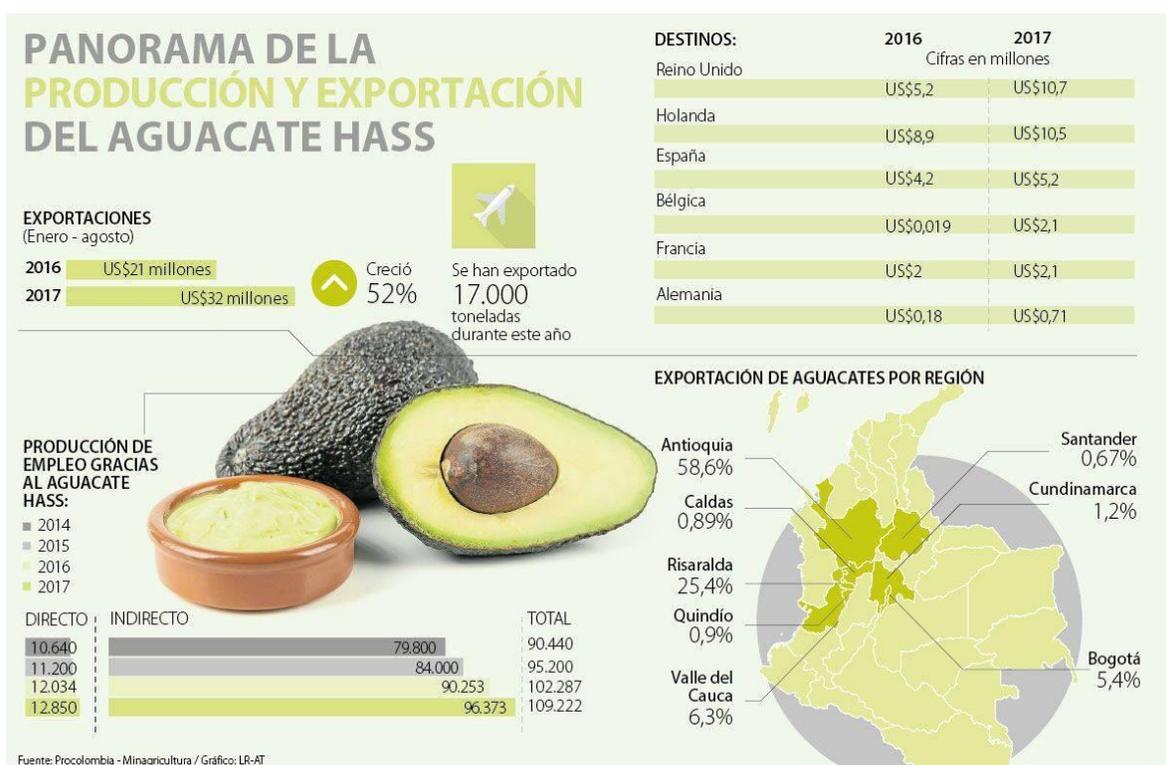


Figura 43. Panorama de la producción y exportación del aguacate Hass. Procolombia - MinAgricultura. (2018).

Actualmente en el registro predio exportador que se encuentra en cabeza del ICA, cuenta con 2.200 predios que representan 17.300 hectáreas, de los cuales 300 predios en programa de exportación (ICA, 2021).

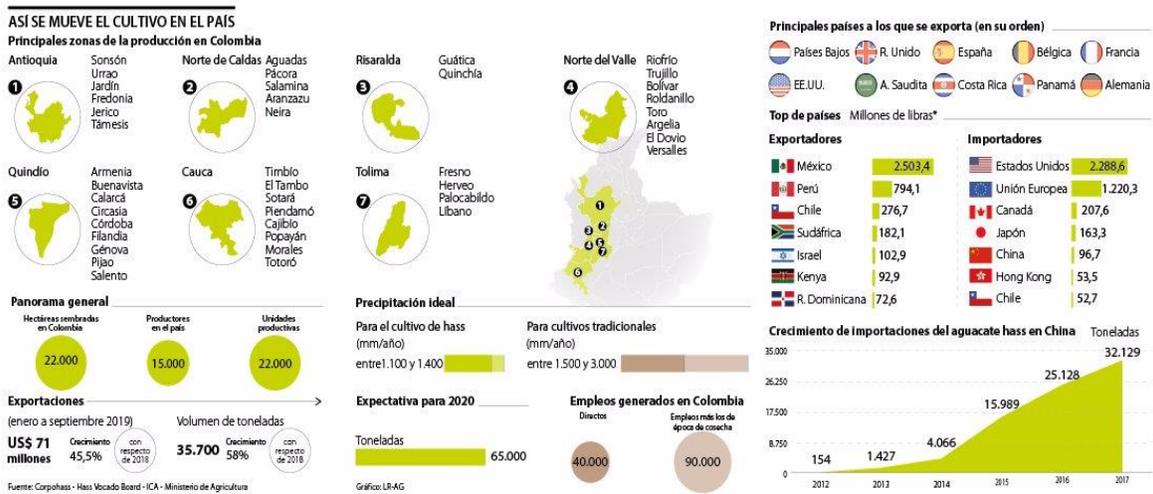


Figura 44. Así se mueve el cultivo del aguacate Hass en el país. Corpohass – Hass Vocado Board – ICA - MinAgricultura. (2020).

En Caldas, el cultivo más representativo en la categoría de los frutales es el aguacate con más de 80 mil toneladas de producción y cerca de 12 mil hectáreas de área plantada. Su cultivo en la región Caldense, en exportaciones, presentó un crecimiento de 605% entre 2018 y 2019, siendo el departamento que ocupa el cuarto lugar en exportaciones de este producto (Cámara de Comercio de Manizales por Caldas, 2019). Para febrero de 2021, en Colombia el área sembrada de aguacate Hass equivalía a 26.045 hectáreas y la producción aumentó a 155.310 toneladas, aproximadamente el doble de lo reportado para el año 2018. Antioquia, Tolima, Caldas, Quindío y Valle del Cauca, son los departamentos con mayor área sembrada y producción de aguacate Hass en el país. El cultivo de la variedad Hass corresponde al 26% del total de área sembrada con aguacate en el país (MinAgricultura, 2021).

A mayo de 2021, Caldas contaba con 3.531 hectáreas sembradas de aguacate Hass, lo que equivale al 46%, convirtiéndose en el segundo departamento en exportación después de Antioquia. El departamento durante 2020 aportó 13.902 toneladas para la exportación de esta variedad (MinAgricultura, 2021).

Para muchas personas y consumidores de aguacate Hass, estas cifras y posicionamiento les puede generar orgullo e incitarlos a promover una cultura de consumo de esta variedad por encima del aguacate criollo. Pero ¿qué se esconde detrás de esas cifras? ¿cuál es la otra perspectiva? ¿en qué lugar quedan las luchas por la defensa de los territorios libres de aguacate Hass? ¿cuáles opciones tienen los campesinos? o más bien ¿las tienen? ¿qué opinan las personas que han sido desplazadas de sus tierras por culpa de la expansión de los cultivos de esta variedad de aguacate?

El crecimiento acelerado de la producción de aguacate Hass en el mundo genera un grave problema medioambiental relacionado con el cultivo del fruto, su valor en el mercado ha llevado a muchos agricultores a convertirse al monocultivo, comprometiendo amplias zonas de bosque para aumentar su producción; a esto se le suma la alta demanda de agua y la captación de tierras, así como el monopolio de la producción a mano de multinacionales. En este contexto, se muestra la biodiversidad como riqueza estratégica para el desarrollo capitalista.

La periodista María Mónica Monsalve, publicó en junio de 2021 para el diario El Espectador, el artículo denominado *El lío ambiental que empieza a dejar la exportación de aguacate*. El encabezado del artículo plantea “ciudadanos han denunciado quema de palmas de cera y riesgo de escasez de agua por la presencia de los cultivos de aguacate Hass, uno de los productos agrícolas más promocionados en el país desde 2016”.

Respecto al gasto excesivo de agua para el cultivo de aguacate Hass, la periodista expone las siguientes cifras comparativas:

Mientras su exportación se ha convertido en una de las nuevas banderas del Gobierno –solo en 2020 salieron del país 77.075 toneladas–, en Antioquia, Caldas y Tolima, donde están el 51% de las áreas sembradas, crece la preocupación por el deterioro ambiental que pueden generar estos cultivos. Parte de la razón es que se trata de una de las frutas que más consumen agua. La plataforma Water Food Network hizo el ejercicio: mientras para un banano –producto que también se exporta a Asia– se necesitan 160 litros de agua, para un aguacate la cifra aumenta a 227 litros. Por esto en países como México y Chile se les ha hecho responsables de una escasez de agua. Pero, aunque el

ministro Rodolfo Enrique Zea afirma que el caso para Colombia no es el mismo, pues los departamentos donde se cultiva el aguacate Hass tienen alta pluviosidad, permitiendo que su siembra sea con drenajes y no con sistemas de riego, los conflictos sociales y ambientales van más allá del agua. Las aguacateras, muchas con inversiones extranjeras, se empiezan a ubicar dentro o cerca de zonas de reserva forestal, colindando con páramos y saltándose ciertos permisos ambientales (Monsalve, 2021).



Figura 45. Un trabajador corta un aguacate de un árbol durante una cosecha en el departamento de Antioquia, Colombia. Bloomberg. (2018).

En torno a los campesinos, el panorama es menos alentador, ellos denuncian que, para el caso del Eje Cafetero, los aguacates se están cultivando donde hay palma de cera o que estas se están quemando para darle espacio al aguacate.

En el año 2019, Ángela Serrano, publicó un artículo sobre cómo el boom del aguacate había llevado al fracaso a los agricultores tradicionales de Colombia. En palabras de Serrano:

Los campesinos que no pueden producir aguacates con la calidad para ser exportados también terminan excluidos del mercado doméstico, debido al incremento de la competencia y la falta de apoyo del Gobierno, lo que hace que queden rezagados en un mercado global. La producción está guiada por el enfoque del mercado externo, que pide una producción perfecta y constante todo el año. Un productor tradicional no le apuesta a eso, porque el aguacate suele ser un monocultivo y, si llega una peste, por ejemplo, se lleva toda la

cosecha. Ellos no pueden asumir el riesgo de perderlo todo, es un lujo que solo se puede dar una gran inversionista (Serrano, 2019).

Sumada a la publicación de Monsalve (junio de 2021), se encuentra la minuciosa descripción de las problemáticas ambientales y sociales derivadas del cultivo de aguacate Hass, elaborada por las personas de La Cola de Rata y La Liga Contra el Silencio y publicada en el sitio web de noticias Colombiacheck, en abril del mismo año. El artículo *El aguacate desata conflictos en el Eje Cafetero*, ataca de entrada la acumulación de las tierras en manos extranjeras, además de la deforestación, la falta de control ambiental, la captación y contaminación del agua y las presiones sobre los campesinos y cómo el denominado “oro verde” viene desplazando al café desde hace más de una década e incluso nombra a las instituciones y multinacionales involucradas y potenciadoras de dichas problemáticas.

Para el caso de Caldas, la publicación retoma las siguientes cifras y relaciona las multinacionales a cargo del monopolio del territorio:

En 2019 Caldas tenía unas 3.500 hectáreas de aguacate. Miles pertenecen a Wakate, del grupo GreenLand con capital colombo-estadounidense, y que desde el Aburrá Sur invierte en los municipios de Neira y Aranzazu. Para su proyecto “Entre Arroyos”, en Neira, cuentan con 1.679 hectáreas, 778 destinadas a conservación (varias en terrenos no cultivables) y 852 para cultivar 470.000 árboles. Y una ubicación estratégica que los conecta con la concesión vial Pacífico Tres (Colombiacheck, 2021).



Figura 46. Un trabajador inspecciona aguacates Hass en una planta de procesamiento en el departamento de Caldas, Colombia. Bloomberg. (2018).

Carolina Ocampo, de la veeduría *Por la vida y para la dignidad del campo*, de Neira, cuenta que la empresa abrió carreteras en zonas de bosques protegidos por ley segunda de 1959.

La tierra removida fue arrojada sobre los manantiales que proveen agua a más de 900 familias de 17 veredas del acueducto Pan de Azúcar. Cuando abrimos las llaves lo que salió fue agua sucia y lodo. En el Informe de Ensayo de la Calidad del Agua para Consumo Humano IRCA, el agua no cumplía con varias características básicas.

Para concluir, es importante resaltar el material audiovisual *El aguacate desata conflictos en el Eje Cafetero*, relacionado en la misma publicación, el cual permite, a partir de los testimonios de líderes ambientales y del campesinado del Eje Cafetero, contextualizar y alertar a la población no solo de los departamentos pertenecientes a esta región del país, sino a la población en general, respecto a la grave situación ambiental y social que se deriva del cultivo y exportación del aguacate Hass (Liga contra el silencio, 2021). De esta manera el consumidor tendrá que pensar dos veces si decide incluir en su alimentación un producto que detrás de su imagen, publicidad y boom, no es más que el reflejo de la presión y explotación al campesinado; del acaparamiento de tierras y del gasto excesivo de nuestro líquido vital, el agua.

## CAPÍTULO 4

### Conclusiones y recomendaciones

Las reflexiones presentadas en este trabajo respecto a las repercusiones de la bioprospección, la biopiratería y los bionegocios en el departamento de Caldas, dejan abierta la discusión sobre si deben continuar llevándose a cabo prácticas biotecnológicas tanto en el departamento como en el país.

En conclusión, para comprender la complejidad socioecológica y socioeconómica del departamento (y de la región) es indispensable analizar los conflictos socioambientales expresados en la apropiación, uso y control de los recursos naturales, incluidos los genéticos. Toda economía basada en la mercantilización de la naturaleza tiene impactos directos y negativos sobre la biodiversidad y, por tanto, sobre la vida.

Los índices de biodiversidad presentados muestran las cifras de la maravillosa diversidad biológica para Colombia y para el departamento de Caldas. Sumado a esto, los aspectos tratados como el clima, la geología, la altitud, el agua, los glaciares, los páramos, el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) y la red de Parques Nacionales Naturales, otorgan las bases para la comprensión de las condiciones que le permiten al país ubicarse dentro de los cinco más megadiversos del planeta.

Se concluye, además, que el sistema bioprospección-biopiratería-bionegocios afecta de manera irreversible estos índices de biodiversidad en el planeta. Todos los procesos llevados a cabo en este sistema, no solo afectan los ciclos biogeoquímicos de la Tierra, sino todos los ciclos de vida de las especies que lo habitan. Es inconcebible el hecho de que las instituciones, laboratorios y empresas dedicadas a la explotación de la biodiversidad, prioricen la elaboración y distribución de productos derivados de la manipulación y exclusión natural y cultural, antes que el respeto por la diversidad biológica, el conocimiento ancestral y las comunidades, que habitan más específicamente el Sur Global.

Si bien las instituciones, laboratorios y empresas realizan divulgación por medio de informes alusivos a la forma de establecer sus prácticas biotecnológicas en los ecosistemas, persiste la idea de que no son suficientes de manera reglamentaria si se comparan con los niveles de decremento de la biodiversidad en las zonas intervenidas. Es imposible e insensato comparar o poner sobre una balanza la pérdida acelerada de diversidad biológica y la alteración de las zonas donde habitan las especies, con las ganancias obtenidas por realizar bioprospección y por el establecimiento de los bionegocios. Por eso, dentro de nuestro compromiso ecológico debe resaltar el seguimiento permanente a los permisos otorgados, el acceso a los territorios y la reglamentación de las investigaciones biotecnológicas establecidas en el departamento de Caldas, y de esta manera poder limitar, hasta el punto de frenar, la explotación y el saqueo de la naturaleza.

Debe, también, priorizar el conocimiento y seguimiento que nosotros como defensores de la vida debemos realizar a las constantes patentes publicadas por las industrias capitalistas y a aquellos derechos de propiedad que estas mismas se autolegitiman y conceden.

Mi postura como futura ecóloga ahonda en el hecho de aprobar una biotecnología que permita ayudar e investigar de la mano de las comunidades que han luchado durante décadas por la defensa de sus territorios y de la biodiversidad; aquellas comunidades que nos enseñan cada día el respeto por la vida, por la naturaleza y por el conocimiento ancestral.

Es recomendable promover biotecnologías que no se nutran del saqueo y explotación de los recursos naturales; biotecnologías que no se apropien del conocimiento, tradiciones y culturas de las comunidades; biotecnologías que no atenten contra la biodiversidad y que las prácticas de bioprospección sean procesos en lo que se priorice la participación de las comunidades y no únicamente a cargo de investigadores y científicos representantes de las instituciones, empresas o laboratorios, que se limitan a explorar en los asuntos íntimos de la naturaleza, a apropiarse de la misma y a extraer lo que va a permitirles obtener ganancias económicas enormes.

Una biotecnología que nos brinde un mayor acercamiento al conocimiento de la naturaleza de la cual como seres humanos hacemos parte. Aprender cada día de los espectaculares

colores, olores, sonidos, comportamiento y manifestaciones de cada una de las especies que habitan en el territorio caldense y en nuestro país megadiverso.

Una biotecnología que nos permita retomar los principios bioéticos y replantearnos el hecho de que somos una especie más en este maravilloso planeta; nuestra casa, nuestra madre tierra que brinda todas las condiciones necesarias para la vida.

Es recomendable, además, establecer una reglamentación más rigurosa para que las empresas, institutos y laboratorios tengan límites al momento de adentrarse en un territorio biodiverso y realizar bioprospección a las especies seleccionadas. Así, como establecer la obligación que tienen de socializar, previo al trabajo de campo y a las prácticas de bioprospección, los objetivos de dicha investigación no solo con los gobernantes de la región, sino a mayor profundidad con las comunidades, líderes ambientales y sociales, que habitan más específicamente en el territorio en el cual se ejecutará el proyecto biotecnológico.

Bionegocios establecidos bajo esta connotación de biotecnología y que beneficien a muchos y no a unos pocos, sí; bionegocios establecidos bajo la connotación de que la biodiversidad es ilimitada y se puede explotar desmesuradamente, no. Cuando me refiero a los bionegocios que beneficien a muchos, no necesariamente hago alusión al beneficio de carácter económico, me inclino más por pensar y reflexionar respecto al beneficio propio de la naturaleza, es decir, bionegocios que no alteren los corredores biológicos, el ciclo biológico propio de cada especie, el aire, el agua, el suelo, el paisaje. Un aprovechamiento resignificativo de la naturaleza, una retroalimentación constante y el respeto por el valor inherente de cada forma de vida.

*“El territorio, la cultura y prácticas, nos lo recuerda: nosotros venimos de la tierra, la reconocemos y la sentimos”.*

*Sabine Sinigui, Comunidad Embera Eyábida de Frontino*

## Bibliografía

### Bibliografía citada

Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID; ProColombia. (2021). Contemplar, Comprender, Conservar. Manual ilustrado para guías de turismo de naturaleza en Colombia. <https://guianaturaleza.colombia.travel/manual>

Asociación de Biotecnología Vegetal y Agrícola, Agro-Bio. <https://www.agrobio.org/>

Altieri, M. A. (2003). Dimensiones éticas de la crítica agroecológica a la biotecnología agrícola. *Acta bioethica*, 9(1), 47-61. [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S1726-569X2003000100005&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S1726-569X2003000100005&script=sci_arttext)

Álzate, A. G. (2015). Modelo de diseño para la valoración y apropiación social del Patrimonio en el Paisaje Cultural Cafetero colombiano. *Kepes*, 11(12), 118-138. <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/kepes/article/view/496/421>

Arcila, J., Farfán, F. F., Moreno, A. M., Salazar, L. F., & Hincapié, E. (2007). Sistemas de producción de café en Colombia <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/720/1/Sistemas%20producci%c3%b3n%20caf%c3%a9%20Colombia.pdf>

Asociación Hortifrutícola de Colombia. ASOHOFrucol. <https://www.asohofrucol.com.co/>

Asociación Nacional de Comercio Exterior. Analdex. La meta con el aguacate hass colombiano es conquistar el mercado Chino este año. <https://www.analdex.org/2020/01/29/la-meta-con-el-aguacate-hass-colombiano-es-conquistar-el-mercado-chino-este-ano/>

Barrere, R. (2016). La biotecnología en Iberoamérica: situación actual y tendencias. <http://repositorio.colciencias.gov.co:8080/handle/11146/274>

- Bloomberg. (2021). Choques sociales y ambientales, el lado gris del ‘boom’ del aguacate colombiano. <https://www.bloomberglinea.com/2021/09/27/choques-sociales-y-ambientales-el-lado-gris-del-boom-del-aguacate-colombiano/>
- Centro de bioinformática y biología computacional BIOS, Universidad de Manizales, Fundación Universitaria Empresas Estado Eje Cafetero FUEEEC. (2018). Estudio del sector biotecnológico en la industria colombiana. <http://bios.co/wp-content/uploads/2018/11/ESTUDIO-DEL-SECTOR-compressed.pdf>
- ColombiaCheck. (21 de abril de 2021). El aguacate desata conflictos en el Eje Cafetero. <https://colombiacheck.com/investigaciones/el-aguacate-desata-conflictos-en-el-eje-cafetero>
- Colombiamania. (2017). Departamento de Caldas. <http://www.colombiamania.com/departamentos/caldas.html>
- CORPOCALDAS y Omega Asociados Ltda (2020). Catálogo de flora y fauna. Subregión Occidente Próspero del departamento de Caldas. <https://online.pubhtml5.com/swuy/kany/#p=1>
- CORPOCALDAS y WCS Colombia. (30 de julio de 2020). La subregión Norte de Caldas, un territorio muy transformado, pero biodiverso. <https://colombia.wcs.org/es-es/WCS-Colombia/Noticias/articleType/ArticleView/articleId/14645/LA-SUBREGION-NORTE-DE-CALDAS-UN-TERRITORIO-MUY-TRANSFORMADO-PERO-BIODIVERSO.aspx>
- de Colombia, G. (2020). Bioeconomía para una Colombia Potencia viva y diversa: Hacia una sociedad impulsada por el conocimiento. <https://drive.google.com/file/d/1Dhg9mh9aw9rkemi-JHwS3NKOSz6QB1E/view>
- El Espectador. (14 de junio de 2021). El lío ambiental que empieza a dejar la exportación de aguacate. <https://www.elespectador.com/ambiente/el-lio-ambiental-que-empieza-a-dejar-la-exportacion-de-aguacate/>

- Escobar, A. (2007). La invención del Tercer Mundo: construcción y deconstrucción del desarrollo. Capítulo II: La problematización de la pobreza: la fábula de los Tres Mundos y el desarrollo. *Fundación editorial el perro y la rana*, 47-100. <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/clacso/becas/20100409122942/04del.pdf>
- Fernández-Cortés, Y., Sotto-Rodríguez, K. D., & Vargas-Marín, L. A. (2020). Impactos ambientales de la producción del café, y el aprovechamiento sustentable de los residuos generados. *Producción+ Limpia*, 15(1), 93-110. <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2795/1/2333-Texto%20del%20art%20c3%20adculo-210212330-1-10-20200827.pdf>
- Flórez, Á. M. W. (2010). La biotecnología en un mundo globalizado. *Revista colombiana de bioética*, 5(2), 164-169. <https://www.redalyc.org/pdf/1892/189218186016.pdf>
- Galparsoro, J. I. (2014). Biotecnología y naturaleza humana. La cuestión del posthumanismo. *Ágora: papeles de Filosofía*, 33(1). <https://revistas.usc.gal/index.php/agora/article/view/1874>
- Gobernación de Caldas. Información del departamento. <https://site.caldas.gov.co/departamento/informacion-del-departamento>
- Gómez, O. J. (2009). La formación socioeconómica de Caldas y sus características políticas. *Revista de Antropología y Sociología: Virajes*, 11, 229-253. <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/virajes/article/view/830/753>
- Gómez, S. P. M., & Ossa, Y. K. H. (2015). Biotecnología aplicada al desarrollo agropecuario colombiano. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6(2), 97-108. [https://www.researchgate.net/publication/315966119\\_Biotecnologia\\_aplicada\\_al\\_de\\_sarrollo\\_agropecuario\\_colombiano](https://www.researchgate.net/publication/315966119_Biotecnologia_aplicada_al_de_sarrollo_agropecuario_colombiano)
- Grupo Semillas. (2018). Cultivos transgénicos en Colombia. Impactos ambientales y socioeconómicos. Acciones sociales en defensa de las semillas criollas y la soberanía alimentaria. Informe País. [https://www.semillas.org.co/apc-aa-files/5d99b14191c59782eab3da99d8f95126/informe-pais-ogm-2018\\_web.pdf](https://www.semillas.org.co/apc-aa-files/5d99b14191c59782eab3da99d8f95126/informe-pais-ogm-2018_web.pdf)

Hass Avocado Board. (2022). <https://hassavocadoboard.com/>

Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. <https://www.ica.gov.co/>

Instituto Colombiano Agropecuario. ICA. En Caldas se realizan mesas de trabajo para aumentar la productividad y las exportaciones de aguacate. <https://www.ica.gov.co/noticias/ica-caldas-mesas-trabajo-aguacate-hass#:~:text=Caldas%20cuenta%20con%203.531%20hect%C3%A1reas,aguacate%20Hass%2C%20durante%20el%202020>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. (2012). Glaciares de Colombia, más que montañas con hielo. [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022428/Glaciares\\_web.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022428/Glaciares_web.pdf)

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. (2019). Informe del estado de los glaciares colombianos. <http://www.ideam.gov.co/documents/11769/229819/Estado+de+los+glaciares+colombianos+2019/0fdd1967-28bd-4120-9d58-8ebe81deaf8c>

INTERAMERICANO, B., & ADENAUER, K. VALOR DE LA BIOPROSPECCION EN COLOMBIA. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13723?locale-attribute=es>

Lander, E. (2020). Crisis civilizatoria: experiencias de los gobiernos progresistas y debates en la izquierda latinoamericana (p. 176). transcript Verlag. <https://library.oapen.org/viewer/web/viewer.html?file=/bitstream/handle/20.500.12657/37412/9783839448892.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Legiscomex. El aguacate Hass colombiano tiene un mundo de anaqueles esperando. <https://www.legiscomex.com/Documentos/aguacate-hass-colombia-mundo-anaqueles-actualizacion>

Liga contra el silencio. (2021, 22 de abril). El aguacate desata conflictos en el Eje Cafetero [video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=M6rJcRqXZw&t=500s>

Maldonado, C. E. (2004). Tensión entre la bioética y la biopolítica. A propósito de la biotecnología. *AAVV Horizontes de la bioética. Salud y realidad social*, 27-46.

Ministerio de Agricultura. Cadena productiva Aguacate. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Aguacate/Documentos/2020-03-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

Naciones Unidas. La organización. <https://www.un.org/es/about-un/index.html>

Negrín, S., Sosa, Á. E., Ayala, M., Diosdado, E., Pérez, M., Pujol, M., ... & Cremata, J. (2007). Enseñanza popular de la Biotecnología. *Biotecnología aplicada*, 1(24), 53-57. <http://elfoscientiae.cigb.edu.cu/PDFs/Biotecnol%20Apl/2007/24/1/BA002401EN053-058.pdf>

Nieto Gómez, L. E., Giraldo Díaz, R., & Zúñiga Mosquera, Ó. E. (2015). Capítulo 6: Perspectiva crítica de la biotecnología en Colombia. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/39569>

Ochoa Mesa, D. (2018). El café y la violencia en Samaná Caldas: una aproximación antropológica (1980-2010). [https://bibliotecadigital.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/13600/1/OchoaDiego2018\\_CafeViolenciaSamana.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/13600/1/OchoaDiego2018_CafeViolenciaSamana.pdf)

Paisaje Cultural Cafetero de Colombia, PCCC. <http://paisajeculturalcafetero.org.co/>

Parques Nacionales Naturales de Colombia, PNNC. <https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/>

Pavone, V. (2012). Ciencia, neoliberalismo y bioeconomía. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 7(20), 145-161. <http://www.scielo.org.ar/pdf/cts/v7n20/v7n20a09.pdf>

Ramos, G. C. D. (2001). La biopiratería y la propiedad intelectual como fundamento del desarrollo biotecnológico. *Problemas del desarrollo*, 175-209. <https://www.redalyc.org/pdf/118/11820094008.pdf>

- Ramos, G. C. D. (2008). El carácter geoeconómico y geopolítico de la biodiversidad: el caso de América Latina. *Gestión ambiental y conflicto social en América Latina*, 25. <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/clacso/becas/20100409122942/04del.pdf>
- Ribeiro, S. (2015). Biopiratería: la privatización de los ámbitos de la comunidad. La biodiversidad y los conocimientos ancestrales en la mira del capital, 115. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=--NZEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA115&dq=Biopirater%C3%ADa:+la+privatizaci%C3%B3n+de+los+%C3%A1mbitos+de+la+comunidad&ots=kXZAKvEYhJ&sig=xTSpUEjizxecSMwTWvvM9SEaQws#v=onepage&q=Biopirater%C3%ADa%3A%20la%20privatizaci%C3%B3n%20de%20los%20%C3%A1mbitos%20de%20la%20comunidad&f=false>
- Riechmann, J. (2000). Un mundo vulnerable. Ensayos sobre ecología, ética y tecnociencia. *Asoc. Los Libros de la Catarata*.
- Riechmann, J., & Arnal, L. (2004). Transgénicos: el haz y el envés: una perspectiva crítica (No. 631.5233 R5T7). <https://www.catarata.org/media/catarata55/files/toc-44964..pdf>
- Rifkin, J. (2009). El siglo de la biotecnología, el comercio genético y el nacimiento de un mundo feliz. *Ediciones Paidós Ibérica, S. A., colección Bolsillo*.
- Rincón, L. N. G. (2015). Los páramos en Colombia, un ecosistema en riesgo. *Ingeniare*, (19), 127-136. <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/ingeniare/article/view/530/413>
- Rodríguez, S. (2003). Injusticia y lucro en contratos de bioprospección. *Revista de Ciencias Ambientales*, 26(2), 59-69. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/ambientales/article/view/12819/17866>
- Salazar, A., Sandoval, A., & Armendáriz, J. (2013). Biología molecular. Fundamentos y aplicaciones en las ciencias de la salud. González, J., & Bueno, M. R. Capítulo 13: Enzimas de restricción. *McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C. V.*

<https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1473&sectionid=102743841>

Sánchez Tellez, C. (2017). Conocimiento tradicional y biopiratería. *Informe Integrar*.

<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/76031>

SciDevNet. (14 de agosto de 2019). Secuenciación genética del aguacate ayudaría a su conservación. <https://www.scidev.net/americ-latina/news/secuenciacion-genetica-del-aguacate-ayudaria-a-su-conservacion/#:~:text=La%20nueva%20investigaci%C3%B3n%2C%20publicada%20en%20la%20revista%20PNAS%2C%20secuenci%C3%B3n%20el,por%20ciento%20de%20otras%20guatemaltecas>

[del-aguacate-ayudaria-a-su-](https://www.scidev.net/americ-latina/news/secuenciacion-genetica-del-aguacate-ayudaria-a-su-conservacion/#:~:text=La%20nueva%20investigaci%C3%B3n%2C%20publicada%20en%20la%20revista%20PNAS%2C%20secuenci%C3%B3n%20el,por%20ciento%20de%20otras%20guatemaltecas)

[conservacion/#:~:text=La%20nueva%20investigaci%C3%B3n%2C%20publicada%](https://www.scidev.net/americ-latina/news/secuenciacion-genetica-del-aguacate-ayudaria-a-su-conservacion/#:~:text=La%20nueva%20investigaci%C3%B3n%2C%20publicada%20en%20la%20revista%20PNAS%2C%20secuenci%C3%B3n%20el,por%20ciento%20de%20otras%20guatemaltecas)

[20en%20la%20revista%20PNAS%2C%20secuenci%C3%B3n%20el,por%20ciento](https://www.scidev.net/americ-latina/news/secuenciacion-genetica-del-aguacate-ayudaria-a-su-conservacion/#:~:text=La%20nueva%20investigaci%C3%B3n%2C%20publicada%20en%20la%20revista%20PNAS%2C%20secuenci%C3%B3n%20el,por%20ciento%20de%20otras%20guatemaltecas)

[%20de%20otras%20guatemaltecas](https://www.scidev.net/americ-latina/news/secuenciacion-genetica-del-aguacate-ayudaria-a-su-conservacion/#:~:text=La%20nueva%20investigaci%C3%B3n%2C%20publicada%20en%20la%20revista%20PNAS%2C%20secuenci%C3%B3n%20el,por%20ciento%20de%20otras%20guatemaltecas)

Sepúlveda, N. A. (2004). Recursos genéticos: ¿Protección o usurpación? Las aristas de la biopropiedad. *Revista Luna Azul (On Line)*, 18, 1-de.

<https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/lunazul/article/view/1034/957>

Sierra, J., & de Filosofía, C. (2011). ¿Qué hay de malo en la biotecnología? La ecología profunda y el reencantamiento de la naturaleza. *Revista Grafía-Cuaderno de trabajo de los profesores de la Facultad de Ciencias Humanas. Universidad Autónoma de Colombia*, 8, 103-125.

[https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=que+hay+de+malo+en+la+biotecnologia&btnG=](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=que+hay+de+malo+en+la+biotecnologia&btnG=)

Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia, SIB. Biodiversidad en cifras.

(2022). <https://cifras.biodiversidad.co/>

Slow Food. (2020). La lucha de Colombia por disminuir la cultivación de transgénicos y proteger su biodiversidad. <https://www.slowfood.com/es/la-lucha-de-colombia-por-disminuir-la-cultivacion-de-transgenicos-y-proteger-su-biodiversidad/>

[disminuir-la-cultivacion-de-transgenicos-y-proteger-su-biodiversidad/](https://www.slowfood.com/es/la-lucha-de-colombia-por-disminuir-la-cultivacion-de-transgenicos-y-proteger-su-biodiversidad/)

Suárez, D., & Giraldo, C. (2008). El agua y la educación ambiental en Manizales, Colombia.

EL

AGUA,

65.

<http://www.asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/bce4ebde035e2a1518d7c1c49d4bf101.pdf#page=62>

Universidad del Rosario. (2019). Colombia frente al calentamiento global.

<https://www.urosario.edu.co/Investigacion/UCD/Articulos/Colombia-frente-al-calentamiento-global/>

Urán Carmona, A., Acevedo Mejía, E. C., & Piedrahita Arcila, I. (2013). Café de Colombia: escenarios de la caficultura colombiana tras la liberalización del mercado mundial. UNAM.

[https://www.researchgate.net/publication/267556913\\_Cafe\\_de\\_Colombia\\_escenarios\\_de\\_la\\_caficultura\\_colombiana\\_tras\\_la\\_liberalizacion\\_del\\_mercado\\_mundial](https://www.researchgate.net/publication/267556913_Cafe_de_Colombia_escenarios_de_la_caficultura_colombiana_tras_la_liberalizacion_del_mercado_mundial)

Torres, Ó. D. (2011). La bioprospección en Colombia. EXPEDITO, (7).

<https://revistas.utadeo.edu.co/index.php/EXP/article/view/732/740>

Torres-Valenzuela, L. S., Sanín-Villarrea, A., Arango-Ramírez, A., & Serna-Jiménez, J. A. (2019). Caracterización fisicoquímica y microbiológica de aguas mieles del beneficio del café. Revista Ion, 32(2), 59-66. <http://www.scielo.org.co/pdf/rion/v32n2/2145-8480-rion-32-02-59.pdf>

Vélez, G. (2014). La situación de los transgénicos en Colombia. En: Manzur, María Isabel & Cárcamo, María Isabel. (2014). América Latina: La transgénesis de un continente. Visión crítica de una expansión descontrolada. [https://simientedisidente.com/wp-content/uploads/2020/11/Libro\\_final\\_Transgenesis\\_de\\_un\\_Continent.pdf](https://simientedisidente.com/wp-content/uploads/2020/11/Libro_final_Transgenesis_de_un_Continent.pdf)

Zuluaga, L. F. G. (2001). Modernización e industrialización en el Antiguo Caldas, 1900-1970. Universidad de Caldas.

## Bibliografía consultada

- Altieri, M. A. (2001). Biotecnología agrícola: mitos, riesgos ambientales y alternativas. *Ecología política*, (21), 15-42.  
[https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=Biotecnolog%C3%ADa+agr%C3%ADcola%3A+mitos%2C+riesgos+ambientales+y+alternativas&btnG=](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Biotecnolog%C3%ADa+agr%C3%ADcola%3A+mitos%2C+riesgos+ambientales+y+alternativas&btnG=)
- Altieri, M. A. (2003). Dimensiones éticas de la crítica agroecológica a la biotecnología agrícola. *Acta bioethica*, 9(1), 47-61.  
[https://www.researchgate.net/publication/250373915\\_DIMENSIONES\\_ETICAS\\_DE\\_LA\\_CRITICA\\_AGROECOLOGICA\\_A\\_LA\\_BIOTECNOLOGIA\\_AGRICOLA](https://www.researchgate.net/publication/250373915_DIMENSIONES_ETICAS_DE_LA_CRITICA_AGROECOLOGICA_A_LA_BIOTECNOLOGIA_AGRICOLA)
- Castrillón Soto, E. A. (2020). Evolución de las disparidades económicas y sociales en los municipios del Departamento de Caldas.  
<https://190.248.67.124/bitstream/handle/20.500.12746/4152/tesis%20Eliana%20Castrill%C3%B3n%20Soto.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Hernández, D. N. A., & Hernández, J. K. E. (2012). Biopiratería: cruzando el límite de la explotación. *Revista Kogoró*, (4), 35-41.  
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/kogoro/article/view/340257/20795035>
- Méndez Aguirre, V. H. Paul W. Taylor, La ética del respeto a la naturaleza. Presentación de Margarita M. Valdés, trad. de Miguel Ángel Fernández Vargas. México, UNAM, Instituto de Investigaciones Filosóficas, 2005. *Anuario de Filosofía*, 1.  
<http://revistas.unam.mx/index.php/afil/article/viewFile/31462/29099>
- Muñoz, E. (2002). La cultura científica, la percepción pública y el caso de la biotecnología. *Observatorio de Cultura Científica de la Universidad de Oviedo*.  
[https://digital.csic.es/bitstream/10261/1503/1/cultura\\_percepcion\\_biotecnologia.pdf](https://digital.csic.es/bitstream/10261/1503/1/cultura_percepcion_biotecnologia.pdf)
- Ochoa Mesa, D. (2018). El café y la violencia en Samaná Caldas: una aproximación antropológica (1980-2010).  
[https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/13600/1/OchoaDiego\\_2018\\_CafeViolenciaSamana.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/13600/1/OchoaDiego_2018_CafeViolenciaSamana.pdf)

- Ramos, G. C. D. (2008). El carácter geoeconómico y geopolítico de la biodiversidad: el caso de América Latina. *Gestión ambiental y conflicto social en América Latina*, 25. <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/clacso/becas/20100409122942/04del.pdf>
- Riechmann, J. (2000). La ingeniería genética, para bien o para mal. *Revista de libros*, (43), 33-34. [https://www.revistadelibros.com/articulo\\_imprimible.php?art=2609&t=articulos](https://www.revistadelibros.com/articulo_imprimible.php?art=2609&t=articulos)
- Semillas, G. (2008). Biopiratería. Una amenaza a los territorios colectivos de Colombia. Estrategias y acciones desde la sociedad para enfrentarla. [https://www.montagneinrete.it/uploads/tx\\_gorillary/biopirateria-una-minaccia-per-i-territori-collettivi\\_1486461831.pdf](https://www.montagneinrete.it/uploads/tx_gorillary/biopirateria-una-minaccia-per-i-territori-collettivi_1486461831.pdf)