

BOSQUES PLANTADOS DE EUCALIPTO EN BRASIL: ¿UNA CULTURA NOCIVA PARA LOS RECURSOS HÍDRICOS?

Beatriz Souza Costa¹

Escola Superior Dom Helder Câmara (ESDHC) |

Márcio Luís Oliveira²

Escola Superior Dom Helder Câmara (ESDHC) |

RESUMEN

El objeto de este trabajo está relacionado con la investigación de la plantación de eucalipto y sus posibles efectos nocivos para los recursos hídricos, de conformidad con los principios de precaución y prevención. Por lo tanto, como hipótesis, el artículo propone evaluar la veracidad o no de la nocividad del eucalipto para los recursos hídricos, por lo que se recomienda reemplazar o continuar la actividad económica de la plantación de eucalipto mediante la adopción de políticas públicas específicas para el sector. La metodología utilizada en la investigación fue deductiva, utilizando los datos cualitativos, descriptivos, métodos comparativos y analíticos. Como fuentes primarias, la investigación se basó en la consulta bibliográfica de libros y artículos disponibles en revistas científicas.

Palabras clave: cultivo de eucalipto; bosques plantados; principios de precaución y prevención en Derecho Ambiental; recursos hídricos.

1 Postdoctorado en Derecho por la *Universidad Castilla-La Mancha* (UCLM). Doctorado y Máster en Derecho Constitucional por la Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Decano de Investigación y Profesor del Máster y Doctorado en Derecho Ambiental y Desarrollo Sostenible de ESDHC. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0636-6081> / e-mail: biaambiental@yahoo.com.br.

2 Doctor y Máster en Derecho por la UFMG. Mejora en el derecho internacional público y privado (Países Bajos). Profesor en la Facultad de Direito de la UFMG, maestría y doctorado en ESDHC y maestría en Facultad Milton Campos. Profesor visitante en *Universidad Complutense de Madrid* (UCM). Profesor-Colaborador en *The Hague University of Applied Sciences*. Consultor General de la Consultoría Técnico-Legislativa del Gobierno de Minas Gerais. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7437-0766> / e-mail: marcio.luis@uol.com.br.

PLANTED FORESTS WITH EUCALYPTUS IN BRAZIL: A HARMFUL CULTURE TO WATER RESOURCES?

ABSTRACT

The object of this study is related to the investigation of eucalyptus plantations and their possible harmful effects on water resources, in compliance with the principles of precaution and prevention. Thus, as hypotheses, the article proposes to assess the veracity or not of the harmfulness of eucalyptus to water resources, so that it is recommended the replacement or continuity of the economic activity of eucalyptus planting by the adoption of specific public policies for the sector. The methodology used in the research was deductive, also qualitative, descriptive, comparative and analytical methods were used. As primary sources, the research was guided by the bibliographic consultation of books and articles available in scientific journals.

Keywords: *eucalyptus cultivation; planted forests; principles of precaution and prevention in Environmental Law; water resources.*

INTRODUCCIÓN

Las plantaciones de eucalipto se introdujeron en Brasil en el siglo 19. Esta especie es nativa de Oceanía y principalmente de Australia. A partir de la década de 1960, hubo una expansión del cultivo de eucalipto y pino para diversos fines comerciales e industriales – incluso como fuente de energía especialmente para la industria siderúrgica –, cuya demanda ha estado creciendo por los mercados nacionales e internacionales desde entonces. Debido a que son bosques plantados, el propósito de los árboles es la corta o la cosecha, y los empresarios de la industria rechazan la designación de reforestación comúnmente atribuida.

Los bosques plantados de eucalipto tienen varios usos, sobresaliendo como fuente de energía para forjar arrabio y aleaciones de hierro, y para la producción de muebles, paneles de madera, madera procesada, celulosa y papel.

Sin embargo, el sector se considera comúnmente perjudicial para los recursos hídricos y la biodiversidad. En general, existe la creencia de que la plantación de eucaliptos, en su desarrollo, además de ser un bosque sin frutos, seca los manantiales y perjudica el flujo de los ríos cercanos. Por lo tanto, la problematización de este artículo tiene como problemática: ¿la siembra de eucalipto es perjudicial para la disponibilidad y el uso de los recursos hídricos, con el fin de requerir al Estado y el sector productor la observancia del principio de precaución?

Por lo tanto, el marco teórico del artículo es el principio de precaución en Derecho Ambiental y su aplicabilidad al monocultivo de eucalipto en Brasil. Por lo tanto, como hipótesis, el artículo propone evaluar la veracidad o no de la nocividad del eucalipto para los recursos hídricos, por lo que se recomienda reemplazar o continuar la actividad económica de la plantación de eucalipto mediante la adopción de políticas públicas específicas para el sector.

En este sentido, el artículo tiene como objetivo analizar el cultivo de eucalipto como una actividad económica sostenible en la modalidad de bosque plantado en Brasil. Como objeto específico, el artículo busca investigar los posibles impactos de esta cultura en los recursos hídricos, de conformidad con el principio de precaución y, como alternativa, el principio de prevención.

La metodología utilizada en la investigación fue deductiva, y los métodos utilizados fueron: datos cualitativos, descriptivos, comparativos y

analíticos. Como fuentes primarias, la investigación se basó en la consulta bibliográfica de libros y artículos disponibles en revistas científicas, incluso a través de Internet.

En resumen, el artículo, además de la introducción, las conclusiones finales y las referencias bibliográficas, se organizó en tres temas. En el primero, hubo informes de los orígenes, ciclos y expansión de la plantación de eucaliptos en el territorio brasileño. En el segundo ítem, el artículo trató el tema de los bosques plantados en Brasil y abordó a modo de ejemplo, este tipo de cultura en otros países con el propósito de colocar a Brasil en el mercado mundial de la demanda de madera, además del uso de esta plantación como medio de preservación de bosques nativos. El tercer punto se dedicó al objeto central del artículo, los impactos del cultivo de eucalipto sobre la disponibilidad y el uso de los recursos hídricos y las otras repercusiones ambientales y socioeconómicas de la actividad.

1 CICLOS DE DESARROLLO DE EUCALIPTO EN BRASIL

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura define el bosque como “*Land spanning more than 0.5 hectares with trees higher than 5 meters and a canopy cover of more than 10 percent, or trees able to reach these thresholds in situ. It does not include land that is predominantly under agricultural or urban land use*”³ (FAO, 2015a). Teniendo en cuenta esta definición, Brasil tiene aproximadamente el 59% de su territorio cubierto por bosques naturales y plantados, lo que representa la segunda área forestal más grande del mundo, precedida solo por Rusia; De este porcentaje, alrededor de 500 millones de hectáreas son bosques nativos y 10 millones de hectáreas de bosques plantados (SNIF, 2018).

Entre los bosques plantados, y para los fines de este artículo, se destaca el eucalipto, diseminado por todo el territorio nacional. Sin embargo, el eucalipto no es parte de la primitiva flora brasileña, ya que es una planta exótica de Australia, Tasmania y otras islas de Oceanía, que cuenta con más de 730 especies reconocidas por la botánica (EMBRAPA, 2019). Sin embargo, solo 20 de las especies de eucalipto se utilizan actualmente con fines comerciales en todo el mundo (SANTAROSA; PENTEADO JÚNIOR; GOULART, 2014).

3 Traducción libre: “Terreno superior a 0,5 hectáreas de árboles de más de 5 metros de altura (o capaces de alcanzar tal altitud) y con un área superior al 10% cubierta por copas de árboles. La definición no incluye tierras predominantemente bajo uso agrícola o urbano”.

Hay noticias de la primera plantación de eucaliptos en Brasil, en la ciudad de Rio de Janeiro, en 1825 (CARVALHO; SILVA, 1992, p. 42). Así, los ciclos del bosque plantado comenzaron con el *eucalyptus grandis* y *eucalyptus tereticornis*. El segundo ciclo de bosque plantado tuvo lugar en la década de 1970, y el tercero, a su vez, en la década de 1980, cuando comenzaron las mejoras genéticas con el desarrollo de la biotecnología. El cuarto ciclo del bosque siguió a nuevos avances genéticos y la creación de nuevas especies para su uso en la industria del mueble. Siguió otros ciclos, con cambios genéticos, incluido el enfoque en la agenda ambiental y bajo nuevos marcos de legislación (CARVALHO; SILVA, 1992).

Comercialmente, el sector forestal plantado aumentó en la década de 2000 y más allá. La Industria Brasileña de Árboles (IBÁ) preparó un resumen estadístico que muestra que en 2017, las inversiones en el área alcanzaron R \$ 6,7 mil millones, de los cuales R\$ 3,2 mil millones en bosques y R\$ 3,5 mil millones en la industria (IBÁ, 2017). Sin embargo, exclusivamente en el área total de árboles plantados, Brasil alcanzó 7.84 millones de hectáreas en 2017 (IBÁ, 2017). Como resultado, la participación del sector de eucalipto totalizó R \$ 73,8 mil millones ese año, lo que representa alrededor del 1,1% del producto interno bruto (PIB) nacional y el 6,1% del industrial (IBÁ, 2017). En el mismo período, Brasil batió un récord en la producción de celulosa, alcanzando 19.5 millones de toneladas del producto y pasando al segundo lugar en el mundo, superando a Canadá y China (IBÁ, 2017). Además, Brasil se encuentra entre los 10 países productores de papel (10,5 millones de toneladas), paneles de madera (7,9 millones de m³), pisos (11,9 millones de m³) y carbón vegetal (4,5 millones de toneladas) (IBÁ, 2017).

Brasil cuenta actualmente con tecnología avanzada para el mejoramiento de eucaliptos. Incluso Australia busca en Brasil las especies mejoradas para su siembra (IBÁ, 2017). Se encuentra que el sector forestal está muy extendido, puesto que hay varias actividades que dependen de él para sobrevivir. Este es un insumo importante cuya demanda ha estado creciendo en todo el mundo debido a su relevancia socioeconómica. Por lo tanto, la expansión del cultivo de eucalipto debe ser sostenible, ya que la producción comercial de madera debe ser el resultado de los bosques plantados para que los bosques naturales no sufran la presión del consumo.

2 EL COMPLEJO DE BOSQUES PLANTADOS EN BRASIL

Los bosques plantados con fines económicos han crecido en Brasil, por lo que merecen la atención de los sectores de protección ambiental. En el complejo forestal plantado, el eucalipto y el pino tienen notables reflejos. Según el Sistema Nacional de Información Forestal (SNIF), los bosques plantados representan millones de hectáreas, a saber:

Tabla 1 Bosques plantados en territorio brasileño en hectáreas por especie entre 2014 y 2017.

Especies forestales	2014	2015	2016	2017
Eucalipto	6.952.509	7.444.625	7.543.707	7.411.276
Pinus	2.049.234	2.065.560	2.079.162	2.030.419
Otros	364.998	427.762	400.207	410.025
Total	9.368.755	9.939.962	10.025.092	9.853.737

Fuente: SNIF (2018).

La Tabla 1 muestra el crecimiento exponencial del bosque de eucaliptos en 2014, 2015 y 2016, con una ligera disminución en 2017. Los datos utilizados por SNIF provienen del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE). Hay una gran diferencia entre los cultivos de eucalipto y pino en comparación con otras especies forestales plantadas en Brasil. Eucalipto, más que pino, tiene un mayor uso en la industria.

Para información, en Minas Gerais, el mayor productor de eucalipto de Brasil, la siembra ocurre con mayor frecuencia en las regiones de Rio Doce, Medio Oeste, Noroeste, Centro Norte, Jequitinhonha y Mucuri (BORGES; LEITE; LEITE, 2018). En 2016, Minas Gerais alcanzó 1,955,578 millones de hectáreas de áreas plantadas. (SNIF, 2018).

A pesar de la expansión de los bosques plantados en Brasil, con el predominio del eucalipto, y el país tiene un clima favorable para la producción de madera comercial, Brasil todavía se posiciona tímidamente en el mercado internacional, como se puede ver en el ranking mundial en millones de hectáreas plantadas, proporcionadas por el *Global Forest Resources Assessment*:

Tabla 2 Distribución de los bosques plantados en millones de hectáreas por país.

País	Millones por ha
China	78.982.000
Rusia	19.841.000
Canadá	15.784.000

Suecia	13.737.000
India	12.031.000
Japón	10.270.000
Polonia	8.957.000
Brasil	7.736.000
Finlandia	6.775.000

Fuente: FAO (2015b).

Como se puede ver, Brasil tiene una baja participación en el creciente mercado internacional y debe enfrentar varios desafíos para aumentar su producción, incluida la eliminación de los mitos que aún permanecen en este tipo de emprendimiento.

Si hubiera estímulos en la producción, Brasil superaría a países como China, Rusia y Canadá, porque en Brasil el tiempo de cosecha de las principales especies plantadas es de 5 a 7 años, mientras que en los países mencionados este tiempo es más largo debido a las bajas temperaturas. Así pues, los productores brasileños han perdido oportunidades frente a un mercado muy prometedor, y Brasil tiene condiciones básicas para aumentar su participación en el comercio internacional.

Como se ve, Brasil ocupa el octavo puesto en el ranking mundial de producción forestal plantada y es el mayor productor de celulosa según el Sistema Nacional de Información Forestal (SNIF, 2018). El SNIF pronostica que para 2050 la población del planeta llegará a 9,1 mil millones de personas, y la demanda de bioenergía aumentará, por lo que será necesario plantar más de 250 millones de hectáreas de bosques para satisfacer la demanda de esta commodities.

Aunque la discusión económica es importante, considerando la promoción de la inclusión socioeconómica, así como la generación de riqueza, y este trabajo se enfoca en verificar los impactos negativos de la plantación de eucalipto en los recursos hídricos.

Así, en el siguiente tema, se verificará la correlación entre la expansión del cultivo de eucalipto y los posibles impactos ambientales de esta producción, especialmente con respecto a la disponibilidad y el uso de los recursos hídricos.

3 LOS IMPACTOS CAUSADOS POR LA PLANTACIÓN DE EUCALIPTO EN EL MEDIO AMBIENTE: PARTICULARMENTE EN RECURSOS HÍDRICOS

Es difícil decir que una planta exótica como el eucalipto no dañe el medio ambiente, especialmente cuando Brasil tiene alrededor de 10 millones de hectáreas de bosques plantados (SNIF, 2018). Sin embargo, no hay estudios concluyentes sobre los impactos negativos del cultivo de eucalipto en los recursos hídricos. Aunque los estudios científicos y técnicos sobre las externalidades negativas del cultivo de eucalipto no han llegado a su fin, el principio 15 de Eco-92 requiere que:

Para proteger el medio ambiente, el principio de precaución debe ser ampliamente observado por los estados, de acuerdo con sus capacidades. Cuando existe una amenaza de daño grave o irreversible, la ausencia de certeza científica absoluta no debe usarse como una razón para retrasar medidas efectivas y económicamente viables para prevenir la degradación ambiental (CARVALHO, 2002, p. 139).

El principio de precaución actúa de tal manera que requiere la prudencia del Estado, la sociedad civil y la iniciativa privada en relación con cualquier actividad humana que, ante incertidumbres científicas o técnicas, puede poner en duda su potencial de causar riesgos para el medio ambiente. De esta manera, no hay que equivocarse al identificar el principio de precaución con el de prevención, ya que tiene la intención de prevenir impactos conocidos, mientras que el primero actúa como una advertencia contra el peligro ignorado (COSTA, 2005).

Considerando el cultivo de eucalipto como un tipo de bosque plantado alrededor del cual existe una creciente demanda de la multiplicidad de uso comercial, industrial y energético de esta especie vegetal, es necesario aclarar los mitos sobre la plantación de bosques de eucalipto. La primera de ellas es en el sentido equivocado de que el eucalipto consume más agua para su desarrollo que otras plantas, hasta el punto de secar los manantiales. Sin embargo, Thelma Shirlen Soares entiende que el monocultivo de eucalipto sufre una cierta “implicación debido a los errores cometidos al comienzo de su plantación, cuando la legislación misma permitió la sustitución de los bosques nativos” (SOARES *apud* QUEIROZ, 2004, p. 39).

Con respecto a los recursos hídricos, los estudios desarrollados por Mora y García (2000) muestran que el consumo total de agua de las plantaciones de eucalipto es equivalente al de los árboles nativos, siendo incluso más bajo que los cultivos agrícolas principales. Por ejemplo, con

un litro de agua, el *eucalyptus grandis* es capaz de producir 2,9 gramos de madera, mientras que una especie nativa del cerrado produce solo 0,4 gramos con la misma cantidad de agua.

En relación con la tasa de eliminación de nutrientes del suelo debido a las especies plantadas, comparada en kg/hectárea por año, ver Tabla 3:

Tabla 3 Consumo anual de nutrientes, en hectáreas, para cada especie.

Cultura	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Eucalipto	13	4	44
Café	93	4	127
Maíz	127	26	37
Caña de azúcar	208	22	200

Fuente: Mora y Garcia (2000, p. 79).

La investigación científica ayuda a disipar mitos sobre los efectos nocivos de los bosques plantados en relación con manantiales y ríos. Por lo tanto, la sinergia de las agencias públicas y los sectores económicos relacionados con el tema es necesaria, en colaboración con los institutos de investigación.

Desde esta perspectiva, los biólogos Claudia Santana dos Santos y José Luis Caetano da Silva desarrollaron una investigación sobre el impacto ambiental y social de la plantación de eucaliptos en el extremo sur de Bahia. El resultado no fue favorable al cultivo de esta especie, ya que demuestra varios aspectos nocivos (SANTOS; SILVA, 2004). Algunos de ellos serán señalados aquí.

En cuanto al suelo del área noreste, más específicamente al extremo sur de Bahia, los investigadores afirman que el área tiene un relieve plano y ondulado, con clima cálido y húmedo, con temperaturas que oscilan entre 22 ° y 24 ° C y precipitaciones de alrededor de 1,500 a 1,750 mm. Es, por lo tanto, una microrregión con poca probabilidad de desertificación, pero que ha mostrado serios cambios antropogénicos, como resultado de las acciones de los madereros y productores de carbón vegetal en la cubierta vegetal, agravada por el ganado y los monocultivos (SANTOS; SILVA, 2004).

Otro impacto nocivo en el suelo baiano, específicamente en el cultivo de eucalipto, deriva del uso intensivo de pesticidas. Este hecho es más preocupante debido a la proximidad de estos bosques plantados a las áreas protegidas circundantes (SANTOS; SILVA, 2004).

En cuanto a la disponibilidad y el uso de los recursos hídricos, la

peculiaridad de la región merece atención, ya que su cuenca se compone de varios ríos perennes, como Jequinhonha, Caraíba, Cahy, Jurucucu y Santo Antônio (SANTOS; SILVA, 2004). Estos ríos – y, por consecuencia, los arroyos y riachuelos – corren grave riesgo de contaminación, porque ya en la plantación de eucalipto el uso de los recursos hídricos comienza con el riego y el lavado de la maquinaria de siembra y cosecha (SANTOS; SILVA, 2004).

Los investigadores describen los impactos que las granjas de eucalipto tienen en el bosque atlántico circundante, considerando que estos árboles tienen un crecimiento acelerado, es decir, compiten con la cubierta de vegetación natural del extremo sur de Bahía. También destacan la proliferación de plagas típicas de eucalipto, como el cortador y el deforestador, que después de la cosecha migran a los bosques nativos restantes (SANTOS; SILVA, 2004).

Al mismo tiempo, la cultura del eucalipto tiene repercusiones sociales, ya que afecta a las comunidades tradicionales de la región, como advirtieron Gomes y Samapaio (2019, p. 96): “Debe recordarse que el conocimiento tradicional es un elemento constitutivo e inseparable de cada comunidad tradicional”. De esta manera, las comunidades que viven de las granjas familiares de subsistencia se ven comprometidas porque la tierra cultivable, los recursos hídricos, la fauna y la flora sufren la interferencia de la plantación de eucaliptos. Además, unas 30.000 hectáreas de tierra reclamadas por estas comunidades están cubiertas actualmente por eucaliptos (SANTOS; SILVA, 2004). La mecanización de las plantas es otro problema socioeconómico relevante. Como la cosecha de eucalipto hace necesario el uso de mano de obra local, la empleabilidad de la actividad anunciada por los empresarios forestales no es factible (SANTOS; SILVA, 2004).

Desde la perspectiva más centrada de los recursos hídricos, Clarisse Barreto investigó la plantación de eucaliptos en algunos municipios rurales de São Paulo, incluido Caçapava, Santa Branca y Cunha, en el Vale do Rio Paraíba. El autor explica que “entre las diversas interpretaciones atribuidas al cultivo de eucalipto, la que se refiere a su efecto en la reducción del flujo de agua es una crítica recurrente” (BARRETO, 2019, p. 10). Para verificar su objeto de estudio, el autor investigó la correlación entre el nivel de lluvia de las regiones y la cantidad por hectárea del cultivo de eucalipto.

Barreto (2019) ilustra que en 2014, los municipios de Caçapava, Santa Branca y Cunha tenían, respectivamente, 2.515 ha, 4.000 ha y

1.245 ha de plantaciones de eucalipto. La investigadora recopiló datos sobre la precipitación anual promedio de cada región y el potencial de evapotranspiración promedio. La autora utilizó el método de investigación cualitativa, a través de entrevistas semiestructuradas con preguntas relacionadas con cambios generales en el uso de la tierra y la reducción del flujo de los ríos relacionados con la plantación de eucaliptos (BARRETO, 2019).

La autora concluye en su trabajo que

La ubicación de las propiedades en relación con las plantaciones se presentó como un factor que puede influir en la percepción de estas plantaciones como un uso de la tierra que reduce las tasas de flujo de los cursos de agua, pero no fue determinante.

[...]

En la presente investigación, las representaciones de las plantaciones de eucalipto como un uso de la tierra que perjudica la disponibilidad de agua se construyeron en base a argumentos como la observación de la reducción de las tasas de flujo de la corriente, desde el momento en que este uso de la tierra fue establecido en ciertos lugares, el área ocupada por las plantaciones, su establecimiento cerca de cursos de agua, su alta demanda de agua, el rápido crecimiento del árbol y sus raíces profundas.

La experiencia y la identidad de los ex trabajadores de plantaciones surgieron como elementos legitimadores de estos argumentos (BARRETO, 2019, p. 119).

Tomando una lectura crítica del trabajo de Barreto, se observa que la investigación sobre el impacto de la cultura del eucalipto en el flujo del río se ha relacionado con la connotación socioeconómica. En los tres municipios estudiados, la recopilación de datos a través de entrevistas semiestructuradas detectó un problema con respecto a la empleabilidad de la actividad, a saber: “La falta de creación de empleo por parte de la empresa se presentó como una fuerte crítica, especialmente en Santa Branca y un barrio rural de Cunha” (BARRETO, 2019, p. 116). Por lo tanto, en términos aparentes, la disminución del flujo del río no se consideraría perjudicial para la población si hubiera suficientes empleos en estas ciudades. La autora resume sus observaciones sosteniendo que:

Las impresiones negativas a menudo apuntan a la degradación ambiental y a las bajas ofertas de trabajo. También notamos que en Santa Branca, un municipio con la mayor presencia de plantaciones industriales organizadas por la compañía, los discursos de los entrevistados son más complejos, configurando y considerando las ventajas y pérdidas presentes en la actividad. Así, entendemos que las relaciones establecidas entre la actividad y las sociedades involucradas se representaron de varias maneras, revelando la enorme complejidad humana en cuestión. El Vale do Paraíba Paulista, región de la antigua ocupación y la larga historia de explotación capitalista de los recursos naturales plantea desafíos para el observador. Reflexionar

sobre la disponibilidad de agua y el desarrollo del cultivo industrial de eucalipto no puede resaltar la asociación y los datos económicos como una clave para comprender la actividad. Las múltiples realidades reveladas por las entrevistas muestran que esta medición tiene en cuenta los recuerdos individuales y compartidos, las lecturas presentes y las expectativas futuras que también están vinculadas en los marcos culturales, afectivos y sociales establecidos con el territorio (BARRETO, 2019, p. 117).

Barreto concluye que, aunque es evidente que la plantación de bosques de eucalipto disminuye el flujo del río, esta no era la principal preocupación de las personas que viven en esos municipios. Sin embargo, saben que la actividad causa impactos negativos en los recursos hídricos.

Aunque es relevante para la investigación de Barreto (2019), hay posiciones parcialmente conflictivas, como Mora y Garcia (2000), alegando que el cultivo de eucalipto debe entenderse técnicamente desde el aspecto agrícola-ambiental, aparte de cualquier análisis relacionada a la empleabilidad de la actividad económica. En este sentido, haciendo una correlación entre el cultivo de eucalipto y la disponibilidad y uso de los recursos hídricos, Mora y Garcia (2000, p. 69) están de acuerdo en que:

Culturalmente, uno tiene la idea errónea de que “el eucalipto seca el suelo”. Numerosos estudios ya han demostrado que, con respecto al consumo de agua y la tolerancia a la sequía o las condiciones de déficit hídrico, existen diferentes respuestas según cada cultivo o especie plantada. En el caso del eucalipto, algunas especies de Australia (*E. regnans*, *E. marginata* y *E. Obliqua*, por ejemplo) en realidad tienen un alto consumo de agua, ya que los estomas permanecen abiertos y, en consecuencia, tienen una alta tasa de transpiración.

[...] Otras especies ya son más eficientes en el consumo de agua que innumerables cultivos agrícolas.

Por lo tanto, debemos tener cuidado con los aspectos técnicos de la producción de bosques plantados de eucalipto y su potencial para reducir el flujo de los ríos o secar los recursos hídricos. En este escenario, Mora y Garcia informan que “la gran mayoría de las especies de eucalipto han desarrollado mecanismos fisiológicos para adaptarse a las condiciones de déficit de agua (falta de agua en el suelo), es decir, mecanismos para restringir el consumo de agua” (MORA; GARCIA, 2000, p. 71). Y los autores aseguran aún más a través de la investigación que “Durante la fase de crecimiento más aguda, tanto el eucalipto como cualquier otra planta de crecimiento rápido pueden tener un equilibrio negativo entre el agua infiltrada (lluvia e irrigación) y la extracción de agua por las raíces” (p. 71).

Al tratar con la actividad de monocultivo, Ching Liu, Kuchama y

Krutovsky (2018, p. 5) advierten con más fuerza que:

Regarding the social impacts, the introduction of large-scale plantations often leads to the change in the ownership from local communities to large private companies, hence, resulting into a loss of traditional goods and cultures, customary rights, and livelihoods associated with forced resettlement and unequal distribution of resources [...]. Moreover, effects on the environment include the loss of soil productivity and fertility, disruption of hydrological cycles, risks associated with plantation forestry practices (e.g., introduction of exotic species), risks of promoting pests and diseases, [...].⁴

Sin embargo, Moledo *et al.* (2016) entienden que el cultivo de eucalipto es una actividad económica relevante para Brasil, y difieren de la idea de atribuir efectos excesivamente dañinos al medio ambiente. Los autores entienden que “En cuanto al balance hídrico en microcuencas cerca de bosques plantados, el eucalipto siempre ha sido considerado el gran villano. Sin embargo, esta declaración es válida para la temporada de verano, donde el consumo promedio es de 15 l / día, mientras que en invierno este valor cae a 4 l / día.

Estos autores llevan a cabo trabajos técnicos sobre los impactos de la siembra de cultivos de eucalipto y presentan un plan de manejo bien estructurado para mitigar todos sus aspectos negativos. Las consecuencias, como ya se identificaron en otros trabajos, generalmente tienen repercusiones en los recursos hídricos, la fauna, la flora y los aspectos socioeconómicos. Sin embargo, los autores atestiguan que al emplear estudios complejos y una gestión adecuada, todos los problemas enumerados se pueden resolver o mitigar, porque “la gestión forestal o la gestión autosostenida es la aplicación de métodos comerciales y mejores prácticas respaldadas por el conocimiento técnico. Entre los principios está la silvicultura, que es una parte clave de los planes de manejo” (MOLEDO *et al.*, 2016, p. 514).

Moledo *et al.* (2016) demostrar en su trabajo que el plan de manejo forestal tiene una función principal en la operación y manejo de áreas forestales. Creen que “los planes de gestión, especialmente a nivel operativo, deberían desarrollarse específicamente en función de las características geoambientales de las áreas a explorar, permitiendo el

⁴ Traducción libre: “En relación con los impactos sociales, la introducción de plantaciones a gran escala a menudo conduce a la transferencia de la propiedad de las comunidades locales a las grandes empresas privadas, lo que resulta en la pérdida de bienes y culturas tradicionales, derechos consuetudinarios y medios de vida asociados con el reasentamiento forzoso y la distribución desigual de recursos (BALTODANO, 2000; COLCHESTER, 2006). Además, los efectos sobre el medio ambiente incluyen pérdida de productividad y fertilidad del suelo, interrupción de los ciclos hidrológicos, riesgos asociados con las prácticas de plantación forestal (por ejemplo, introducción de especies exóticas), peligro de nuevas plagas y enfermedades, [...]”

establecimiento de prácticas operativas adecuadas para la implementación de acciones sostenibles” (p. 529).

Como se puede ver, casi todos los autores están de acuerdo en que hay varios impactos de la cultura del eucalipto en el medio ambiente, y particularmente en los recursos hídricos. Sin embargo, la postura de Mora y Garcia, a pesar de que es un trabajo más antiguo del año 2000, muestra un equilibrio de pensamiento, especialmente cuando afirman:

Desde el punto de vista físico, varias plantaciones ocuparon tierras en áreas no recomendadas, como áreas consideradas adecuadas para cultivos agrícolas, pendientes pronunciadas, orillas del río y otros. También se han producido cambios en el paisaje en ciertas regiones, incluso en áreas ya degradadas por actividades extractivas. Debido a los sistemas de planificación operacional adoptados, hubo interferencia de las plantaciones en los procesos de conservación del suelo (erosión) y calidad del agua. Considerando los aspectos biológicos, los primeros proyectos no consideraron los planes de manejo para garantizar la biodiversidad de los sistemas acuáticos y terrestres, con consecuencias hasta el día de hoy. El uso de pesticidas y fertilizantes agrícolas se realizó con un conocimiento limitado sobre su interferencia con los humanos y el medio ambiente. También se cuestionó intensamente el uso de incendios controlados como método de limpieza del área previa a la siembra y los sistemas de prevención y control de incendios forestales. La deforestación y la quema encendió preguntas sobre el “efecto invernadero” (MORA; GARCIA, 2000, p. 78).

Se observa que las prácticas de siembra de eucalipto, en los ciclos mencionados anteriormente, se realizaron sin estudios adecuados y sin considerar las complejidades de ser el eucalipto una planta perteneciente a otro bioma. Por lo tanto, plantar sin el cuidado adecuado causó impactos ambientales y socioeconómicos con las consecuencias actuales. La lectura de varios artículos nacionales y extranjeros muestra que en otros países también hay algunos mitos sobre el monocultivo de eucalipto.

Sin embargo, los textos utilizados en este trabajo dejan fuertes indicios sobre los beneficios de los bosques plantados, siendo el principal la posibilidad de revertir la deforestación de los bosques nativos, cuando se cultivan adecuadamente. Además, los bosques plantados ayudan en el control de la erosión siempre que se tomen las medidas apropiadas de manejo del suelo, es decir, actúan en la fijación del suelo y la escorrentía de la lluvia, regulando el ciclo del agua en las microcuencas donde se insertan los bosques (MORA, GARCIA, 2000). Al mismo tiempo, el valor comercial e industrial del cultivo de eucalipto está abierto a varios

segmentos socioeconómicos relevantes para el desarrollo sostenible brasileño.

Según la información recopilada en la preparación de este trabajo, y debido a su longitud y profundidad, no es concluyente la posición favorable o contraria a la producción de bosques de eucaliptos plantados en Brasil. Sin embargo, el tema está más preocupado por la elaboración, implementación, monitoreo, evaluación y actualización de políticas públicas (CUSTÓDIO; OLIVEIRA, 2015) para manejar los problemas que surgen con el cultivo de eucalipto en crecimiento.

Por otro lado, se hizo evidente que los bosques plantados tienen una función relevante como alternativa para el desarrollo socioeconómico sostenible al eliminar de los bosques naturales la creciente demanda de madera en los segmentos industriales y comerciales más diversos. En este escenario, es necesario contar con un marco legal adecuado y la implementación de medidas administrativas apropiadas para promover el sector, en asociación con la sociedad civil y la iniciativa privada, para que sea compatible con la protección ambiental necesaria, específicamente con la conservación, la disponibilidad y el uso de los recursos hídricos.

CONSIDERACIONES FINALES

Partiendo de la problemática propuesta, analizado en el contexto del marco teórico, y para responder a las hipótesis presentadas, se puede concluir que existe un debate científico vigoroso sobre el grado de nocividad o no del cultivo de eucalipto. Como se menciona en el texto, hay algunas especies que pueden causar un gran impacto y otras que, debido al cuidado específico, como en la elección de la región, hacen posible que la plantación sea beneficiosa. Por lo tanto, el principio de precaución en la actividad de siembra de eucalipto se recomendaría desde el principio, de modo que se seleccionen las especies de menor impacto en este cultivo.

La larga experiencia de la plantación de eucaliptos en el territorio nacional y el conocimiento que pueda surgir de ella nos permiten considerar algunos aspectos positivos de esta cultura. El primero se refiere a los avances genéticos a través de los cuales ha pasado la mejora de la especie, a fin de causar un menor impacto ambiental y generar un mayor beneficio económico para los fines para los que está destinado. El segundo factor es la multiplicidad de su uso comercial, industrial y energético y su potencial para satisfacer la creciente demanda mundial de madera. Un tercer aspecto muy

importante es la preservación de los bosques nativos, que ahora son objeto de menos demanda y especulación, como consecuencia de reemplazar la oferta de esta demanda con bosques plantados, lo que resulta en la legalidad y el control de la tala de madera en este segmento. Una cuarta característica es que los estudios muestran que las políticas públicas adecuadas para la plantación de eucalipto pueden reducir sustancialmente los efectos nocivos del cultivo de eucalipto. Por lo tanto, el sector de bosques plantados, si está bien organizado y monitoreado, puede convertirse en un medio importante de desarrollo sostenible al tiempo que satisface las demandas legítimas de tierra y fuentes de energía, especialmente biomasa.

En conclusión, el artículo propone que, con respecto al cultivo de eucalipto como una modalidad de bosque plantado con fines comerciales, industriales y energéticos, el principio ambiental de aplicación más apropiada es el de prevención más que el de precaución. El documento recomienda la observancia del principio de prevención debido a la buena experiencia y el conocimiento ya adquiridos del largo cultivo de eucalipto en Brasil. Además, el principio de precaución no puede aplicarse inflexiblemente, ya que estaría impidiendo el desarrollo del sector de bosque plantado, que cumple funciones socioeconómicas e incluso ambientales relevantes, como se informó en el párrafo anterior.

La investigación en este segmento debe continuar para que el eucalipto se pueda plantar con la reserva necesaria para la protección del medio ambiente. La hipótesis presentada en la introducción se confirmó parcialmente, a saber, que el cultivo de eucalipto no debe ser reemplazado por otro, sino sujeto a la elaboración, implementación, monitoreo, evaluación y actualización de políticas públicas específicas y apropiadas para manejar los problemas ambientales que derivados de esto, de acuerdo con el principio de prevención.

Por lo tanto, aunque no es totalmente concluyente, los estudios técnicos y científicos de los impactos ambientales de la plantación de eucaliptos, el conocimiento ya adquirido por la larga tradición y la experimentación de esta cultura en el territorio brasileño, se sumaron a las buenas perspectivas de una gestión bien estructurada que ya se aplica en este segmento, recomiendan la continuidad de la actividad económica, en el contexto del principio de prevención.

REFERENCIAS

BARRETO, C. A. *Eucalipto, água e sociedade: a construção de representantes no Vale do Paraíba, SP*. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Centro de Energia Nuclear da Agricultura, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

BORGES, M. G.; LEITE, M. E.; LEITE, M. R. Mapeamento do eucalipto no estado de Minas Gerais utilizando o Sensor Modis. *Espaço Aberto*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 53-70, 2018. Disponible en: <https://revistas.ufrj.br/index.php/EspacoAberto/article/download/14364/11776>. Acceso: 20 de noviembre de 2019.

CARVALHO, C. M., SILVA, W. Essências florestais no Brasil. *Revista Silvicultura*, São Paulo, n. 43, p. 42-43, 1992.

CARVALHO, R. M. M. A. *et al.* Terceirização: considerações e reflexões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL PARA A INDÚSTRIA DE BASE FLORESTAL E DE GERAÇÃO DE ENERGIA, 2, 2004, Belo Horizonte. *Revista Madeira 2004*. Belo Horizonte: AMS, 2004. v. 2. p. 47-48.

CHING LIU, C. L.; KUCHMA, O.; KRUTOVSKY, K. V. *Mixed-species versus monocultures in plantation forestry: Development, benefits, ecosystem services and perspectives for the future*. *Global Ecology Conservation*, v. 15, n. 419, p. 01-15, jul. 2018.

COSTA, B. S. Plantações de florestas ou reflorestamento? *Revista Brasileira de Direito Ambiental*, São Paulo, ano 1, v. 2, p. 213-226, abr./jun. 2005.

CUSTÓDIO, M. M.; OLIVEIRA, M. L. Eco-efficiency in bidding processes to purchase everyday supplies for the brazilian federal administration. *Veredas do Direito*, Belo Horizonte, v. 12, n. 24, p. 33-61, jul./dez., 2015. Disponible en: <http://www.domhelder.edu.br/revista/index.php/veredas/article/view/647/454>. Acceso en: 20 de noviembre de 2019.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *O eucalipto*. Disponible en: <https://www.embrapa.br/florestas/transferencia-de-tecnologia/eucalipto>. Acceso en: 20 de noviembre de 2019.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *Forest resources assessment working paper: terms and definitions*, 2015a. Disponible en: <http://www.fao.org/3/ap862e/ap862e00.pdf>. Acceso en: 20 de noviembre de 2019.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *Global Forest resource assessment*, 2015b. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i4808e.pdf>. Acceso: 20 de noviembre de 2019.

GOMES, M. F.; SAMPAIO, J. A. L. Biopirataria e conhecimentos tradicionais: as faces do biocolonialismo e sua regulação. *Veredas do Direito*, Belo Horizonte, v. 16, n. 34, p. 91-121, jan./abr. 2019. Disponible en: <http://www.domhelder.edu.br/revista/index.php/veredas/article/view/1274/24726>. Acceso en: 20 de noviembre de 2019.

IBÁ – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. *Relatório 2017*. Disponible en: https://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf. Acceso en: 20 de noviembre de 2019.

MOLEDO, J. C. *et al.* Impactos ambientais relativos à silvicultura de eucalipto: uma análise comparativa do desenvolvimento e aplicação no plano de manejo florestal. *Revista Geociências*, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 512-530, 2016.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. *A cultura do eucalipto no Brasil*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2000. Disponible en: <http://atividaderural.com.br/artigos/50ec5305728a6.pdf>. Acceso en: 1 de septiembre de 2019.

QUEIROZ, C. A. S. Influência de regulador de fluxo na velocidade operacional de pulverizadores usados em florestamentos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL PARA A INDÚSTRIA DE BASE FLORESTAL E DE GERAÇÃO DE ENERGIA, 2, 2004, Belo Horizonte. *Revista Madeira 2004*. Belo Horizonte: AMS, 2004. v. 2. p. 47-48.

SANTAROSA, E.; PENTEADO JÚNIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. R. (ed.). *Transferência de tecnologia florestal: cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda*. Brasília, DF: Embrapa, 2014. Disponible en: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/121607/1/Apostila-Serie-TT-Eucalipto.pdf>. Acceso en: 20 de noviembre de 2019.

SANTOS, C. S.; SILVA, J. L. C. *Os impactos do plantio de eucalipto e da produção de celulose em comunidades tradicionais do extremo sul baiano*. p. 4, 2004. Disponible en: http://www.anppas.org.br/encontro/segundo/Papers/GT17/gt17_Jose_Caetano.PDF. Acceso en: 6 de septiembre de 2019.

SNIF – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS. *Boletim SNIF 2018* ed.1. 2018. Disponible en: <http://www.florestal.gov.br/publicacoes/1645-boletim-snif-2018-ed-1>. Acceso en: 20 de noviembre de 2019.

Artículo recibido en: 10/02/2019.

Artículo aceptado en: 19/11/2019.

Cómo citar este artículo (ABNT):

COSTA, B. S.; OLIVEIRA, M. L. Bosques plantados de eucalipto en Brasil: ¿una cultura nociva para los recursos hídricos? *Veredas do Direito*, Belo Horizonte, v. 16, n. 36, p. 123-141, sep;/dic. 2019. Disponible en: <http://www.domhelder.edu.br/revista/index.php/veredas/article/view/1671>. Acceso en: día de mes de año.