

INFLUENCIA DEL RALEO EN LA CALIDAD DE LAS AGUAS EN ALTURAS DE PIZARRAS, PINAR DEL RÍO

WATER QUALITY INFLUENCE BY THINNING, AT THE ALTURAS DE PIZARRAS, PINAR DEL RÍO

M. Sc. YOLANIS RODRÍGUEZ-GIL,¹ ING. ARSENIO RENDA-SAYOUX,¹ DR. C. JOSÉ E. GUTIÉRREZ-HERNÁNDEZ²
Y DR. C. TOMÁS PLASENCIA-PUENTES³

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Calle 174 no 1723, e/ 17B y 17C,
Siboney, Playa, La Habana, teléf. 208 2554, yoly@forestales.co.cu

² Universidad de La Habana. MES, La Habana

³ Estación Experimental Hidrológica Amistad. Viñales, Pinar del Río, Cuba

RESUMEN

El agua es uno de los recursos vitales para la existencia, y el bosque es un ecosistema clave en el ciclo del agua en estado natural o explotado; por tanto, el buen estado del bosque resulta decisivo para que la sociedad disponga de agua de calidad. El objetivo de este trabajo consistió en evaluar la influencia de los tratamientos silvícolas (raleo) en la calidad de las aguas. Para tales propósitos se muestrearon en un período de cinco años el agua escurrida en dos subcuencas cubiertas por pinares (una testigo y la otra tratada), determinándose las características cuantitativas del escurrimiento iónico. Se concluyó que al realizar la intervención silvícola en una plantación de pinos (raleo) se modifica la composición físico-química de las aguas con tendencia a la disminución del bicarbonato, calcio y los sólidos solubles totales e incremento de los sulfatos.

Palabras claves: *Calidad del agua, silvicultura, pinus, aclareo*

INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los componentes esenciales de los geosistemas y uno de los recursos naturales de mayor valor e interés científico, económico y social. La conservación de este recurso natural y el manejo sostenible de las cuencas hidrográficas en estos tiempos ha tomado gran importancia debido a la creciente carencia de agua para propósitos de consumo humano e irrigación. La razón principal es la deforestación continua y la

ABSTRACT

Also as it is another basic resource for life and forest ecosystem play important role in its natural cycle, one must protect the forest vegetation in order to keep it available for the society, the main objective of this paper deal with influence of thinning of pine plantation on water quality after 5 years in two small catchment (one witness) determining ionic. The main conclusion indicated that thinning on pine plantation modify physical and chemical water composition with tendency to diminishing bicarbonate, calcium, total soluble solids and increased sulphates.

Key words: *Water quality, silviculture, pinus, singling*

contaminación de las cuencas hidrográficas que almacenan y producen agua en las tierras altas.

El recurso agua es esencial; sin embargo, no solamente para la supervivencia, sino también para el desarrollo económico y social del hombre. A pesar de la carencia de este recurso, el mayor porcentaje del agua se usa para irrigación, con menores cantidades destinadas para fines municipales, industriales

y recreativos. Solo el 6 % de toda el agua se usa para consumo doméstico. Se estima que el 75 % de las poblaciones de los países en vías de desarrollo carecen de servicios sanitarios adecuados, y normalmente los residuos se descargan en el curso de agua más cercano o en otros cuerpos de agua.

Como el agua es uno de los recursos vitales para la existencia y el bosque es un ecosistema clave en el ciclo del agua en estado natural o explotado, por tanto el buen estado del bosque resulta decisivo para que la sociedad disponga de agua de calidad.

Leblic (2004) plantea que la presencia del bosque influye sobre las características químicas de las aguas, favoreciendo el intercambio entre la precipitación caída, la materia orgánica depositada en el suelo y sus capas minerales. Este intercambio controla la cantidad de nutrientes que salen del ecosistema arrastrados por las aguas de escorrentía, frenando los procesos de eutrofización.

Los sedimentos pueden representar una sustancia contaminante tanto desde el punto de vista físico como químico. La contaminación física puede caracterizarse en buena medida por la turbidez y la sedimentación, limitando la penetración de la luz solar, la pérdida de la capacidad de almacenaje de los embalses, etc., y la contaminación química

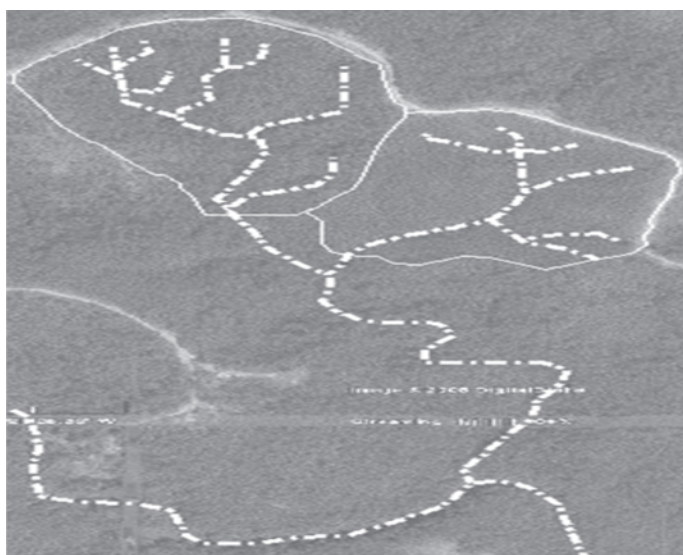
debida a los sedimentos incluye la absorción de fósforo, sustancias químicas orgánicas hidrofóbicas [FAO, 1996].

Renda (2007) plantea que en el primer año de haber aplicado tala rasa total en subcuencas cubiertas de pinares naturales se produjo la tasa erosiva más alta, repercutiendo en la modificación de la calidad de las aguas al alterarse el pH de 6 a 6,4, y los niveles de Ca^{2+} y Na^+ .

Por la importancia que tiene la conservación y calidad de las aguas y manejo de las cuencas hidrográficas, el objetivo de este trabajo consistió en evaluar la influencia de los tratamientos silvícolas (raleo) en la calidad de las aguas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la subcuenca II (testigo) y III (intervenida) colindantes, de la Estación Hidrológica Forestal Amistad, la cual está ubicada en la cuenca del río San Diego, Pinar del Río, ocupando un área total de 52 ha. Las subcuencas de estudio poseen un área de 10,3 ha y 8,5 ha respectivamente. Ambas subcuencas están situadas a una altura máxima de 136 msnm, la temperatura media anual de 23 °C, el promedio anual de las precipitaciones en el período estudiado oscila entre 1245 mm y 1959 mm. Los registros fueron tomados en un período de cinco años (*Fig. 1*).



Fuente: EHF Amistad, 2001.

Figura 1. Localización de la subcuenca II y III y sus afluentes.



Fuente: EHF Amistad, 2001.

Figura 2. Medición del diámetro y raleo del Pinar.

La subcuenca III fue previamente sometida a la tala rasa total incluyendo el bosque de galería, la cual se reforestó inmediatamente con *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari. Para ello se chapeó y el sitio se preparó con bueyes a curvas de nivel en la parte superior y con terrazas individuales de forma manual en la parte inferior donde estaba el bosque de galería. El marco de plantación de los pinos fue de 2 m x 2 m en forma de tres bolillos.

A los quince años de establecida la plantación de *Pinus caribaea* se hizo el raleo I con una intensidad del 43 %, el cual se realizó al azar y de forma manual (Fig. 2). El diámetro se midió con forcípula. El producto se extrajo del área mediante tracción animal. La intervención se realizó en el primer trimestre del año. Para calcular el volumen de madera total extraída se empleó el método planteado por Nacimiento y col. (1983), y en la NRAG (1985).

Para el análisis de la composición química de las aguas, las muestras de agua de la

subcuenca se tomaron de las corrientes próximas al vertedor, y en las parcelas del chorro de agua que salen del tubo de alimentación; salvo en régimen de estiaje (Fig. 3), estas muestras se tomaron inmediatamente de realizarse la actividad silvícola. Las muestras se tomaron en botellas de cristal limpias, con capacidad de un litro, endulzadas, es decir, con previo enjuague de estas y de sus tapas (Fig. 4). Para realizar el análisis químico se tomaron las muestras en diferentes fases del régimen hídrico, obteniéndose datos de sulfato (SO_4^{2-}), bicarbonato (HCO_3^-), cloruro (Cl^-), sodio (Na^+), potasio (K^+), calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}). Estos iones se determinaron con el fin de establecer las características cuantitativas del escurrimiento iónico, las cuales fueron analizadas en el laboratorio provincial de la Empresa de Recursos Hidráulicos de Pinar del Río. Se determinó además el pH con un pehachímetro convencional de la propia estación.



Fuente: EHF Amistad, 2001.

Figura 3. Toma de muestra en el vertedor triangular.



Fuente: EHF Amistad, 2001.

Figura 4. Análisis químico de las aguas.

Según estudios de Calzadilla (1978), el tipo de suelo presente en las subcuencas de estudio pertenecen al tipo ferralítico cuarcítico amarillo rojizo lixiviado, confirmado por el Instituto de Investigaciones de Suelo en 1980, y según FAO-UNESCO (1968) perteneciente al agrupamiento Ferric Luvisols. Según la

composición mecánica, más del 50 % del suelo está constituido por partículas arenosas mayores de 0,2 mm; el resto se compone de arcilla y limo, es decir, presentan una textura areno-limosa con predominio de la fracción arena. Es un suelo poco profundo, presenta alto contenido de gravas cuarcíferas.

El contenido de materia orgánica es de un 4,15 % en los primeros 10 cm de espesor. La reacción del medio es fuertemente ácida, por registrar el pH, tanto en agua como en cloruro, valores inferiores a 5. Entre los suelos de las subcuencas estudiadas existen pocas diferencias, encontrándose diferenciación solamente al nivel de especie y variedad.

La formación forestal más extendida en las subcuencas es el Pinar. Las principales especies arbóreas son el *Pinus tropicalis* Morelet y el *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari. Asociados a los pinares, ocupando las partes más bajas del relieve, se encuentran formando los bosques de galería, destacándose como especies principales macurije (*Matayba apetala* Maca.), ocuje (*Calophyllum pinetorum* Bisse), almácigo (*Bursera simaruba* L. Sargentee), pomarrosa (*Syzygium jambos* L. Alston). La subcuenca II ocupa una superficie de 8,10 ha de pinares y de bosque de galería de 2,20 ha, mientras que la subcuenca III ocupa una superficie de 6,90 ha de pinares y 1,6 ha de bosque de galería.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación con la calidad de las aguas que escurren después de las intervenciones silvícolas, parece existir cierta disminución en las concentraciones iónicas al aumentar el volumen y velocidad de la escorrentía superficial y reducirse el tiempo de contacto de las aguas meteóricas con el terreno. Algunos investigadores han planteado que la variación es mucho más visible a medida que el tamaño de la subcuenca es menor, por ser más corto el recorrido; pero en tal caso son estas en las que más se ha investigado sobre los impactos del uso de la tierra sobre los procesos hidrológicos, específicamente en la disolución de macroelementos iónicos en las aguas [FAO, 2000]; sin embargo, este fenómeno está en dependencia, principalmente, del tipo predominante de litología y suelos de la cuenca, y en consecuencia, de iones asociados, además de los factores vinculados al proceso de disolución.

De acuerdo con la *Tabla*, en el año en que se realizó el raleo I, en la subcuenca III se observa que en el caso del HCO_3^- , Ca^{2+} y los sólidos

solubles totales, hay una disminución de estos, y se debe a que al disminuir la cobertura vegetal menor es la disponibilidad de materia orgánica en el suelo, y por ende hay menor disponibilidad de CO_2 y CaCO_3 (calcita).

En el caso de los sulfatos estos tienden a incrementarse en el año en que se realizó el tratamiento silvícola, lo que se produce por el aumento de la oxidación de la piritita (FeS_2), que se encuentra presente en el suelo, es decir, que al eliminarse parte de la cobertura vegetal este proceso aumenta.

Después de dos años de aplicado el raleo I, prácticamente no ha ocurrido alteración o modificación de las aguas, ya que la suma total de iones resulta casi igual al año en que se raleó. Solo se observa una pequeña diferencia en relación con la cantidad de cloruro (Cl^-) y sodio (Na^+), lo que puede estar dado a que la captación de iones suele variar al eliminar parte de la vegetación; aun así sus características de potabilidad se mantienen de acuerdo con las normas del MINSAP [Mora *et al.*, 1988].

Otros autores confirman que la intensidad de aprovechamiento forestal en plantaciones de pinos produce, al año de efectuado dicho aprovechamiento, un ligero aumento del pH y el contenido de Ca^{2+} y Mg^{2+} en las aguas; pero en el testigo que mantuvo en bosques ribereños fue muy bajo, o sea, prácticamente no se produjo alteración [Riekerk, 1985].

En el primer año de haber aplicado tala rasa total en subcuencas cubiertas de pinares naturales se produjo la tasa erosiva más alta, repercutiendo en la modificación de la calidad de las aguas al alterarse el pH de 6 a 6,4 y los niveles de Ca^{2+} y Na^{2+} [Renda, 2007].

El mismo autor también plantea que las intervenciones silvícolas en la subcuenca producen un efecto marcado en el primer año de efectuada, en la calidad de las aguas, lo cual puede mejorar cuando se reforesta inmediatamente, hasta el quinto o sexto año de establecidas las plantaciones.

Estudios en Brasil de diferentes investigadores sobre la calidad de las aguas después de realizar un aprovechamiento al bosque plantean que al eliminarse parte de la vege-

tación se produce un efecto de ruptura del proceso de absorción de nutrientes por ella, alterándose el proceso de liberación de

nutrientes para el suelo a través de la descomposición de la materia orgánica [De Paula, 2008].

Características cuantitativas del escurrimiento iónico

Subcuenca	pH	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	SST
Dos años antes del Raleo I (P = 1959 mm)								
II	6,7	34,3	18,1	7,4	8,5	3,7	9,3	81,3
III	7,0	56,5	15,9	2,9	17,3	4,3	6,6	103,7
Año en que se realizó el Raleo I (P = 1935 mm)								
II	6,6	37,0	14,0	8,0	8,0	2,0	13,0	82,0
III	6,5	12,0	14,0	12,0	4,0	2,0	10,0	54,0
Dos años después del Raleo I (P = 1245 mm)								
II	7,3	18,0	14,0	9,0	4,0	3,0	10,0	58,0
III	7,3	18,0	17,0	7,0	4,0	3,0	11,0	57,0

Fuente: Elaborado por la autora a partir de los datos de la estación Amistad

Nota: Los macroelementos están expresados en miligramo por litro.

Como se ha visto, las modificaciones temporales de la composición química del agua, luego de realizar una intervención silvícola, no han mermado su potabilidad, ya que se encuentran dentro de los parámetros considerados por el MINSAP.

CONCLUSIONES

- En el período estudiado se observó que al realizar la intervención silvícola en una plantación de *Pinus caribaea* la composición físico-química de las aguas se modifican de forma notable, con tendencia a la disminución del HCO₃⁻, Ca²⁺ y los sólidos solubles totales, e incremento del SO₄²⁻. Aun así, con estos valores obtenidos no se afecta la potabilidad de las aguas.

BIBLIOGRAFÍA

CALZADILLA, E. 1978. «Estudio de los suelos del área experimental de la estación hidrológica Forestal Amistad. La Habana. Centro de Investigación Forestal. p. 11.

DE PAULA, W. L. 2008. *Hidrología forestal aplicada al manejo de cuencas hidrográficas*. Brasil. Universidad de São Paulo. pp. 191-234.

FAO-UNESCO. 1968. «Correlación aproximada de los esquemas de clasificación de los suelos de Cuba con la Clasificación Soil Taxonomy y la lista de unidades de suelo». Italia. FAO.

FAO. 1996. «Steps Towards a Participatory and Integrated Approach to Watershed Management». Report of the Inter-regional Project for Participatory Upland Conservation and Development GCP/INT/542/ITA, Italy. FAO. 10 p.

FAO. 2000. «Relaciones tierras-aguas en cuencas hidrográficas rurales». Síntesis del Taller Electrónico. Roma. FAO. 28 p.

LEBLIC, G. 2004. «Un futuro sostenible: planes y programas de la administración central». IV Mesa Redonda. Madrid. Ministerio de Medio Ambiente.

MORA, N., TOLEDO, R., FERNÁNDEZ, C. J., RENDA, A. 1989. «Resultados obtenidos sobre la influencia de la tala del bosque en el rendimiento hídrico, calidad de las aguas y erosión de los suelos en la Estación Hidrológica Forestal Amistad». Trabajo presentado en la II Jornada Científico Técnica de la Estación Experimental Forestal Guisa, Granma. Resúmenes. p. 36.

NACIMIENTO, J. F. ET AL. 1983. «Tabla preliminar de rendimiento para *Pinus caribaea*. Pinar del Río». *Revista Forestal Baracoa* (CU) 13(2): 103-124.

NRAG 595. Tratamientos Silviculturales. Raleos. Vig. 1985.

RENDA, A. 2007. «Papel de la vegetación forestal y los sistemas agroforestales en la ordenación y manejo integral de cuencas hidrográficas en el ejemplo de Cuba». La Habana. Ministerio de la Agricultura, p. 282 (inédito).

RIEKERK, H. 1985. «Water Quality Effects of Pine Flatbeds Silviculture». *Journal of Soil and Water Conservation (EU)* 40(3): 306-309.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Yolanis Rodríguez Gil

Ingeniero Agrónomo, máster en Geografía, Medio Ambiente, Ordenación Territorial en la mención de Hidroclimatología y Manejo de Cuencas, labora en el Grupo de Medio Ambiente del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF). Realiza trabajo de investigación en temas relacionados al Manejo de Cuencas y el Medio Ambiente. Ha impartido conferencias y asesoramientos a personal técnico y especialistas en la agricultura urbana. Obtuvo Premio Organismo perteneciente al Ministerio de la Agricultura en 2010. Ha participado en eventos nacionales e internacionales.