

EL ESCURRIMIENTO LIQUIDO Y SOLIDO EN AREAS FORESTALES Y AGRICOLAS DE LA PROVINCIA DE PINAR DEL RIO. DATOS DE PARCELAS EXPERIMENTALES DE ESCURRIMIENTO

J. A. HERRERO Y B. A. MELCHANOV

RESUMEN

En el artículo aparecen los datos obtenidos en investigaciones que sobre el escurrimiento de agua y de sólidos en suspensión se llevaron a cabo en 19 parcelas experimentales, a las que se les aplicó lluvia artificial, ubicadas en regiones montañosas de la provincia de Pinar del Río. Se describe la metodología de trabajo. Se destaca que, como resultado del cambio de las áreas forestales para ser explotadas por la agricultura, aumentaron bruscamente el escurrimiento superficial y la erosión del suelo, y disminuyó la infiltración de agua.

En plantaciones de pinos de 17 años de edad, se observó un restablecimiento completo de las funciones hidrológicas y de protección del suelo inherentes a un bosque maduro.

INTRODUCCION

Antes de que la isla de Cuba fuera poblada por los europeos, prácticamente todo su territorio estaba cubierto por bosques espesos.

Centro de Investigación Forestal. Ministerio de la Agricultura.
Ciudad de La Habana, Cuba

La agricultura que practicaba la población nativa de la Isla no influyó esencialmente en el estado de los bosques. La destrucción de los bosques y la transformación en parcelas agrícolas, se inició con la llegada de los colonizadores europeos. El primer intento de inventario de los bosques, efectuado en 1612, demostró que los mismos ocupaban una extensión de 9 938,0 miles de ha, equivalente al 89,6 % de la superficie del país. En el año 1900 se conservaban en sólo un área de 5 938,0 miles de ha, lo que representaba el 50 % de todo nuestro territorio.

Durante el período seudorrepblicano (1902-1959), la superficie de bosques disminuyó alarmantemente hasta 1 500, 0 miles de ha. El proceso de su destrucción es típico para la economía colonial de muchos países del mundo, pues el capitalismo, en su carrera por la ganancia, no tiene en cuenta los intereses de proteger la naturaleza ni los intereses del pueblo.

Actualmente los bosques naturales en nuestro país se conservan, fundamentalmente, en regiones montañosas de difícil acceso o sobre terrenos no aptos para la agricultura. Aunque se encuentran diseminados por todo el territorio, quedan aún macizos importantes en la península de Guanahacabibes, Sur de la Isla de la Juventud, Ciénaga de Zapata y sistemas montañosos del Norte de la antigua provincia de Oriente (Sierra Cristal, Cordillera Sagua-Moa-Baracoa). Otros de no tanta extensión ni tan compactos, se localizan en diferentes zonas de Pinar del Río, en el imacizo montañoso del Escambray, en la Sierra Maestra y, en general, en las zonas costeras, en las de mal drenaje o sobre suelos esqueléticos o con otras severas limitantes para su uso por la agricultura o la ganadería.

El triunfo de la Revolución en 1959 abrió una nueva etapa de desarrollo para la economía forestal en el país. Únicamente en este período esta actividad ha cobrado la importancia que durante más de 400 años fue desestimada. Nuestro Gobierno ha destinado cuantiosos recursos humanos y materiales en su afán por reponerle al país su riqueza forestal esquilada. Se han plantado cientos de millones de árboles, y se han creado más de 150, 0 miles de ha de nuevas plantaciones.

Sin embargo, aún queda mucho por hacer. En diferentes estudios realizados, tomando en consideración la vocación de nuestros suelos, Cuba deberá contar en un futuro con no menos del 25 % de su territorio cubierto por bosques que cumplirán importantes funciones de protección del suelo, de las aguas y como reguladores del clima. Servirán asimismo de abrigo y darán alimentación a nuestra fauna, a la vez que serán fuente de madera para la economía nacional.

MATERIALES Y METODOS

El objetivo de nuestras investigaciones consistió en el estudio de la influencia que tiene el cambio de áreas forestales en parcelas agrícolas con respecto al escurrimiento de agua y sblidos, así como también del proceso inverso de restablecimiento de las propiedades hidrológicas del suelo por medio de las plantaciones forestales.

Las investigaciones del escurrimiento superficial y de la erosión de los suelos se hicieron por el método de lluvia artificial en parcelas de 5 m x 20 m, y fueron ejecutadas por el Departamento de Hidrología del extinguido Instituto Nacional de Desarrollo y Aprovechamiento Forestal.

En cada sitio se seleccionaban parejas de parcelas con idéntico suelo y pendientes, las que se diferenciaban entre sí sbló por la cubierta vegetal. Por lo general, se hallaban cerca unas de otras y próximas a fuentes de agua. Las parcelas se delimitaron con estacas y ante la presencia de una vegetación forestal y arbustiva se marcaron con señales visuales. En el área se situaron uniformemente 20 pluviómetros con una superficie de recepción de 100 cm² cada uno.

En la parte inferior de la parcela experimental se excavó una zanja para colocar canales metálicas colectoras y un depósito para el aforo del escurrimiento. El depósito (vertedor) mide 50 cm x 50 cm x 100 cm y está hecho de planchas de hierro de 2 mm de espesor.

En una de las paredes del vertedor se le hizo un dispositivo de desagüe con un ángulo de 90°. El agua llegaba a la parcela, impulsada por una motobomba de una potencia de 10 HP y una capacidad de 600 ℓ/min.

La intensidad de la lluvia que se había de aplicar se seleccionó considerando su máxima intensidad en la zona. La duración de la lluvia fue de 10 minutos como mínimo, y a cada parcela se le hicieron cinco repeticiones como mínimo también.

En la parcela se determinaron el peso volumétrico y el específico del suelo cada 10 cm de profundidad y hasta un metro, así como el contenido de humedad en capas de 10 cm hasta una profundidad de un metro antes de cada lluvia. En cada lluvia se controlaban su duración e intensidad, así como el inicio del escurrimiento y su terminación. El cálculo de la erosión del suelo se hacía mediante la toma de muestras de agua en botellas de 0,75 ℓ con un intervalo de 2 minutos, y simultáneamente se efectuaba el de la carga sobre el vertedero. En los momentos de escurrimiento máximo, la lámina de agua (carga) se medía cada minuto. La cantidad de sólidos se determinó por el método de filtración y doble pesada.

En total se equiparon y se aplicaron lluvias artificiales en 82 parcelas. La gran cantidad de materiales (datos) experimentales

obtenidos en las parcelas, fueron analizados y de cada una de las lluvias se seleccionó la más típica, para las discusiones posteriores.

Con vista a efectuar la selección se consideraron los siguientes criterios:

a) Excluir la primera lluvia del análisis, ya que en este caso ocurre una saturación del suelo por el agua y el escurrimiento es menor que en las lluvias posteriores debido a la escasa humedad precedente.

b) Al tener en cuenta que la velocidad de infiltración depende de la humedad del suelo, se escogieron para el análisis las lluvias con mayor contenido de humedad en una capa de suelo de un metro de grosor.

c) Intensidad de la lluvia próxima a 2 mm/min y 10 minutos de duración.

d) La magnitud de la infiltración debe estar próxima al promedio de todas las lluvias ocurridas en la parcela.

e) Al comparar el escurrimiento y la erosión en parcelas con diferente vegetación, se tomaron lluvias con características idénticas e iguales condiciones de humedad precedente en el suelo.

DISCUSION DE RESULTADOS

En la provincia de Pinar del Río, realizamos la selección de los datos meteorológicos en diferentes lugares, los cuales demostraron que en un intervalo de 10 minutos la intensidad de lluvias mayores de 2 mm/min se localiza en 15 casos de 100 observaciones.

En 18 años de observaciones las intensidades máximas no han sobrepasado los 3 mm/min en 10 minutos.

Los datos de las investigaciones realizadas permiten señalar las variaciones bruscas de los indicadores del escurrimiento de sólidos y de líquidos que ocurren como resultado del cambio de las áreas forestales para pastizales o para utilizarlas en la siembra de cultivos agrícolas.

El coeficiente de escurrimiento en las parcelas que se utilizan en la producción agropecuaria, aumenta de 2 a 8 veces; además, se puede apreciar que al ser mayor la inclinación del sitio, estas diferencias son más esenciales (Tabla 1). La infiltración del agua en las parcelas agrícolas es 1,5 a 7 veces más baja que en las forestales.

Los resultados obtenidos en 16 parcelas ocupadas por plantaciones forestales en lugares con pendientes de hasta 16 grados, indican que en las mismas no se forma, prácticamente, escurrimiento superficial. En este caso es necesario tener en cuenta

TABLA 1. Características del escurrimiento sólido y líquido en parcelas experimentales.

No. de la parcela	Vegetación	Pendiente del terreno (grados)	Lámina de lluvia (mm)	Intensidad de la lluvia (mm/min)	Coefficiente de escurrimiento	Escurrimiento sólido (g/f)	Velocidad de infiltración del suelo (mm/min)
20	Bosque latifolio	7	24,0	2,4	0,15	0,97	32,3
19	Terrero preparado para la siembra	7	22,1	2,2	0,27	11,06	1,6
6	Bosque latifolio	10	29,1	2,9	0,26	2,0	154,9
5	Pasto	10	21,8	2,2	0,89	0,29	28,8
102	Pinar natural (40 años)	16	40,6	2,2	0,07	0,07	2,2
107	Sembrado de yuca	12	21,5	2,1	0,18	129,70	4 874,4
5	Bosque latifolio	34	26,7	1,7	0,17	1,5	72,5
6	Cultivo de frijol	34	33,5	2,2	0,56	77,8	14 648,7
21	Bosque latifolio	40	57,9	1,66	0,02	0,5	5,0
22	Cultivo de maíz	40	12,0	1,20	0,16	185,0	3 663,2
							1,0

TABLA 2. Característica del escurrimiento sólido y líquido en parcelas experimentales aplicando lluvia artificial.

No. de la parcela	Vegetación	Pendiente del terreno (grados)	Lámina de lluvia (mm)	Intensidad de la lluvia (mm/min)	Coefficiente de escurrimiento	Escurrimiento sólido (g/l)	Escurrimiento sólido (kg/ha)	Velocidad de infiltración del suelo (mm/min)
26	Plantación de pino de 9 años	12	18,2	1,8	0,14	0,56	14,7	1,6
25	Pastizal	12	20,6	2,0	0,46	1,06	75,0	1,1

TABLA 2. Características del escurrimiento sólido y líquido en parcelas experimentales aplicando lluvia artificial.

No. de la parcela	Vegetación	Pendiente del terreno (grados)	Lámina de lluvia (mm)	Intensidad de la lluvia (mm/min)	Coefficiente de escurrimiento	Escurrimiento sólido (g/l)	Escurrimiento sólido (kg/ha)	Velocidad de infiltración del suelo (mm/min)
16	Plantación de pino de 20 años de edad	13	20,0	2,0	0,06	9,75	118,1	1,9
17	Lugar talado, desmontado (pre-parado para cultivar)	13	21,9	2,2	0,33	56,2	2 559,6	1,5
10	Cultivo de pino de 7 años de edad	23	43,2	2,1	0,06	2,4	2,5	2,0
11	Pastizal	23	28,0	2,3	0,08	3,4	76,5	2,0
7	Cultivo de pino de 17 años de edad	26	64,4	2,6	0,04	0,2	0,5	2,6
8	Campo de yuca	26	0,9	0,9	0,08	11,1	501,7	0,8

que hasta un 30 % de las precipitaciones puede ser retenido por la cubierta forestal. El escurrimiento superficial y, por consiguiente, la erosión, se producen en las áreas dedicadas a cultivos agrícolas. El escurrimiento superficial provoca el surgimiento de la erosión del suelo por el agua, y alcanza dimensiones catastróficas en las áreas ocupadas por cultivos agrícolas limpios, como son el frijol, la yuca, etc. En estos casos el escurrimiento del suelo durante una lluvia de 10 minutos con intensidad de 2,1 a 2,2 mm/min, es de 4,8 a 14,5 t/ha. Prácticamente toda la capa fértil del suelo con un grueso de 20 cm será arrastrada por 40-50 lluvias.

Los datos para el estudio de la influencia de las plantaciones forestales sobre el escurrimiento y la erosión, demuestran que ya desde los siete años de edad (Tabla 2), tanto las plantaciones de pino como las de latifolias, detienen los procesos de erosión en las áreas ocupadas por éstas y disminuyen el escurrimiento superficial.

Igualmente, los procesos erosivos prácticamente desaparecen también en las áreas destinadas a pastos, siempre y cuando el estado de la cubierta herbácea sea satisfactorio.

Sin embargo, no sucede así con el escurrimiento superficial que es mucho mayor en los pastos que en las áreas ocupadas por vegetación forestal.

Un restablecimiento completo de las propiedades hidrológicas del suelo inherentes a plantaciones forestales, se observa en plantaciones de pinos de 17 años de edad. Aquí, los procesos erosivos que están relacionados con el escurrimiento superficial no se presentan, y la velocidad de infiltración del agua en el suelo puede llegar a alcanzar hasta 2,6 mm/min.

CONCLUSIONES

La influencia positiva del bosque sobre la disminución del escurrimiento superficial y su traslado hacia el interior del suelo, se explican debido a que los suelos que están cubiertos por bosques tienen una alta permeabilidad; de igual forma, están protegidos contra los efectos de dispersión de las gotas de las lluvias que caen directamente sobre la cubierta forestal-arbustiva y la hojarasca del bosque; asimismo, la velocidad de la corriente de las aguas en el bosque disminuye bruscamente debido a la irregularidad del suelo y a la presencia de raíces, troncos y hojarasca. El suelo cubierto por bosques tiene una magnífica estructura, la cual permite la penetración rápida del agua a los horizontes profundos.

La abundante materia orgánica del suelo forestal que en bosques de pino puede alcanzar un espesor de hasta 4 cm, tiene una

gran capacidad para conservar la humedad; también permite que el agua penetre fácilmente y cumple la función de un buen filtro natural al retener los productos del escurrimiento sólido, y evitar con ello la obstrucción de los orificios (poros) entre las partículas de suelo, conservando de esta forma una alta permeabilidad de los suelos forestales. Además, los productos de la descomposición química y bacteriológica de la hojarasca enriquecen el suelo con elementos nutritivos, aumentan su fertilidad y mejoran su estructura. La hojarasca forestal disminuye bruscamente la evaporación improductiva desde la superficie del suelo, y crea condiciones favorables para el desarrollo e incremento de la actividad microbiana y de la fauna.

La sujeción mecánica del suelo por las raíces de los árboles y arbustos tiene una gran importancia para atenuar los efectos de la erosión, evitar desprendimientos, etc.

La transformación del escurrimiento superficial en escurrimiento subterráneo en terrenos cubiertos por plantaciones o bosques naturales, permite, por añadidura, un suministro de agua de mayor calidad a las corrientes fluviales, gracias a lo cual se garantiza su caudal durante el transcurso de todo el año

Los resultados de nuestras investigaciones permiten aseverar lo anteriormente expuesto y nos alertan sobre la necesidad de incrementar los trabajos de repoblación forestal en zonas donde su principal función debe ser antierosiva o hidrorreguladora. Teniendo en cuenta el enorme esfuerzo que hace nuestra Revolución en la construcción de obras hidráulicas, muchas de las cuales se asientan en cuencas con no pocos problemas de erosión, tales plantaciones contribuirían decisivamente al mejoramiento del régimen hídrico de amplias zonas, se alargaría la vida útil de los embalses y otras obras hidráulicas, y aumentaría la calidad intrínseca del agua, además de constituir estas plantaciones un recurso valioso que aprovechado racionalmente, puede aportar madera a la economía del país, sin menoscabo de la función principal a la que estarán destinadas, o sea, la protección de los suelos y las aguas.

ABSTRACT

LIQUID **AND** SOLID FLOW IN FOREST AND AGRICULTURE AREAS **OF** PINAR DEL RIO PROVINCE. EXPERIMENTAL PLOT DATA OF FLOW

Data obtained from, investigations **on** water and solid flow in suspension held in 18 experimental plots to which artificial rain was applied, located **on** mountainous regions of

Pinar del Río province are related in this paper. Methods for working are described. It is outlined that as result of changes in the forest areas to be used for agriculture, the superficial flow and soil erosion suddenly grew and water filtration was 'lower.

In 17 year old pine plantations, it was seen that there was a complete reestablishment of the hydrological functions and soil protection inherent to a mature forest.

BIBLIOGRAFIA

- BESANY, A. N. **1966**. Investigaciones experimentales del escurrimiento de agua en el litoral. Moscú, Editora Hidrometeorolbgica.
- CUBA, INDAF. **1976**. Informe de la delegación cubana al **XII** Período de Sesiones de la Comisión Forestal Latinoamericana. La Habana.
- MELCHANOV, B. A. y J. A. HERRERO. **1975**. Metodología para calcular el ancho de la faja forestal a r í o s y presas en las condiciones tropicales de Cuba. Moscú, Academia de Ciencias de la URSS. (Serie Silvicultura.)
- ZONN, S. B. **1966**. Ensayo de clasificación genética de los suelos de Cuba. Swiet Soils Science EE. UU. 12 : 17-29. Diciembre.