

# EVALUACIÓN DE LA INTERCEPCIÓN DE LLUVIA, ESCORRENTÍA Y EROSIÓN HÍDRICA EN BOSQUES DE LADERAS SUBHÚMEDO-SECAS

**Eladys Corcega<sup>1</sup> y Oscar Silva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Instituto de Agronomía, Cátedra de Conservación de Suelos y Agua y Manejo Agronómico de Cultivos Tropicales, Apdo. Postal 4669, Maracay 2101-A, Aragua, Venezuela, [corcegae@agr.ucv.ve](mailto:corcegae@agr.ucv.ve).* <sup>2</sup>*Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Instituto de Agronomía, Cátedra de Conservación de Suelos y Agua y Modelos Agroambientales, [silvao@agr.ucv.ve](mailto:silvao@agr.ucv.ve).*

## RESUMEN

En un área de laderas del piedemonte sur de la Serranía del Litoral se determinó la intercepción de lluvia, la escorrentía y la erosión en bosque deciduo (BD), de galería (BG), y regeneración natural post quema en bosque deciduo (RN). La intercepción fue de 30% en BG, 19% en BD y 4% en RN. La escorrentía fue de 2, 8 y 11%. En suelo desnudo (SD) fue de 22%. La erosión fue de 0,1, 0,5 y 12 Mg.ha<sup>-1</sup>. En SD fue de 34 Mg.ha<sup>-1</sup>. En la medida en que disminuyó la cobertura vegetal, los incrementos en la escorrentía fueron continuamente mayores con el aumento de la lluvia. La menor capacidad de intercepción de la lluvia en RN, aunque ocasionó pocas diferencias en la escorrentía, causó grandes cambios en la erosión (24 veces mayor que en BD). El bosque, ejerció un papel importante en el control de la erosión, disminuyéndola a menos del 1% de la potencial.

Palabras clave: precipitación, cobertura vegetal, quema, río Güey.

## INTRODUCCIÓN

La vegetación boscosa, en términos generales, se califica como la deseable en cuanto a la reducción de los riesgos de erosión y escorrentía, en especial, en áreas de ladera. No obstante, el tipo de bosque, además, el grado de intervención, hacen que tal generalización sea poco conveniente al momento de estimar cuantitativamente estos riesgos. Para una evaluación adecuada de la hidrología de una cuenca, y en aras de una planificación acertada, es necesario conocer cuál es la influencia de los tipos de vegetación locales sobre las tasas de escorrentía y erosión. Es común que las laderas pronunciadas de las áreas de piedemonte estén cubiertas con tipos de bosque sujetos a diversos grados de intervención, sin embargo, el estudio hidrológico de éstos es relativamente escaso. La degradación de la cobertura boscosa, común en áreas afectadas por incendios o quemadas, en primer lugar, causa que mayor proporción de lluvia llegue al suelo (precipitación neta). Consecuentemente, existirá mayor cantidad de agua disponible para escurrir, lo que, sumado a la menor protección al suelo, aumenta gravemente las tasas de erosión. De allí la importancia de la evaluación de la intercepción como proceso asociado a la erosión y escorrentía (Bruijnzeel, 1990; Ataroff, 2002; Silva y Puche 2004; Corcega, 2009). En este estudio, se comparan, según mediciones de campo, la intercepción, escorrentía y erosión bajo diversas coberturas boscosas con y sin quema, en la cuenca del río Güey, pie de monte sur de la Serranía del Litoral, en condiciones de alta pendiente y clima sub-húmedo seco. Se espera que los resultados obtenidos contribuyan en el entendimiento de las relaciones entre la

precipitación, la vegetación, intercepción, escorrentía y erosión a los fines de mejorar la planificación y ordenamiento de la vegetación en cuencas hidrográficas.

### METODOLOGÍA

El presente estudio se llevó a cabo en el piedemonte de la cuenca del río Güey, ubicada en la vertiente sur de la Serranía del Litoral, al norte de la ciudad de Maracay, estado Aragua. El área se conforma por laderas de pendientes pronunciadas (50%), cubiertas por herbazales, bosques deciduos y de galería con diversos grados de intervención, especialmente por quemas. El clima es subhúmedo seco, con precipitación estacional de 970 mm anuales (máximo entre agosto y septiembre), a una altitud de aproximadamente 450 msnm.

#### Medidas del ciclo hidrológico:

Se establecieron parcelas para la medición directa de la precipitación neta (la que traspone el follaje y que puede llegar al suelo), escorrentía y erosión en cuatro condiciones: a) bosque de galería, b) bosque deciduo c) regeneración natural post quema en bosque deciduo y d) suelo desnudo (Cuadro 1). La precipitación total durante el período de observación (junio – noviembre 2010), fue de 1177 mm, distribuida en 99 días de lluvia.

**Cuadro 1.** Descripción de la medición y estimación de las variables hidrológicas

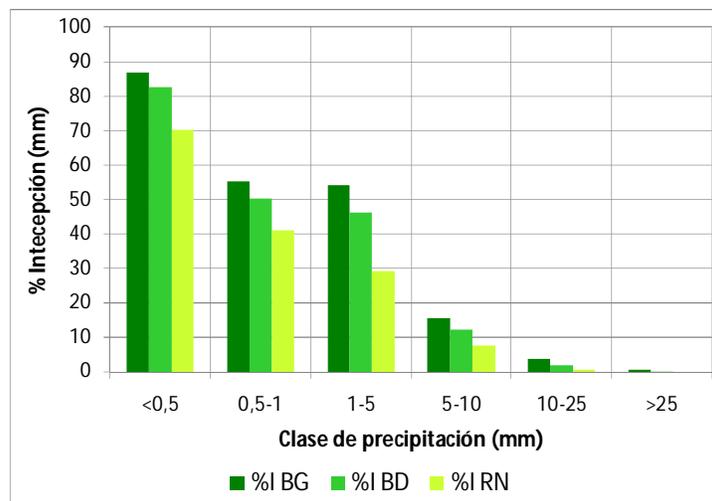
<b>Variables hidrológicas</b>	<b>Obtención</b>
<b><i>Precipitación total</i></b> <b><i>(Pt)</i></b>	Estación automatizada ubicada en una zona despejada. Pluviógrafo de sifón para obtener la información detallada de las intensidades.
<b><i>Precipitación neta (Pn)</i></b>	Canales plásticas de 3 m, ubicadas bajo el follaje, con descarga del agua en colectores,
<b><i>Intercepción (I)</i></b> (fracción de agua de lluvia retenida por el dosel y que no llega al suelo)	Mediante la expresión: $I = Pt - Pn$
<b><i>Escorrentía superficial</i></b> <b><i>(Q)</i></b> <b><i>Erosión</i></b> <b><i>(A)</i></b>	En parcelas de erosión y escorrentía de 10 m longitud y 2 m de ancho, limitadas por láminas de acero galvanizado y provistas de colectores.

### RESULTADOS

#### Intercepción:

El análisis de las lluvias individuales mostró que la precipitación neta e intercepción son variables para valores similares de lámina de lluvia. Ello se explica por diferencias en la intensidad de la lluvia y velocidad del viento.

El porcentaje de intercepción mostró valores altos durante los lapsos de bajas precipitaciones, y valores considerablemente menores cuando estas fueron medias y altas (Figura 1).



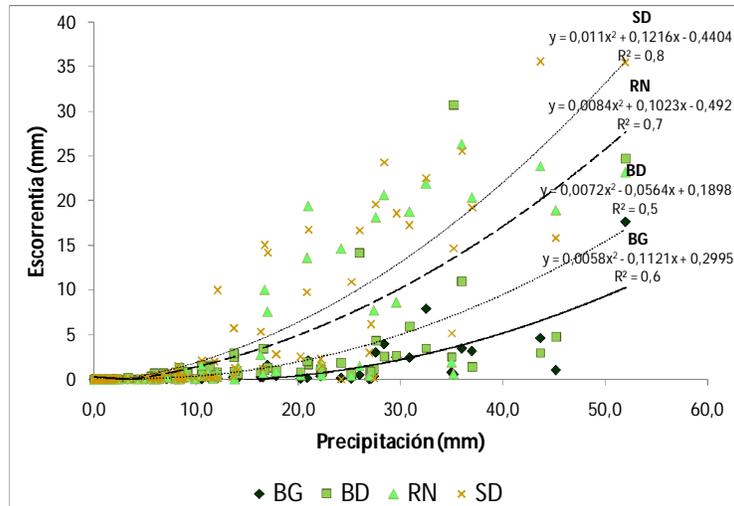
BG: Bosque de Galería, BD: Bosque Deciduo RN: Vegetación de regeneración natural

**Figura 1.** Porcentaje de intercepción según la magnitud de la precipitación.

En general, cuando la precipitación es inferior a 0,5 mm, los montos de intercepción tienden a ser superiores a 60% en los tres sistemas, llegando a ser cercanos a 90% en el bosque de galería y el bosque deciduo (Figura 1). En la medida que la precipitación aumenta, el porcentaje de intercepción decrece. Con láminas entre 0,5 y 5 mm de precipitación, la intercepción en el bosque de galería y el bosque deciduo permanece relativamente constante (con valores alrededor de 50 y 40% respectivamente). Para las mismas láminas de lluvia, la intercepción bajo cobertura de regeneración natural de la vegetación es menor (alrededor del 25 %), es decir, la quema ocasiona que la capacidad de intercepción de la vegetación disminuya en 15%. Con valores de precipitación entre 5 y 10 mm, disminuye la intercepción entre las tres coberturas, con valores menores al 15%. Cuando la precipitación supera los 10 mm, la intercepción se reduce a valores alrededor de 5 % en las tres coberturas.

#### **Escorrentía superficial:**

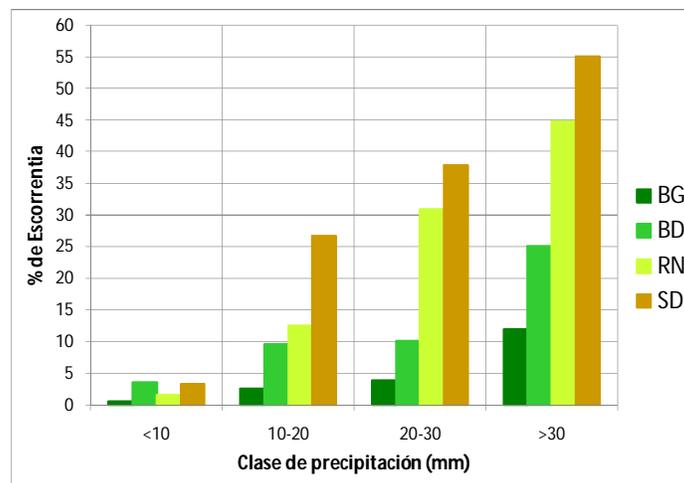
Bajo todas las coberturas, se obtuvo un ajuste potencial entre la precipitación y la escorrentía (Figura 2). Ello implica que incrementos en la precipitación ocasionan incrementos cada vez mayores en la escorrentía. Se obtuvo coeficientes de determinación más altos en condiciones de suelo desnudo y regeneración natural de la vegetación (0,8 y 0,7) comparados con las condiciones de bosque deciduo y galería (0,6 y 0,5). Ello es una muestra clara de cómo la densidad y complejidad de la vegetación interfiere con la capacidad de la lluvia para formar escorrentía.



BG: Bosque de Galería, BD: Bosque Deciduo RN: Vegetación de regeneración natural, SD: Suelo Desnudo.

**Figura 2.** Curvas de regresión de los valores de escorrentía superficial en función a la precipitación.

La vegetación tuvo efectos más diferenciados sobre la escorrentía en la medida en que aumentó la precipitación (Figura 3). Cuando la precipitación fue inferior a 10 mm, los montos de escorrentía en todas las coberturas fueron bajos, inferiores a 5%, y sin tendencia según la densidad de la vegetación. Los menores montos de escorrentía se presentaron bajo las condiciones de bosque de galería y vegetación de regeneración natural, lo que muestra la importancia de la vegetación al ras del suelo y de la hojarasca. En la medida que la precipitación aumenta, las coberturas superficiales dejan de ser eficientes por sí solas, y el porcentaje de escorrentía se incrementa, con cambios abruptos en los sistemas de menor cobertura, como los son el de regeneración natural y suelo desnudo. Con láminas de lluvia entre 10 y 30 mm, la escorrentía en los bosques de galería y deciduo permanece relativamente constante, con valores entre 5 y 10%, mientras que la vegetación de regeneración natural y el suelo desnudo presentan una tendencia ascendente desde 15% hasta 50% correspondiente. En los bosques de galería y deciduo, aún con láminas de precipitación altas (superiores a 30 mm), la escorrentía es comparativamente baja. Estos resultados resaltan la importancia de la vegetación boscosa para regular la escorrentía en eventos extremos de lluvia. No obstante, en valores globales, la quema no aumentó considerablemente el porcentaje escurrido de la lluvia total.

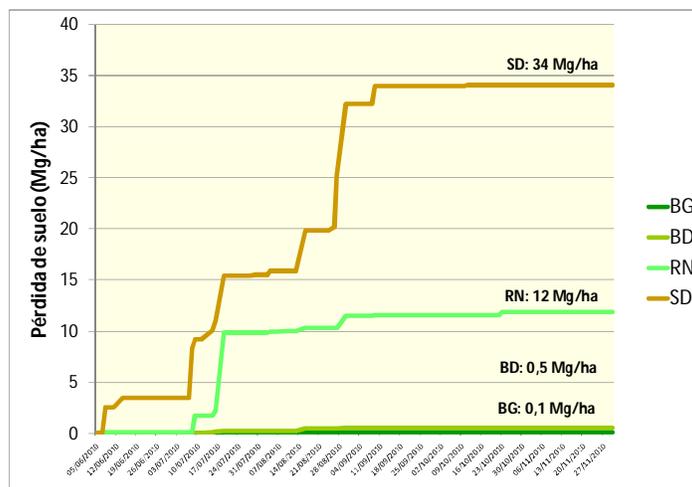


BG: Bosque de Galería, BD: Bosque Deciduo RN: Vegetación de regeneración natural, SD: Suelo Desnudo.

**Figura 3.** Porcentaje de escorrentía según la precipitación.

### Pérdidas de suelo:

Las pérdidas de suelo se mantuvieron constantemente bajas en las coberturas de bosque de galería y deciduo ( $0,1$  y  $0,5$   $\text{Mg ha}^{-1}$ ). La práctica de quema aumentó la erosión a  $12$   $\text{Mg ha}^{-1}$  (Figura 4). Al comparar estas tasas de erosión con la del suelo desnudo ( $34$   $\text{Mg ha}^{-1}$ ), se obtiene que los bosques redujeron la erosión al 1%, mientras que la regeneración natural de la vegetación posterior a la quema solo tiene un efecto de reducir la erosión al 35 % de su máximo potencial. Desde otro punto de vista, la práctica de quema, a pesar del desarrollo posterior de vegetación, aumenta la erosión 24 veces con respecto al bosque deciduo. Este hecho es particularmente importante si se considera que la escorrentía tuvo poca variación por efecto de la quema, ya que indica que la composición y estructura de la vegetación tiene un marcado efecto en la capacidad de la lluvia y de la escorrentía en separar y transportar al suelo.



BG: Bosque de Galería, BD: Bosque Deciduo RN: Vegetación de regeneración natural, SD: Suelo Desnudo.

**Figura 4.** Pérdida de suelo (Mg/ha) acumulada durante el periodo de observación, para las cuatro condiciones estudiadas

## CONCLUSIONES

La intercepción estuvo influida por la complejidad del dosel vegetal y por las características de la precipitación, en especial, la lámina. Para precipitaciones pequeñas, el porcentaje de intercepción en las coberturas de bosque puede llegar hasta 100%. En coberturas de sucesión consecuentes a la quema, a pesar de la alta cobertura que puedan desarrollar, la intercepción es generalmente baja, aún con lluvias muy pequeñas.

La vegetación tiene mayor influencia sobre la escorrentía en la medida en que la precipitación es mayor. Las coberturas más densas y complejas mantienen valores relativamente bajos de escorrentía en aún en lluvias grandes. En la medida en que se disminuye la cobertura vegetal, los incrementos en la escorrentía son mayores en la medida en que aumenta la lluvia. No obstante, ante precipitaciones pequeñas, la cobertura superficial (hierbas de regeneración natural, hojarasca) parece tener más influencia que el resto de la cobertura vegetal.

Los bosques, aún en condiciones de clima estacional subhúmedo seco, ejercen un papel muy importante en el control de la erosión, pues pueden disminuir la erosión a menos del 1% de la potencial. La tasa de erosión en bosques deciduos aumenta considerablemente por efecto de la quema, pudiendo incrementarse en hasta 24 veces. Aunque se desarrolle una densa vegetación superficial por regeneración natural, ésta es notablemente menos eficiente en el control de erosión que la aportada por el bosque deciduo.

La vegetación consecuente a la quema tiene una capacidad de intercepción de la lluvia mucho menor que la de los bosques, sin que ello ocasione grandes diferencias en la escorrentía. A pesar de ello, se ocasionan grandes cambios en la erosión. Ello implica que la estructura de la vegetación, no sólo la densidad de la cobertura superficial, tiene notable influencia para regular las relaciones entre la lluvia, la escorrentía y la erosión.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATAROFF, M. 2002. Precipitación e intercepción en ecosistemas boscosos de los andes venezolanos. Revista ECOTROPICOS, 15(2):195-202.
- BRUIJNZEEL, L. A. 1990. Hydrology of Moist Tropical Forests and Effects of Conversion: a State of Knowledge Review. Humid Tropics Programme, IHP-UNESCO, Paris, and Vrije Universiteit, Amsterdam, 224 p.
- CORCEGA, E. 2009. Evaluación comparativa de la intercepción y escorrentía superficial en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.), bosque y conuco, ubicados en el Municipio Ocumare de la Costa de Oro – Edo. Aragua. Trabajo de Maestría, Postgrado en Ciencias del Suelo. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 116 p.
- SILVA, O.; M. PUCHE. 2004. Programa modular integrado de modelos agronómicos e hidrológicos. Postgrado en Agronomía. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 50 p.