

Evaluación de la recarga hídrica en sistemas silvopastoriles en paisajes ganaderos

Ney Ríos¹, Hernán Andrade² y Muhammad Ibrahim¹

¹ Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. *Correo electrónico: jrios@catie.ac.cr

² Universidad del Tolima, Fac. Ingeniería Agronómica. Ibagué, Colombia..

RESUMEN

Se evaluó el impacto de sistemas silvopastoriles sobre el recurso hídrico en zonas de recarga de la subcuenca del río Jabonal, Costa Rica. Los sistemas que se evaluaron fueron pasturas nativas sobrepastoreadas (PD), pasturas nativas con árboles (PNA), pasturas mejoradas con árboles (PMA) y un bosque secundario intervenido (BSI). Se caracterizó la vegetación de los sistemas evaluados y se estimó la escorrentía superficial e infiltración. La PD presentó la mayor escorrentía, seguida por la PNA; mientras que la PMA y el BSI presentaron los valores más bajos (28, 27, 15 y 7%, respectivamente). El BSI presentó la mayor infiltración; mientras que las pasturas con árboles (PMA y PNA) permitieron infiltrar más que las PD (3,54 0,23 0,19 y 0,07 cm/h, respectivamente). La cobertura arbórea se correlacionó negativamente con la escorrentía ($r = -0,71$; $P=0,01$) y positivamente con la infiltración ($r = 0,75$; $P=0,01$). Los sistemas silvopastoriles, al tener el componente arbóreo, mostraron mayores beneficios hidrológicos en la zona de recarga, ya que disminuyeron la escorrentía superficial e incrementaron la infiltración, favorecieron a una mayor conservación de agua en el suelo.

Palabras clave: cobertura vegetal, escorrentía, estratos, estructura, infiltración.

Evaluation of hydric recharge in silvopastoral systems in livestock landscapes

ABSTRACT

The impact of silvopastoral systems on water resources in the recharge zone of sub-watershed of Jabonal river, Costa Rica, was evaluated. The evaluated systems were overgrazed native pasture (ONP), native pastures with trees (NPT), improved pastures with trees (IPT), and managed secondary forest (MSF). The vegetation of the evaluated systems was characterised and the runoff and infiltration were estimated. The ONP presented the highest runoff, followed by NPT, whereas IPT and MSF had the lowest values (28, 27, 15 y 7%, respectively). The MSF presented the highest infiltration, whereas pastures with trees (IPT and NPT) allowed higher infiltration rates than ONP (3.54, 0.23, 0.19 and 0.07 cm/h, respectively). The cover tree was negatively correlated with runoff ($r = -0.71$; $P=0.01$) and positively with infiltration ($r = 0.75$; $P=0.01$). The silvopastoral systems, which have tree components, showed better hydrological benefits in the recharge zone due to a decreased on the runoff and increased infiltration, causing a better conservation of water in soil.

Keywords: infiltration, plant cover, runoff, strata, structure.

INTRODUCCIÓN

Un sistema silvopastoril (SSP) es una opción de producción pecuaria que involucra leñosas

perennes (árboles o arbustos), interactuando con los componentes tradicionales (forrajeras, herbáceas y animales), bajo un sistema de manejo integral. Estos sistemas buscan incrementar la productividad

y el beneficio neto del sistema en el largo plazo. La introducción de especies leñosas en los sistemas de producción ganadera surge como una estrategia para reducir los impactos ambientales negativos de los sistemas tradicionales (Pezo e Ibrahim, 1996).

Una de las consecuencias más importante de los SSP es el impacto de los árboles sobre el balance hídrico del sistema (Wilson y Ludlow, 1991), ya que cuando leñosas y las pasturas comparten el mismo espacio, la menor temperatura en el estrato herbáceo bajo la copa de los árboles provoca una disminución en la tasa de transpiración a través de los estomas y menor evaporación (Wilson y Ludlow, 1991). Esto puede retrasar o evitar estrés hídrico, característico del período seco. Las leñosas perennes afectan la dinámica del agua: 1) actuando como barreras que reducen la escorrentía, 2) reduciendo el impacto de las gotas (cobertura) y 3) mejorando el suelo al incrementar la infiltración y la retención de agua (Young, 1997). Estos impactos dependen del tamaño del árbol, principalmente su altura y de cobertura de copa. El objetivo del presente estudio es estimar el impacto de la cobertura arbórea de sistemas silvopastoriles sobre la dinámica hídrica en zona de recarga en la subcuenca del río Jabonal, Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la subcuenca del río Jabonal, cuenca del río Barranca en el Pacífico de Costa Rica (700 m de altitud, 3.200 mm/año, 22°C y 90% humedad relativa). La época lluviosa es de mayo a noviembre. Los suelos son inceptisoles, con textura franca a franca arcillosa, quebrados, fuertemente ondulados y con pendientes entre 20 y 60%.

Se evaluaron cuatro sistemas de uso del suelo: 1) Pastura nativa sobrepastoreadas sin árboles (PD): establecida hace 10 años con *Paspalum* spp., bajo pastoreo continuo y presenta signos evidentes de compactación y erosión. 2) Pastura nativa con árboles (PNA): establecida hace 15 años con *Paspalum atratum* manejado con pastoreo rotacional, con una densidad de árboles mayor a 30 individuos/ha de seis especies. 3) Pastura mejorada con árboles (PMA): instalada hace 10 años con dominancia de *Brachiaria decumbens* y manejada con pastoreo rotacional, con una densidad de árboles mayor a 30 individuos/ha de cuatro especies y 4) Bosque secundario Intervenido (BSI): de 30 años de edad, con una abundancia de

árboles mayor a 50 árboles/ha de 14 especies. Se caracterizó la estructura horizontal y vertical de los sistemas evaluados, mediante un muestreo en una parcela de 20 x 50 m y sub-parcelas de 10 x 10 m. En cada subparcela se estimó la cobertura de pasto, maleza y suelo desnudo mediante observación directa con ayuda de un marco metálico de 0,50 x 0,50 m. La estructura vertical se caracterizó mediante la estimación de la cobertura vegetal en tres estratos de altura (0 a 2, 2 a 9 y 9 a 20 m). Se estimó la altura y el diámetro a la altura del pecho (dap) de los árboles y la cobertura arbórea con densiómetro.

La escorrentía superficial se estimó durante la época lluviosa (mayo a noviembre), mediante el uso de tres parcelas de escorrentía (5 x 10 m) por uso del suelo. El agua escurrida se colectó en un sistema de dos recipientes grandes interconectados. La precipitación fue medida mediante un pluviómetro de 127 mm de capacidad, instalado en la parte superior de cada parcela de escorrentía. Se estimó la cantidad de agua infiltrada en relación a la precipitada. La infiltración fue estimada realizando tres pruebas de anillos concéntricos simultáneas (parte inferior, media y superior) por sistema. La infiltración se estimó a varios intervalos de tiempo (1, 2, 3, 4, 5, 10, 20, 30, 45, 60, 90 y 120 min) midiendo el nivel del agua en el anillo exterior. Los datos obtenidos fueron ajustados a la ecuación de Kostyakov: $I = atb^{-1}$ (I: infiltración, cm/h y t: tiempo, h).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias en la estructura horizontal y vertical de los sistemas evaluados. Referente a la estructura horizontal, es decir la cobertura del suelo, la PD presentó la mayor proporción de suelo sin cobertura herbácea viva (60%) en comparación a PNA (46%), PMA (23%) y BSI (48%). Los pastos cubrieron el 62% del suelo en PMA, seguida de la PNA y de la PD con 39 y 19%, respectivamente. El BSI no presentó pastos. La estructura vertical también varió entre sistemas, ya que PD solo presentó el estrato herbáceo, mientras que el BSI presentó tres estratos, incluyendo las plantas del estrato superior, y mayor cobertura arbórea (Figuras 1).

La escorrentía superficial fue diferente en los sistemas evaluados ($P < 0,05$). La PD presentó una escorrentía superficial igual a la PNA, pero dos veces mayor a PMA y cuatro veces más que el BSI (28, 27, 15

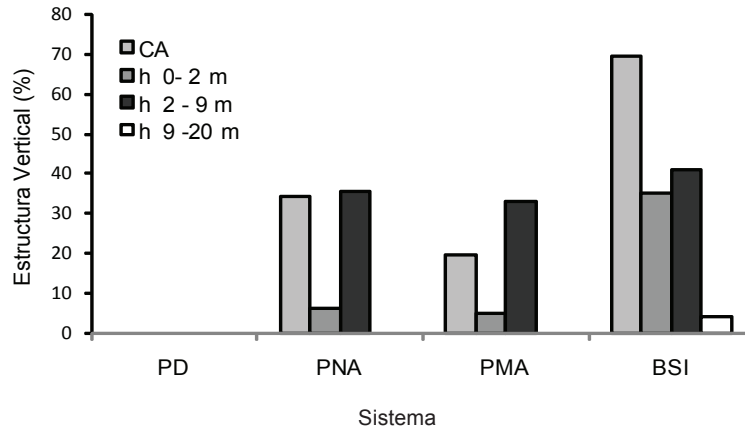


Figura 1. Estructura vertical de los sistemas evaluados en la subcuenca del río Jabonal, Barranca, Costa Rica. Leyenda: PD: pastura nativa sobrepastoreada; PNA: pastura nativa con árboles; PMA: pastura mejorada con árboles; BSI: Bosque secundario intervenido; CA: cobertura arbórea (%) y h: altura arbórea (m).

y 7%, respectivamente; Figura 2). En aquellos sistemas con un alto valor de suelo desnudo y sin árboles, como PD, se presentó el mayor valor de escorrentía (Figura 2). Como era de esperar, la capacidad de infiltración presentó un comportamiento opuesto a la escorrentía. El BSI presentó la mayor infiltración, mientras que las pasturas con árboles (PMA y PNA) permitieron

infiltrar más que las PD (3,54 0,23 0,19 y 0,07 cm/h, respectivamente), lo cual concuerda con lo encontrado por Suárez de Castro (1980).

La escorrentía superficial se afectó negativamente con incrementos en la cobertura arbórea ($r = -0,71$; $P=0,01$). Estos resultados son congruentes a lo encontrado por Humphreys (1991). La capacidad

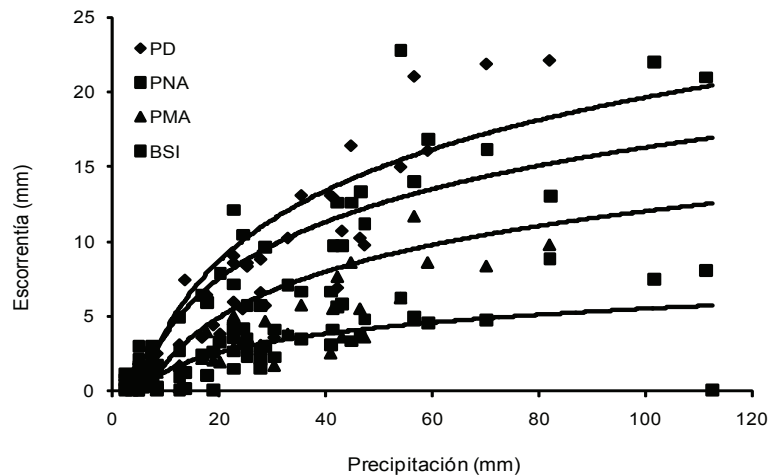


Figura 2. Escorrentía superficial en los sistemas evaluados en la subcuenca del río Jabonal, Cuenca del río Barranca, Costa Rica. Leyenda: PD: pastura nativa sobrepastoreada, PNA: pastura nativa con árboles, PMA: pastura mejorada con árboles y BSI: Bosque secundario intervenido.

de infiltración estuvo influenciada por la cobertura arbórea ($r = 0,75$; $P=0,01$) y por el área basal ($r = 0,78$; $P<0,01$). Los sistemas con mayor cobertura presentaron la mayor infiltración, debido posiblemente al efecto esponja del mulch en el suelo, el cual permite la retención de agua (Adams, 1966). La intensidad del pastoreo en los sistemas ganaderos (PD, PNA y PMA) es un factor que posiblemente afectó la capacidad de infiltración debido principalmente a la compactación del suelo por pisoteo del ganado (Singh y Gupta, 1990).

CONCLUSIONES

La cobertura de suelo (mantillo y cobertura viva) afectó positivamente la tasa de infiltración y negativamente la escorrentía superficial.

Incrementos en cobertura arbórea disminuyeron la escorrentía superficial con la consecuente disminución del potencial de erosión hídrica. La cobertura arbórea, más que la herbácea, contribuye a incrementar la infiltración en el suelo. Este incremento es muy significativo en el balance hídrico, ya que favorecen la disponibilidad de agua y la recarga hídrica.

Los sistemas silvopastoriles brindan beneficios hidrológicos al contribuir en la infiltración y disminuir la escorrentía superficial, contribuyendo a la recarga y sustento de acuíferos.

LITERATURA CITADA

- Adams J. 1966. Influence of mulches on runoff, erosion and soil moisture depletion. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 30: 110-114.
- Humphreys L. 1991. *Tropical Pasture Utilization*. Cambridge University Press. Cambridge, RU.
- Pezo D. y M. Ibrahim. 1996. Sistemas silvopastoriles: una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. En *Foro Internacional sobre "Pastoreo intensivo sobre zonas tropicales"*. Morelia, México.
- Singh R. y M. Gupta. 1990. Impact of grazing on infiltration in forest ecosystems. *J. Tree Sci.*, 9(2): 82 – 85
- Suárez de Castro F. 1980. *Conservación de Suelos*. IICA, San José, Costa Rica.
- Wilson J. y M. Ludlow. 1991. The environment and potential growth of herbage under plantations. En Shelton H.M. y W.W. Stür (Eds.) *Forages for Plantations Crops*. ACIAR Proceedings No. 32. Camberra, Australia. pp. 10-24.
- Young A. 1997. *Agroforestry Systems for Soil Management*. 2da ed. CAB Int., New York, USA.