

Intercepción de lluvia por el dosel en una comunidad tropical¹

Luis Cervantes Servín²

Instituto de Biología, UNAM

Este trabajo trata sobre el valor estimado en que la lluvia directa es interceptada por el dosel de una Selva Baja Caducifolia en la costa de Jalisco; en él se evalúa también la lluvia que escurre por los troncos. Forma parte de una investigación sobre productividad primaria y ciclos de nutrientes en una comunidad tropical. Para cada evento se determina la intercepción a partir de la diferencia entre la lluvia directa y la que traspasa el dosel, denominada lluvia infiltrada. La relación entre ambas corresponde a un modelo lineal y depende en gran medida de la cantidad de infiltración de la precipitación pluvial. El dosel juega un papel importante en la cantidad de lluvia que llega al suelo.

En el transcurso de una tormenta no toda la precipitación directa llega al suelo; parte de ella es retenida por el dosel de la vegetación, donde se almacena para regresar a la atmósfera en forma de vapor. La cantidad de lluvia que es captada por esta vía se conoce como *intercepción* (Dunne y Leopold, 1978). Esta se calcula restando del valor de la precipitación directa la cantidad de lluvia infiltrada que corresponde al agua no retenida por el dosel y que pasa a través del follaje, con la posibilidad de llegar directamente al suelo o, también, como la cantidad de lluvia escurrida sobre la superficie de los troncos.

El agua interceptada juega un papel relevante en los procesos de evapotranspiración del ecosistema, regula el flujo energético e interviene en el ciclo hidrológico. En las zonas topográficas de ladera, la ausencia de intercepción por la falta de cobertura vegetal incrementa el volumen de los escurrimientos y procesos de erosión (Swift *et al*, 1975).

Los diversos tipos de vegetación, que se ubican en zonas climáticas contrastantes, juegan papeles hidrológicos en los que en mayor o menor magnitud, parte de la lluvia contribuye en los procesos de escurrimiento e infiltración del suelo o en los de intercepción y evapotranspiración (Molchanov, 1971).

La función que mejor describe la relación entre la lluvia directa y la infiltrada es la que se obtiene por medio de una regresión lineal (Helvey y Patric, 1965). Las pérdidas de lluvia por intercepción se relacionan directamente con la densidad del dosel, de manera que una forma de incrementar o disminuir dichas pérdidas es transformando el tipo de vegetación original por otro, con diferente arquitectura y densidad de cobertura (Swank *et al*, 1972).

El volumen de agua escurrido sobre los troncos se incrementa con el diámetro de éstos, así como por la acumulación del agua en las partes terminales de las epífitas localizadas en el dosel (Weaver, 1972). Pero también esta agua escurrida por troncos varía con la rugosidad de la corteza y ramificación de las copas de los árboles (Toebes, 1968).

Sitio de estudio

El área de estudio se encuentra en los terrenos de la Estación de Biología Chamela de la Universidad Nacional Autónoma de México, localizada en la región de Chamela sobre el km 59 de la carretera federal núm. 200, en la costa central del Estado de Jalisco.

El clima de la región es de los más secos dentro del rango cálido-húmedo (García, 1973). La temperatura media anual es de 24.9° C y la precipitación anual promedio, de 748 mm. Son pocas las lluvias mayores de 30 mm, debidas probablemente a la actividad ciclónica del Pacífico. Hay un promedio anual de 53.2 días con precipitación no menor de 0.254 mm (Bullock, 1986). La dinámica en la lluvia delimita dos estaciones climáticas: la de sequía, que abarca de diciembre hasta principios de junio, y la húmeda, que va de junio a noviembre, aunque se presentan algunas lluvias durante enero o febrero.

La topografía se caracteriza por la irregularidad del terreno; hay numerosos lomeríos con alturas entre 50 a 200 msnm, con lo que se conforman diversas cuencas pequeñas y varios arroyos temporales. La vegetación predominante es la de Selva Baja Caducifolia (Miranda y Hernández, X., 1963), en las laderas y cimas de los lomeríos, con árboles entre 5 y 12 m de altura, de copas extendidas lateralmente, y abundancia de especies que en la época de sequía pierden la totalidad de sus hojas. En las partes bajas y alrededor de arroyos y ríos se localiza vegetación de Selva Mediana Subperennifolia (Miranda y Hernández, X., 1963), con árboles entre 10 y 25 m de altura, de grandes copas, con especies que pierden entre el 60 y 80% de las hojas en la época seca. En el dosel hay bejucos y epífitas que abundan en los árboles de las laderas más húmedas.

Método

En un conjunto de cinco cuencas pequeñas con extensiones entre 10 y 30 ha, se delimitaron siete cuadros permanentes de registro y de colectas, con una extensión de 2 400 m² cada uno. En éstos se instalaron canales colectores para determinar la intercepción de lluvia. Cada canal se fabricó con material de PVC, con un área de 0.2 m² (10×200 cm), unido por una manguera a un recipiente plástico de almacenamiento al que se instaló un sistema de trampa que evitó la pérdida de agua por evaporación.

Los canales se distribuyeron al azar en los siete cuadros, por debajo del dosel y a una altura del suelo entre 50 y 80 cm. Con base en la curva de varianza acumulada de volúmenes de lluvia infiltrada, se determinaron 30 canales como el número mínimo de colectores, pero se instalaron 42, distribuyendo seis en cada cuadro permanente.

La lluvia directa se midió con cuatro pluviómetros meteorológicos estándar (20 cm de diáme-

tro), localizados en sitios abiertos dentro del área de estudio. Los registros correspondieron a tres periodos de lluvias comprendidos entre 1984 y 1986. Las mediciones de los volúmenes de los canales colectores y la lectura de pluviómetros se hicieron después de cada lluvia mayor de 5 mm o después de la acumulación semanal de lluvias continuas menores de 5 mm.

El volumen de agua escurrida por los troncos se determinó al colectarla por medio de canales en forma de collar que se instalaron alrededor de todos los troncos de árboles con perímetros a la altura del pecho mayores de 9 cm, ubicados en un área de muestreo de 100 m². El collar —de material de PVC— se fijó y selló al tronco con espuma plástica y cada uno se unió por medio de una manguera a un recipiente de almacenamiento que tenía el mismo sistema de trampa para evitar la evaporación del agua almacenada. La medición de volúmenes se llevó a cabo después de cada lluvia.

Con los datos obtenidos se calculó el porcentaje de intercepción para este tipo de selva, con base en la diferencia entre la lluvia directa y la infiltrada, así como el porcentaje de lluvia que escurrió por los troncos. Por último, se definió la función que relaciona ambos tipos de lluvia y la escurrida sobre los troncos.

Resultados

En los tres años de estudio, el promedio porcentual de intercepción mensual de lluvia por el dosel fue de 30.19%, DS=13.69, con un valor de intercepción máxima de 54.55% y mínima de 7.64%. El promedio de lluvia escurrida en los troncos fue de 5.20%, DS=3.40, con un valor de escurrimiento máximo de 10.88% y mínimo de 0.37%.

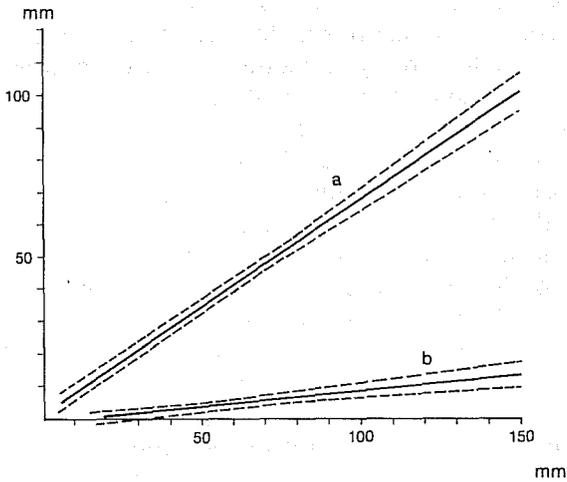
Tanto la relación entre la lluvia infiltrada y la directa como la de la lluvia escurrida sobre los troncos y la directa presentaron una función lineal (véase ilustración 1). El cuadro 1 muestra las ecuaciones obtenidas para cada caso.

La marcha de intercepción a lo largo de los meses en la época de lluvia, acompañada de la marcha de precipitación mensual (véase ilustración 2), mostró la tendencia de mayor intercepción durante agosto y septiembre.

Discusión

El promedio de lluvia interceptada en la Selva Baja Caducifolia de Chamela está comprendido dentro del rango de valores reportados para dife-

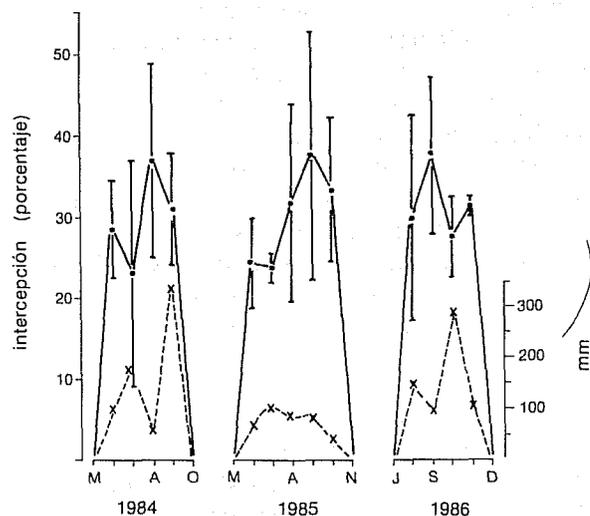
1. Relaciones entre lluvias



rentes sitios, que van del 6 al 32% (Edwards, 1982; Swank *et al*, 1972). Los valores más altos de intercepción corresponden a comunidades tropicales, como en el caso de Chamela.

La dinámica del desarrollo foliar en el dosel durante la época de lluvias quizá influye en el patrón de intercepción. Al inicio de esta época, el dosel no presenta hojas, por lo que la mayor parte de la lluvia, sin importar su magnitud, llega al suelo. Sin embargo, la biomasa muerta que queda en pie en el dosel, y que corresponde aproximadamente al 50% del total de esta biomasa (Maass, M., comunicación personal), puede contribuir al proceso de intercepción. La retención de lluvia en el dosel se puede incrementar, sobre todo en lluvias de poco aporte, conforme avanza el creci-

2. Distribuciones de la intercepción mensual



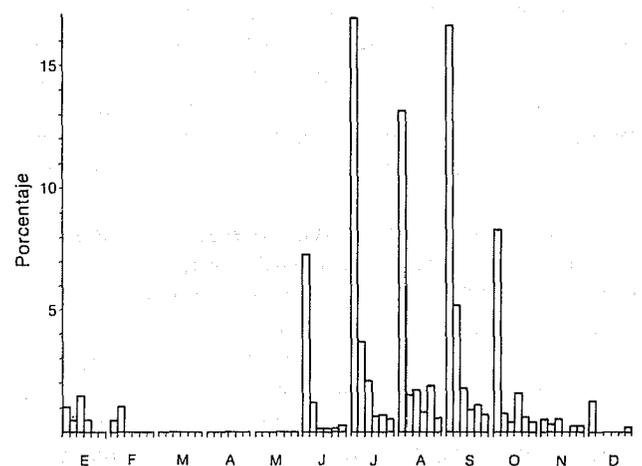
miento de las hojas y se desarrolla el dosel, acentuándose durante los meses de agosto y septiembre, los cuales coinciden con el máximo de cobertura y de precipitación pluvial.

Al observar la frecuencia promedio en la distribución de clases de diferentes magnitudes de lluvias en cada mes, durante un ciclo anual (véase ilustración 3), se aprecia que predomina la clase que comprende eventos entre 0.1 y 9.9 mm. Este tipo de lluvias tiene mayor probabilidad de quedar atrapado en el dosel, y por su frecuencia, puede propiciar una mayor intercepción. De esta manera, el dosel puede retener una cantidad apreciable de lluvia.

Cuando la época de lluvias coincide con los meses más calientes (con temperaturas promedio mensuales entre 36 y 39° C), se dan importantes procesos de evapotranspiración en la Selva Baja Caducifolia de Chamela, calculados por Barradas y Fanjul (1985), en cerca del 68%. A su vez, esta dinámica y magnitud en la intercepción pueden ser un mecanismo importante en la regulación de los eventos de escurrimiento de cuencas pequeñas y en la recarga de los arroyos de la zona (Cervantes *et al*, 1988).

En Chamela, los valores de agua de lluvias que llegan al suelo por escurrimiento sobre troncos están dentro de los señalados por otros estudios; son bajos en comparación con el de lluvia infiltrada. Brinson *et al* (1980), reporta el 4.1% de lluvia escurrida sobre los troncos. Las regresiones entre la lluvia infiltrada y la escurrida sobre troncos, con la precipitación directa, dan funciones lineales, similares a las obtenidas en bosques de caducios templados por Helvey (1965, 1967).

3. Distribución de clases de intensidad de lluvia



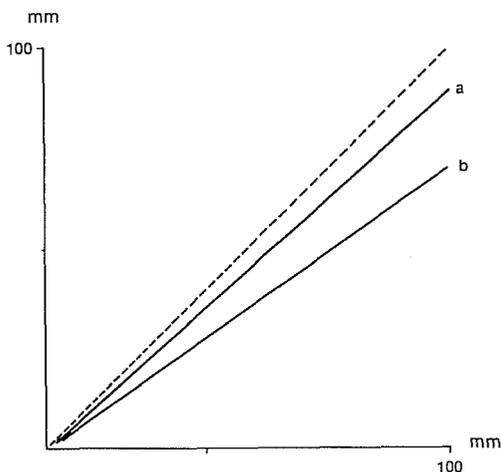
El alto valor de r^2 (véase cuadro 1), obtenido entre la lluvia infiltrada y la directa, indica que la cantidad de lluvia infiltrada tiene estrecha relación con la cantidad de agua aportada por la tormenta. El valor de r^2 para la relación entre la lluvia escurrida sobre troncos y la directa, es más bajo que el determinado para la infiltración en el dosel; esto sugiere que la cantidad de agua escurrida sobre la superficie de los troncos se ve afectada no sólo por la cantidad de lluvia directa, sino probablemente por otras variables como la arquitectura del dosel, el ángulo de dirección del árbol con respecto al suelo, la textura del tronco y el diámetro. El valor de la pendiente obtenida en la regresión de la lluvia infiltrada para Chamela es menor al compararse con los valores promedios establecidos por Helvey (véase ilustración 4). Esta diferencia puede reflejar que la magnitud de intercepción en comunidades templadas es baja, mientras que en una comunidad tropical estacional como Chamela, tiende a ser más alta.

Los valores de las ordenadas también difieren de los calculados por Helvey, ya que son más al-

1. Ecuaciones obtenidas para lluvia infiltrada

Variable dependiente	Ecuación	r^2	$m=0$	$Sy.x$
Precipitación infiltrada (PI)	$PI=0.66PD+1.67$	0.92	$P<<0.0005$	7.40
Escorrimento en troncos (ET)	$ET=0.10PD-1.59$	0.79	$P<<0.0005$	2.12

4. Comparación de rectas de regresión



tos para Chamela. Esto se debe a que la regresión no se ajusta con precisión en los rangos de lluvias menores de 5 mm (el intervalo de confianza del 95% se abre en esa zona). Lo anterior puede ser debido a la dificultad técnica que se tuvo para registrar de manera directa y constante las lluvias menores de 5 mm, en virtud de la dinámica foliar.

Consideraciones finales

El valor promedio de intercepción de lluvia por el dosel es alto para una comunidad tropical estacional, como es el caso de la Selva Baja Caducifolia en Chamela. En cada evento de lluvia, la cantidad de agua que pasa por el dosel depende en gran medida, de manera directa, de la cantidad de precipitación pluvial. El proceso de intercepción puede jugar un papel importante como regulador en los eventos hidrológicos de escorrentía, de evapotranspiración y de conservación del suelo, de manera que si en este sitio se elimina o transforma la vegetación por otro tipo, es posible que haya cambios importantes en los valores y en la dinámica de intercepción, lo que podría modificar la regulación hídrica actual.

La cantidad de lluvia escurrida sobre los troncos no contribuye de manera importante en la dinámica de recarga de agua en el suelo. El volumen de agua escurrido sobre los troncos puede ser afectado por diversas características de los árboles, lo que requiere plantear estudios que contemplen estas evaluaciones.

Evaluar la intercepción de lluvia por la vegetación en diferentes tipos de ecosistemas puede constituirse en un componente más de la comprensión del ciclo hidrológico para ese ecosistema y, comparativamente, en la diversidad de este proceso para diferentes regiones del país.

Bibliografía

Barradas, V. y Fanjul, L. "Equilibrio hídrico y evapotranspiración en una Selva Baja Caducifolia de la costa de Jalisco, México", *Biótica*, 10: 2, México, 1985.

Bullock, S.H. *Climate of Chamela, Jalisco, and trends in the south coastal region of Mexico. Theoretical and Applied Climatology* (en prensa).

Brinson, M.M., Bradshaw, H.D., Holmes, R.N. y Elkins Jr., J.B. "Litterfall, stemflow and throughfall nutrient fluxes in an alluvial swamp forest", *Ecology*, 61, 1980.

Dunne, Y. y Leopoldo L.B. *Water in environmental planning*. San Francisco, EUA, W.H. Freeman and Company, 1978.

- Cervantes, S.L.; Domínguez, M.R. y Maass M. "Relación lluvia-escorrimento en un sistema pequeño de cuencas de selva baja caducifolia", *Ingeniería Hidráulica en México* III (1), 1988.
- Edwards, P.J. "Studies of mineral cycling in a montane-rain forest in New Guinea. V. Rates of cycling in throughfall and litterfall", *Journal of Ecology*, 70, EUA, 1982.
- García, E. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. México, UNAM, 1973.
- Helvey, J.D. "Interception by Eastern White Pine", *Water Resources Research*. Vol. 3:3, EUA, 1967.
- Helvey, J.D. y Patric, J.H. "Conopy and litter interception of rainfall by hardwoods of eastern United States", *Water Resources Research*. Vol. 1:2, EUA, 1965.
- Miranda, F. y Hernández, X.E. "Los tipos de vegetación de México y su clasificación", *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 28, México, 1963.
- Molchanov, A.A. "Cycles of atmospheric precipitation in different types of forests of natural zones of the USSR", *Productivity of forest ecosystems*, Symposium Ecology and conservation, 4, Unesco, Bruselas, 1971.
- Swift, L.W., Swank, W.T., Mankin, J.B., Luxmoore, R.J. y Goldstein, R.A. "Simulation of evapotranspiration and drainage from mature and clear-cut deciduous forests and young plantation", *Water Resources Research*. Vol. 11:5, EUA, 1975.
- Swank, W.T., Goebel, N.B. y Helvey, J.D. "Interception loss in loblolly pine stands of the South Carolina Piedmont", *Journal of Soil and Water Conservation*, 27, EUA, 1972.
- Weaver, P.L. "Cloud moisture interception in the Luquillo mountains of Puerto Rico", *Caribbean Journal of Science*, 12:3-4, EUA, 1972.
- Toebes, C. y Oaryvaev, V. "Representative and experimental basins. An International guide for research and practice. A contribution to the International Hydrological Decade", Unesco, 1968.
- 1 Este trabajo forma parte de un proyecto subsidiado por Conacyt: "Evaluación del impacto de diferentes técnicas agropecuarias de manejo del suelo, sobre la productividad primaria y ciclo de nutrientes en una comunidad tropical", dirigido por el Dr. José Sarukhán Kermez, investigador del Departamento de Ecología, Instituto de Biología, UNAM.
 - 2 Es importante destacar la colaboración exhaustiva y constante de Santiago Gutiérrez, técnico de la Estación de Biología Chamela.