

PÉRDIDAS POR INTERCEPCIÓN DE LA LLUVIA EN TRES ESPECIES DE MATORRAL SUBMONTANO

ISRAEL CANTÚ SILVA*, HUMBERTO GONZÁLEZ RODRÍGUEZ*

La presencia de bosques en una cuenca hidrográfica no significa el aumento de los escurrimientos en el caudal, sino, en muchos casos (en función al tipo de bosque, su estado y el clima), su posible disminución como consecuencia de las demandas de agua por las plantas y su intercepción de la lluvia (evapotranspiración).¹ La medición y predicción de las pérdidas por intercepción de lluvia por el bosque es un requerimiento esencial en el pronóstico de los efectos de la cubierta vegetal sobre el rendimiento de agua de una cuenca. Comúnmente, la intercepción de lluvia se estima indirectamente como la diferencia entre la precipitación incidente (arriba del dosel) y la precipitación directa (debajo del dosel).²⁻⁸ Así también, el conocer la intercepción de un bosque es muy útil en operaciones forestales como el rociado aéreo de pesticidas y la aplicación de retardantes de incendios, las cuales son más efectivas mientras sean mejor interceptados y almacenados por el dosel de la vegetación. Por otra parte, el matorral es utilizado por los habitantes de la región en varias formas tales como forraje para el ganado, carbón, madera para construcción, estantería, alimentos, herbolaria, medicinas y semillas para reforestación con plantas nativas. Además, estas plantas proveen un hábitat para la fauna silvestre y una cubierta para prevenir la erosión del suelo.⁹ Con la finalidad de investigar la intercepción de la lluvia en el matorral, se llevaron a cabo mediciones de la precipitación incidente y precipitación directa en tres especies de arbustos representativos y de importancia silvopastoral del matorral submontano: *Acacia berlandieri* (huajillo), *Acacia rigidula* (chaparro prieto) y *Diospyros texana* (chapote).

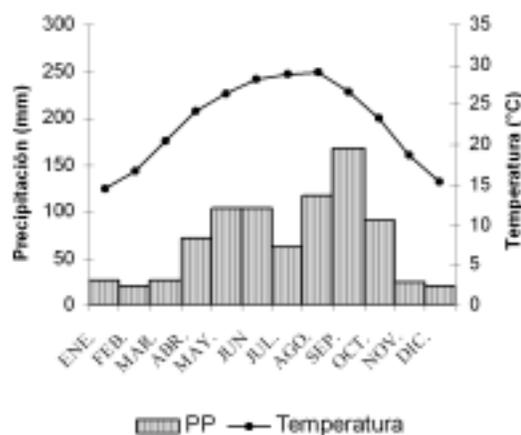


Fig. 1. Diagrama climático de la zona de estudio.

Acacia rigidula (chaparro prieto) y *Diospyros texana* (chapote).

Material y métodos

El presente estudio se llevó a cabo dentro del Área Experimental de Matorral de la Universidad Autónoma de Nuevo León; localizada a 10 km al sureste de Linares, Nuevo León, México (24°47' Latitud Norte; 99°32' Longitud Oeste, a una altitud de 350 m). El clima de la región es típicamente semiseco, muy cálido, con lluvia en el verano. Las temperaturas promedio mensuales oscilan desde 14.7°C en enero, a 22.3°C en agosto. La precipitación promedio anual fluctúa de 500 a 700 mm¹⁰ (figura 1). Una

* Facultad de Ciencias Forestales, UANL. Apartado Postal 41, Linares, Nuevo León 67700, México. E-mail: icantu@fcf.uanl.mx

parcela de 10 m x 10 m fue seleccionada dentro del matorral para cada especie (*A. berlandieri*, *A. rigidula* y *D. texana*). En cada parcela se establecieron cuatro canaletas fijas a una altura de 1 m (figura 2).

Similarmente en una parcela adyacente a los tres solares, se establecieron cuatro colectores de precipitación incidente. Después de cada evento de lluvia, las cantidades de precipitación incidente y precipitación directa fueron registradas entre febrero de 1999 y julio de 2001.

Medición de los componentes de la precipitación

Después de cada evento de lluvia, la precipitación en el área abierta (precipitación incidente) y la precipitación directa (debajo del dosel vegetal) se analizaron de febrero de 1999 a julio de 2001. La investigación se realizó en base al análisis de eventos de lluvia individuales, registrándose un total de 70 eventos.

Precipitación incidente

Se utilizaron canaletas de PVC de 0.1 m² (10 cm de ancho x 100 cm de largo) conectadas por medio de mangueras a recipientes de 20 L en donde se reco-



Fig. 2. Parcela experimental en *Acacia rigidula*.

lectó el agua de lluvia. Para cumplir con los objetivos, cuatro canaletas fueron instaladas a 1.0 m sobre la superficie del suelo en una área abierta sin árboles, colindante a las parcelas experimentales. Las canaletas se cubrieron con una malla para evitar la obstrucción con hojarasca e insectos al fluído del agua hacia los botes.

Precipitación directa del dosel arbóreo

Se utilizó el mismo tipo de canaletas anteriormente descritas para recolectar la precipitación directa (agua de lluvia que pasó a través del dosel). Cuatro canaletas de plástico con una forma de U (1000 cm²) se instalaron al azar a 1.0 m sobre la superficie del suelo; debajo del dosel de un arbusto. Las canaletas se establecieron permanentemente fijas en el mismo lugar a lo largo del período de estudio.

Escurrimiento fustal

El escurrimiento fustal no se midió debido a la dificultad que presentaba el recolectar escurrimientos en varios fustes ramificados, así como a resultados de otros estudios,¹¹ en donde se indica el bajo aporte de precipitación por esta vía en este tipo de arbustos.

Estimación de la capacidad de almacenaje del dosel

La característica relevante de una cubierta vegetal es la cantidad de agua almacenada en el dosel en una sola lluvia que sea suficiente para exceder la capacidad de la vegetación y así retener agua sobre su superficie. Esta característica es conocida como capacidad de almacenaje de intercepción o capacidad de saturación del dosel.¹² Así, la capacidad de almacenaje del dosel fue determinada relacionando la precipitación incidente contra la precipitación directa para eventos de lluvia individuales y continuos de hasta un valor máximo de 2.5 mm. La capacidad de almacenaje del dosel se obtuvo conociendo el valor del intercepto en el eje de la ordenada después de aplicar regresión lineal a los datos.

Resultados

El análisis de 70 eventos de lluvia, los cuales sumaron un total de 1166 mm, mostró que la precipita-

ción directa para *A. berlandieri*, *A. rigidula* y *D. texana* representó 82, 85 y 78%, respectivamente, del total de la precipitación incidente durante el periodo de estudio. Los análisis de regresión lineal entre la precipitación incidente y la intercepción en los tres tipos de dosel investigado mostraron valores de correlación entre $r = 0.857$ (*A. berlandieri*) y $r = 0.783$ (*A. rigidula*) (figuras 3, 4 y 5). El escurrimiento fustal no se cuantificó debido a la dificultad que implica obtener este dato en los tipos de arbustos investigados. Además, ha sido demostrado que este componente representa una mínima proporción de la precipitación incidente en estas especies de matorral.¹¹ Las pérdidas por intercepción del dosel vegetal fueron estimadas en 18, 15 y 22% para *A. berlandieri*, *A. rigidula* y *D. texana*, respectivamente (tabla I). El resumen de los análisis de regresión entre las pérdidas por intercepción y la precipitación incidente para los tres tipos de coberturas investigadas se presenta en la tabla II.

Los resultados indican que el dosel de *A. rigidula* presentó las pérdidas menores por intercepción. Los valores de la capacidad de almacenaje del dosel fueron estimados para *A. berlandieri*, *A. rigidula* y *D. texana* en 0.24, 0.14 y 0.14 mm, respectivamente. El análisis individual de las precipitaciones ocurridas mostró que la lluvia que alcanza al suelo no es una fracción constante de lluvia total, sino que las lluvias débiles tienden a ser más interceptadas como lo muestran los rangos de intercepción máximos entre 74% (*A. berlandieri*) y 83% (*D. texana*) en la tabla I.

En la figura 6 se muestra la variación en las pérdidas por intercepción de los diferentes eventos de lluvia en los tres tipos de coberturas. Estas variacio-

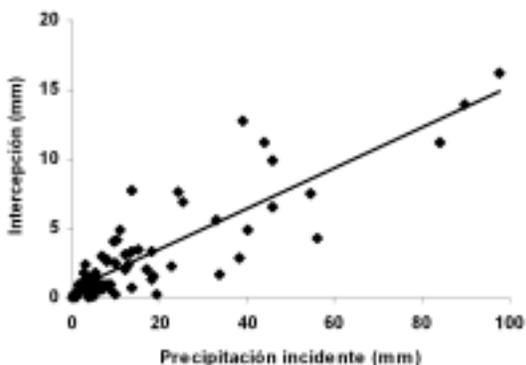


Fig. 3. Pérdidas por intercepción con base en 68 eventos de lluvia individuales para el dosel de *A. berlandieri*.

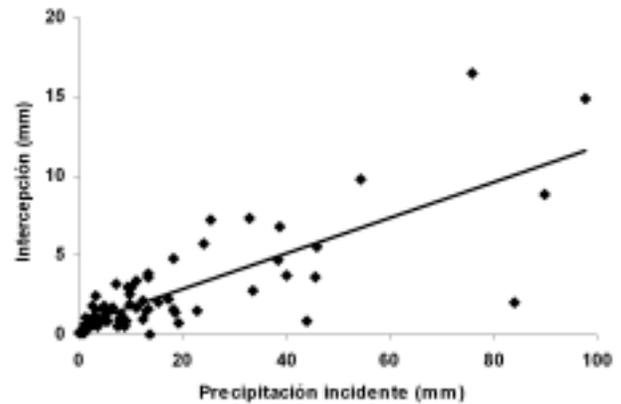


Fig. 4. Pérdidas por intercepción con base en 70 eventos de lluvia individuales para el dosel de *A. rigidula*.

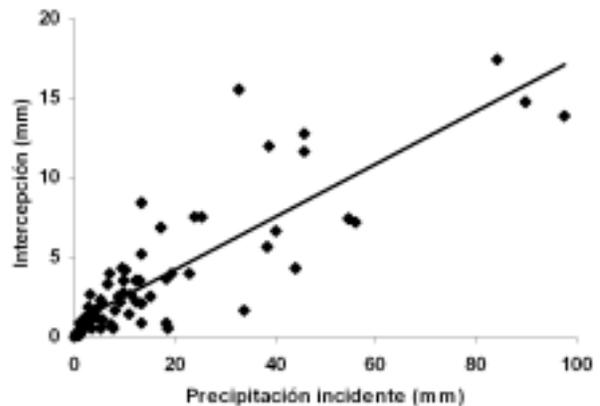


Fig. 5. Pérdidas por intercepción con base en 70 eventos de lluvia individuales para el dosel de *D. texana*.

nes fueron dependientes de la cantidad de precipitación ocurrida en cada evento.

Discusión

Los resultados encontrados en este estudio con especies del matorral mostraron que las pérdidas por intercepción de lluvia (%) son similares a las encontradas en el bosque de pino y encino en la Sierra Madre Oriental (SMO),² lo cual desecha la suposición de que el matorral, por ser una cobertura menos densa que la del bosque de pino-encino, debería de interceptar menos lluvia.

Ciertamente, las condiciones ambientales que se presentan en un bosque templado de pino-encino en la SMO y en el matorral submontano de la planicie costera del Golfo son diferentes, siendo las temperaturas promedio uno de los factores principales que pudiesen estar influyendo para que las pérdidas por intercepción lleguen a ser similares en ambos ecosistemas. Asimismo, los coeficientes de re-

Tabla I. Relación entre la pérdida por interceptación y precipitación incidente (1166 mm) durante el período experimental.

Tipo de dosel	n	Rango de interceptación		Intercepción total	
		(mm)	(%)	(mm)	(%)
<i>A. berlandieri</i>	68	0 – 16.2	0.7 – 74	205.8	17.8
<i>A. rigidula</i>	70	0 – 16.5	0.0 – 76	177.3	14.9
<i>D. texana</i>	70	0 – 17.5	3.1 – 83	256.4	22.0

gresión de la interceptación (tabla II) también han sido encontrados para especies de pino y encino en la SMO,² lo cual sugiere que otros factores, tales como: niebla, rocío, intensidad de lluvia, continuidad del evento de lluvia, velocidad del viento, entre otros, deben de ser tomados en cuenta para poder predecir con mayor exactitud la interceptación. También es importante señalar que, debido al uso que se le da

al matorral como agostadero para la ganadería extensiva, éste ha sido impactado en densidad y en la actualidad se encuentran matorrales más abiertos en donde en épocas de humedad abunda la vegetación anual herbácea, la cual también intercepta lluvia en este tipo de ecosistema semiárido y debe de jugar un papel importante aportando una porción del total de las pérdidas por interceptación en este ecosistema de matorral.

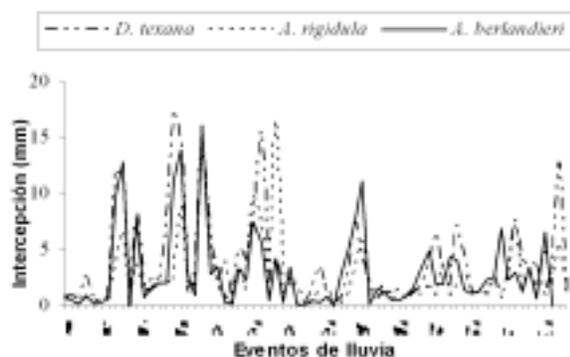


Fig. 6. Pérdidas por interceptación con base en eventos de lluvia individuales para el dosel de *A. berlandieri*, *A. rigidula* y *D. texana*.

Conclusiones

De las tres especies investigadas en el matorral, el dosel de *A. rigidula* mostró la capacidad de almacenaje menor y, por consiguiente, las pérdidas por interceptación fueron menores. Por otra parte, los doseles de *A. berlandieri* y *D. texana* interceptaron una mayor cantidad de lluvia, siendo esta última especie la que presenta los porcentajes más altos de interceptación (22%) en los tres tipos de cobertura estudiadas. Esto se puede deber a que el dosel de *A. berlandieri* es más denso y su capacidad de almacenaje es mayor que la de *A. rigidula*. En el caso de la especie *D. texana* no hay diferencias en la ca-

Tabla II. Resumen del análisis de regresión para describir las pérdidas por interceptación para los doseles de *A. berlandieri*, *A. rigidula* y *D. texana*. El Error Estándar Estimado (EEE) para los coeficientes de regresión es incluido.

Tipo de dosel	n	Y-valor del intercepto (β_0)			Pendiente (β_1)			R^2 Ajustado
		(β_0)	(EEE)	(valor-P)	(β_1)	(EEE)	(valor-P)	
<i>A. berlandieri</i>	68	0.540	0.291	0.068 ^{ns}	0.147	0.011	<0.001***	0.735
<i>A. rigidula</i>	70	0.628	0.293	0.036*	0.113	0.011	<0.001***	0.614
<i>D. texana</i>	70	0.900	0.334	0.009**	0.166	0.013	<0.001***	0.718

*** $P \leq 0.001$; ** $P \leq 0.01$; * $P \leq 0.05$; ^{ns} $P > 0.05$.

pacidad de almacenamiento de su dosel con el de *A. rigidula*. Sin embargo, las características de arquitectura del dosel y tipo de follaje de *D. texana* son distintas al de ambas especies del género *Acacia*, pudiendo influir esto en una mayor intercepción.

Esto sugiere que el manejo sustentable del matorral, como un recurso para la conservación de recursos hídricos, puede jugar un papel importante en regiones semiáridas, en donde el agua es uno de los principales factores limitantes. Asimismo, el impulsar que áreas del matorral submontano puedan ser consideradas en el programa de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para el pago de servicios hidrológicos (servicio ambiental) sería de gran ayuda para la planeación del manejo por cuencas en el noreste de México.

Agradecimientos

Este estudio fue financiado por el programa de Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica (PAICYT-CT633-01) de la UANL. Asimismo, se agradece la asistencia técnica de Manuel Hernández, TQL. Elsa González, TQL. Inés Yáñez y Biol. Flor Gutiérrez con el trabajo de campo.

Resumen

Se investigó la intercepción de la lluvia en tres especies de arbustos representativos del matorral submontano: *Acacia berlandieri* (huajillo), *Acacia rigidula* (chaparro prieto) y *Diospyros texana* (chapote), en donde se llevaron a cabo mediciones de la precipitación incidente y precipitación directa en la región noreste de México, analizándose un total de 70 eventos de lluvia. El análisis de regresión lineal de la precipitación directa con la precipitación incidente en los tres tipos de cobertura vegetal mostró valores de correlación entre $r = 0.857$ (*A. berlandieri*) y $r = 0.783$ (*A. rigidula*). El total de precipitación incidente durante el periodo experimental fue de 1166 mm y las pérdidas por intercepción del dosel fueron estimadas en 18, 15 y 22% para *A. berlandieri*, *A. rigidula* y *D. texana*, respectivamente. Los valores de la capacidad de almacenaje del dosel fueron estimados para *A. berlandieri*, *A. rigidula* y *D. texana* en 0.24, 0.14 y 0.14 mm, respectivamente.

Palabras clave: *Acacia berlandieri*, *Acacia rigidula*, *Diospyros texana*, Intercepción del dosel, Precipitación directa.

Abstract

The interception loss, the gross precipitation, and the throughfall beneath *Acacia berlandieri* (huajillo), *Acacia rigidula* (Blackbrush), and *Diospyros texana* (Texas black perssion) shrub canopies in north-eastern México were measured; a total of 70 rainfall events were analyzed. A linear regression analysis for the net precipitation with the gross precipitation for the three canopies studied showed correlation values between $r=0.857$ (*A. berlandieri*) and $r=0.783$ (*A. rigidula*). The total precipitation during the experimental period was 1166 mm; and the interception loss from the shrub canopy was estimated in 18, 15, and 22% for *A. berlandieri*, *A. rigidula*, and *D. texana*, respectively. Canopy storage capacity values for *A. berlandieri*, *A. rigidula*, and *D. texana* were estimated in 0.24, 0.14, and 0.14 mm, respectively.

Keywords: *Acacia berlandieri*, *Acacia rigidula*, *Diospyros texana*, Interception loss, Throughfall.

Referencias

1. Llerena, C.A. Servicios ambientales de las cuencas y producción de agua, conceptos, valoración, experiencias y sus posibilidades de aplicación en el Perú. Tercer Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas, 2003, 16 pp.
2. Cantú, S.I. y González, R.H. Propiedades hidrológicas del dosel de bosques de pino-encino en el nordeste de México. Revista CiENCIA UANL, 2002, 5 (1):72-77.
3. Mitscherlich, G. Wissenschaft und Fortschritt, aufgezeigt am Beispiel: Wald und Wasser. Allg. Forst- u. J.-Ztg., 1971, 142 (10):237-246.
4. Heuveldop, J., Mitscherlich, G. und Kuentler, E. Über Kronendurchlass, Stammablauf und Interzeptionsverlust von Douglasienbeständen am Süd- und Nordhang. Allg. Forst- u. J.-Ztg., 1972, 143 (6):117-121.
5. Weihe, J. Benetzung und Interzeption von Buchen- und Fichtenbeständen in Nordrhein-Westfalen, I. Die Regenmessung im Freiland mit regenschreiben ohne windschutz. Allg. Forst- u. J.-Ztg., 1974, 145(1):1-10; 30-40.
6. Bultot, F., Dupriez, G.L. y Bodeux, A. Interception Potentielle Journaliere de la Pluie par Divers Peuplements Forestiers. Journal of Hydrology,

- 1976, 31:381-392.
7. Tanaka, K., Okumura, T., Goto, I. y Hasegawa, T. A research on the functional property of the Broad- Leaved Forest for Water Resource Conservation (III). *Bulletin of the Tottori University. Forests*, 1984, 14:43-56. (en Japonés).
 8. Loustau, D., Berbigier, P., Granier, A. y Moussa, E.H. Interception loss, throughfall and stemflow in a maritime pine stand. I. Variability of throughfall and stemflow beneath the pine canopy. *Journal of Hydrology*. 1992, 138:449-467.
 9. Reid, N., Marroquín, J. y Beyer-Münzel, P. Utilization of shrubs and trees for browse, fuelwood and timber in the Tamaulipan thornscrub, northeastern Mexico. *Forest Ecology and Management*, 1990, 36:61-79.
 10. SPP-INEGI. Síntesis geográfica del estado de Nuevo León. Secretaría de Programación y Presupuesto, Instituto Nacional de Geografía e Informática, México D.F., México, 1986, 170 pp.
 11. Navar, J. y Bryan, R. Interception loss and rainfall redistribution by three semi-arid growing shrubs in northeastern Mexico. *Journal of Hydrology*, 1990, 115:51- 63.
 12. Leyton, L., Reynolds, E.R.C. y Thompson, F.B. Rainfall interception in forest and moorland. *In International Symposium on Forest Hydrology*, 1967.