



Pérdidas por intercepción en cuatro especies de matorral en el noreste de México

Interception loss in four scrubland species in Northeastern Mexico

Cuahutemoc Tamez Ponce¹, Israel Cantú Silva^{1*}, Humberto González Rodríguez¹, María Inés Yáñez Díaz¹, José Isidro Uvalle Sauceda¹

Abstract:

Rainfall interception from the arboreal mass is the component of the hydrological cycle that is determined by the climatic conditions and the characteristics of vegetation. The aim of this study was to quantify the redistribution of precipitation by means of gross precipitation, throughfall and stemflow, estimating interception losses and canopy storage capacity for four species of thorn scrub in northeastern Mexico. For the measurement of the components of gross precipitation and throughfall, four troughs were used for each species, while for the quantification of stemflow hoses adhered in stem were used. The analysis of 47 rainfall events distributed between September 23th, 2016 to October 1st, 2017, added a total of 488.9 mm of gross precipitation. The results for *Acacia farnesiana*, *Condalia hookeri*, *Leucaena leucocephala* and *Casimiroa greggii* for throughfall showed values of 77, 76, 86 and 83 %, respectively; while the component of the stemflow oscillated from 1.12 % for *C. hookeri* to 1.73 % for *A. farnesiana*. Linear regression analyzes between gross precipitation and interception loss for four species, showed values of 13, 16, 20 and 22 % for *L. leucocephala*, *C. greggii*, *A. farnesiana* and *C. hookeri*, respectively, key species when taking management decisions on water yield in a basin; thus, the null hypothesis is rejected and it is concluded that interception loss differs among the evaluated species.

Key words: Canopy storage capacity, stemflow, Tamaulipan thorn scrub, throughfall, gross precipitation, interception loss.

Resumen:

La intercepción de lluvia por la masa arbórea es un componente del ciclo hidrológico que está determinado por las condiciones climáticas y por las características de la vegetación. El objetivo del presente estudio fue cuantificar la redistribución de las precipitaciones vía: precipitación incidente, precipitación directa y escurrimiento fustal, a fin de estimar las pérdidas por intercepción y la capacidad del almacenamiento del dosel para cuatro especies presentes en el matorral del noreste de México. Para la medición de los componentes de precipitación incidente y directa se utilizaron cuatro canaletas por especie, y para la cuantificación del escurrimiento fustal, mangueras adheridas al fuste. El análisis de 47 eventos de lluvia, distribuidos entre el 23 de septiembre de 2016 al 1 de octubre del 2017, sumaron un total de 488.9 mm de precipitación incidente. Los resultados para *Acacia farnesiana*, *Condalia hookeri*, *Leucaena leucocephala* y *Casimiroa greggii* para la precipitación directa fueron valores de 77, 76, 86 y 83 %, respectivamente; mientras que el componente del escurrimiento fustal osciló de 1.12 % para *C. hookeri* a 1.73 % en *A. farnesiana*. Los análisis de regresión lineal entre la precipitación incidente y las pérdidas de intercepción arrojaron valores de 13, 16, 20 y 22 % para *L. leucocephala*, *C. greggii*, *A. farnesiana* y *C. hookeri*, respectivamente, especies clave al momento de tomar decisiones de manejo en el rendimiento de agua en una cuenca; con ello se rechaza con la hipótesis nula y se concluye que las pérdidas por intercepción difieren entre las especies evaluadas.

Palabras clave: Capacidad de almacenamiento del dosel, escurrimiento fustal, matorral espinoso tamaulipeco, precipitación directa, precipitación incidente, pérdidas por intercepción.

Fecha de recepción/Reception date: 14 de diciembre de 2017

Fecha de Aceptación/Acceptance date: 27 de julio de 2018

¹Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México. correo-e: icantu59@gmail.com

Introducción

La hidrología en ecosistemas forestales está conformada por complejos procesos en los que interactúan factores bióticos y abióticos. Aun cuando la intercepción de la lluvia no es el principal criterio para determinar las estimaciones de agua (Webb *et al.*, 2005), sí constituye una de las formas que permiten identificar cómo las modificaciones en la cobertura arbórea afectan el balance hidrológico de un área arbolada, con lo que se altera el contenido de la humedad del suelo y la escorrentía superficial del terreno (Díaz, 2007).

En regiones semiáridas, el ciclo del agua es importante en el funcionamiento de los ecosistemas forestales, por el déficit hídrico y limitante que prevalece; por ello con frecuencia se les considera marginales y, por lo general, son poco estudiadas, a pesar de que representan 50 % del territorio nacional (Wattenbach *et al.*, 2005).

En un sistema hidrológico, la cantidad de agua interceptada puede ser una pérdida o ganancia del recurso, según sea el escenario. Cuando el agua retenida en la cubierta vegetal se evapora, por efecto del viento y la temperatura, es una pérdida (Navarro *et al.*, 2009). Si el agua procede de la humedad del aire o de la condensación, la intercepción representa un incremento o ganancia del recurso.

Los estudios relacionados con este tema han sido ampliamente investigados en zonas de clima frío, templado y tropical, pero en ambientes semiáridos y áridos han sido escasos debido a la dificultad de aplicar las metodologías para cuantificar dicho fenómeno en especies arbustivas y herbáceas (Dohnal *et al.*, 2014). El viento, la radiación solar, la temperatura y la presión atmosférica son los factores climáticos que afectan al ciclo hidrológico (López, 2007).

La redistribución de la lluvia es producto de la intercepción por la copa de los árboles, proceso que reduce de forma notoria la cantidad de agua precipitada que alcanza la superficie del suelo; sus principales componentes son la precipitación incidente, la precipitación directa, el escurrimiento fustal y las pérdidas por intercepción (Yáñez *et al.*, 2014).

La intercepción se define como la cantidad de precipitación total que se capta durante un evento de lluvia, por lo que además de la vegetación otros factores como la velocidad del viento, la intensidad y la duración de la lluvia, influyen durante cada evento (Flores et al., 2013). La intercepción en el ciclo hidrológico es uno de los componentes más difíciles de cuantificar, debido a periodos largos de precipitación interceptada que pueden, a su vez, evaporarse hacia la atmósfera (Torres, 2013).

En este fenómeno, el agua modifica su trayectoria por el dosel de los árboles, lo que ejerce una marcada influencia en el patrón de la lluvia que llega al piso forestal (Návar et al., 2008). Es retenida por las hojas y las ramas, incluso en presencia de plantas epifitas; a partir de este momento, continua su paso por una o más de estas tres vías: evaporación, goteo desde la copa, o flujo por las ramas hasta la base del fuste (García, 2006).

La precipitación incidente (*PI*) es el total de la lluvia que cae sobre la cubierta vegetal. La precipitación directa (*PD*) es la fracción de la lluvia que pasa directamente a través del follaje y a través de las hojas y ramas (García, 2006). El escurrimiento fustal (*Ef*) consiste en la fracción de precipitación que hace contacto con la cubierta y fluye hacia abajo por el fuste, y alcanza el suelo circundante a la base (Iroumé y Huber, 2000). Las cantidades de escurrimiento fustal están relacionadas de manera directa con la arquitectura del árbol (Murakami, 2009).

Las pérdidas por intercepción se rigen por la cantidad de ciclos de humectación y secado en las plantas. La cantidad de agua almacenada en el dosel durante un solo evento es suficiente para exceder la capacidad de la vegetación y retener el agua en su superficie (Cantú y Okumura, 1996). Cuando se modela en hidrología, la intercepción es tomada como un porcentaje fijo de la precipitación; sin embargo, influye fuertemente en las condiciones de humedad del suelo y trasciende en la generación del escurrimiento (Savenije, 2004).

Entre los elementos que intervienen en la intercepción, la duración e intensidad de la lluvia, la velocidad y la dirección del viento, así como la estructura de la vegetación son los factores más estudiados (Huber, 2003; Ahmadi et al., 2009). La

duración e intensidad de la lluvia es importante en situaciones meteorológicas secas, porque aumenta o disminuye la cantidad de precipitación interceptada en las copas del follaje (Toba y Ohta, 2005). La velocidad alta y la dirección del viento son condiciones que pueden orientar la trayectoria de las hojas y reducir las probabilidades de intercepción. Así mismo, para zonas tropicales con abundante vegetación, la posibilidad de que una gota alcance el suelo sin tocar antes alguna superficie de la vegetación, es relativamente muy baja (Herwitz y Slye, 1995). La estructura de la vegetación se refiere a las variaciones morfológicas tales como troncos, ramas y hojas características de las especies, lo que provocan diferencias en la capacidad de intercepción (Mastachi, 2007).

Con base en las consideraciones anteriores, se planteó el presente estudio cuyos objetivos consistieron en determinar la redistribución de la precipitación, estimar la capacidad de almacenamiento y comparar las pérdidas por intercepción para las especies *Acacia farnesiana* (L.) Willd., *Condalia hookeri* M.C.Johnst., *Casimiroa greggii* (S.Watson) F.Chiang y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit vía precipitación incidente, precipitación directa, y escurrimiento fustal, de acuerdo a la hipótesis de que bajo diferentes doseles no se presentan diferencias en las pérdidas por intercepción.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El área de estudio se ubica en el campus experimental de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León, a 8 km al sur del municipio Linares, en el estado de Nuevo León, México (Figura 1), en las coordenadas 24°47' N; 99°32' O, a 350 msnm. Se localiza en la región hidrológica RH25, conocida como San Fernando-Soto La Marina o Planicie Costera del Golfo Norte, en las cuencas de los ríos Bravo y Pánuco, y la subcuenca Arroyo-Camacho, próxima a la Sierra Madre Oriental (Uvalle, 2008).

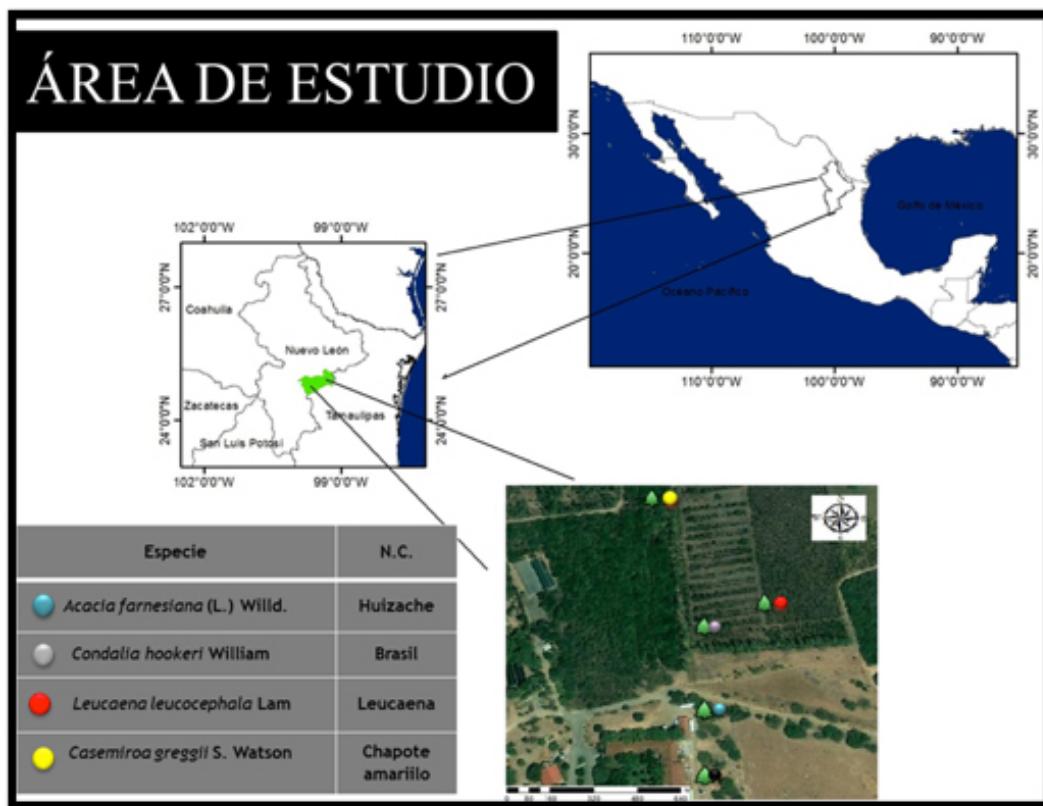


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

Prevalece un clima subtropical y semiárido, con verano cálido, lluvias entre abril y noviembre, y un periodo de estiaje intraestival, con temperaturas de hasta 45 °C durante el verano, con promedios mensuales de 14.7 °C en enero a 22.3 °C en agosto; la precipitación promedio anual es de 805 mm, con distribución bimodal (Saucedo, 2011).

El suelo es de tipo Vertisol de origen aluvio-coluvial profundo de coloración gris oscuro, con subunidad mágico pélico; clase textural de tipo fina de arcillo-limosos con altos contenidos de montmorillonita y bajo contenido de materia orgánica y un pH moderadamente alcalino (Uvalle, 2008).

El tipo de vegetación que predomina es semiárido-subtropical, constituida por especies deciduas y perennes, con un amplio rango de patrones de crecimiento, diversidad en la longevidad foliar, dinámicas de crecimiento y de contrastantes desarrollos fenológicos (González y Cantú, 2001). El Matorral Espinoso Tamaulipeco

(MET) es el ecosistema más abundante e históricamente más utilizado en las zonas áridas y semiáridas del noreste de México (García y Jurado, 2008); reúne una diversidad de 15 000 a 21 000 individuos ha⁻¹ de especies arbóreas, y arbustivas; integra una tercera parte de la diversidad de la flora leñosa, la cual aprovecha la población rural para el uso tradicional silvoagropecuario, así como fuente de alimentación, combustible, herbolaria, construcción de muebles rústicos y de casas de habitación rural además de productos artesanales (Foroughbakhch *et al.*, 2009).

Especies de interés

Las especies de estudio son *A. farnesiana*, *Condalia hookeri*, *Casimiroa greggii* y *L. leucocephala* (Figura 2), que son integrantes del Matorral Espinoso Tamaulipeco; en el Cuadro 1 se muestran las características dasométricas de cada especie.





Figura 2. Especies estudiadas: a) *Condalia hookeri* M.C.Johnst., b) *Acacia farnesiana* (L.) Willd., c) *Casimiroa greggii* (S.Watson) F.Chiang y d) *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.

Cuadro 1. Características dasométricas de las especies bajo estudio ($N = 4$ arb sp⁻¹).

Especie	DAP (cm)	Altura (m)	Área de copa (m ²)
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	28.32	5.30	42.2
<i>Condalia hookeri</i> M.C.Johnst.	9.54	8.50	13.5
<i>Casimiroa greggii</i> (S.Watson) F.Chiang	17.02	7.15	22.6
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	7.25	9.25	4.0

Acacia farnesiana o huizache, es un árbol pequeño de la familia Fabaceae; alcanza una altura de 2 a 4 m de altura, con fuste recto, ramas ascendentes y, en ocasiones, horizontales; hojas alternas; flores de color amarillo oro; fruto, asemeja una legumbre de color café rojizo a púrpura o negro con dos semillas por hilera. En

las zonas cálidas del país, forma parte de la vegetación secundaria de selvas bajas caducifolias inermes o espinosas y de matorrales espinosos como el Matorral Espinoso Tamaulipeco (García, 1997).

Condalia hookeri, o Brasil, pertenece a la familia Rhamnaceae, es un árbol generalmente alto que llega a medir 9 m de altura, con irregular expansión de la copa; hojas alternas o fasciculadas; flores pequeñas y verdosas; su fruto es una drupa de color negro cuando está madura. Se distribuye, principalmente, en suelos secos (García, 1997).

Casimiroa greggii o chapote amarillo, árbol de la familia Rutaceae, con alturas de 4 a 8 m, con copa redondeada, hojas alternas, con glándulas punteadas; flor de color verde amarillenta; fruto drupa, globosa, amarilla al madurar con una semilla con color café castaño. Su distribución ocurre en bosques mixtos o Matorral Submontano (Alanís y Gonzales, 2003).

Leucaena leucocephala o Guaje, taxón arbóreo que pertenece a la familia Fabaceae, generalmente, es alto, y mide de 3 a 12 m de altura, con copa redondeada ligeramente abierta y rala; hojas alternas, bipinadas; fruto como vainas oblongas, estipitadas, en capítulos florales de 30 o más vainas, de 11 a 25 cm de largo por 1.2 a 2.3 cm de ancho, son de color verde cuando son tiernas y cafés cuando maduran, contienen de 15 a 30 semillas. Se distribuye, principalmente, en suelos secos (Zárate, 1987); aunque esta especie no es nativa del Matorral Espinoso Tamaulipeco, fue considerada dentro de este estudio por su gran densidad en el área, utilización y participación en el balance hidrológico para la zona.

Medición de los componentes de la precipitación

Las pérdidas por intercepción y su capacidad de almacenamiento fueron estimadas mediante mediciones de la precipitación incidente, la precipitación directa y el escurrimiento fustal. Se seleccionó una parcela de 10 × 10 m para cada una de los taxa de interés. La medición de los componentes se realizó después de cada evento

de precipitación, considerado como cualquier suceso de lluvia, llovizna o chubasco de duración indeterminada y separada por un periodo seco con duración mínima de 8 horas o hasta el cese del escurrimiento total en la vegetación.

La precipitación incidente (*PI*) se determinó mediante la utilización de canaletas de PVC de 0.1 m² (10 cm de ancho × 100 cm de largo) y una resolución de 0.01 mm de medición; cada una de ellas se cubrió con una malla con el objetivo de impedir el paso de insectos o cualquier material que pudiera obstruir el paso del agua. Para la recolección de la lluvia se colocaron recipientes de 20 L de capacidad equipadas con mangueras para facilitar la captación de agua durante cada evento. Se instalaron 4 canaletas a 1 m sobre el suelo en un área abierta sin árboles, colindante a las parcelas experimentales.

La precipitación directa (*PD*) se evaluó mediante un procedimiento similar de medición a la precipitación incidente con cuatro canaletas distribuidas al azar bajo el dosel para las especies de *A. farnesiana*, *Condalia hookeri*, *Casimiroa greggii* y *L. leucocephala*.

El escurrimiento fustal (*Ef*) se midió en tres de las cuatro especies de estudio, con excepción de *L. leucocephala* debido a sus diámetros de fustes menores de 7 cm, característica que se empleó como criterio para la selección de los árboles. Para determinar *Ef* se usó una manguera de plástico adherido al fuste en forma de espiral, con un sellador adhesivo de silicona para evitar la pérdida de agua.

La suma de los componentes *PD* y *Ef* representa la cantidad de precipitación neta (*Pn*), que es la cantidad de agua total que llega al suelo. La capacidad de almacenamiento del dosel (*CAD*) es la cantidad de lluvia que el dosel puede contener mientras está saturado, y se determina mediante el método de Leyton *et al.* (1967), el cual relaciona la precipitación incidente y la precipitación directa con base en eventos de lluvia con valores mínimos de 2.5 mm.

Con las mediciones de los componentes mencionados anteriormente y mediante la aplicación de estadística descriptiva y análisis de regresión lineal, se estimaron las pérdidas por intercepción mediante la siguiente fórmula:

$$I = PI - Pn$$

Donde:

I = Pérdidas por intercepción (mm)

PI = Precipitación incidente (mm)

Pn = Sumatoria de la precipitación directa y escurrimiento fustal (mm)

Resultados y Discusión

Precipitación incidente

El análisis de 47 eventos de lluvia, distribuidos entre el 22 de septiembre de 2016 y el 1 de octubre del 2017, sumaron en total 488.9 mm de precipitación incidente, con eventos en un intervalo de 0.14 a 56.5 mm. Del total de eventos de lluvia, 45 % fueron inferiores a 5 mm de precipitación, 19 % entre 5 y 10 mm, y 30 % entre 10 y 25 mm. Por último, los mayores a 25 mm, solo se consignaron en tres ocasiones (6 %) (Figura 3).

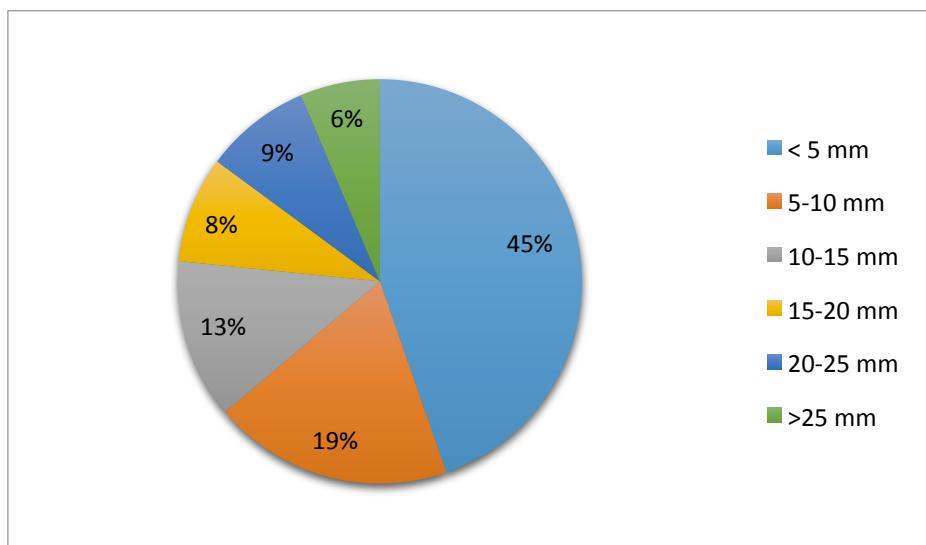


Figura 3. Porcentaje de intervalos de volúmenes de precipitación registrada durante el periodo de estudio.

En la distribución mensual de las precipitaciones (Figura 4) se puede observar que la mayor precipitación se presentó en junio de 2017, con una precipitación acumulada de 66.0 mm, mientras lo contrario ocurrió en febrero de 2016, con solo 1.8 mm en dos eventos.

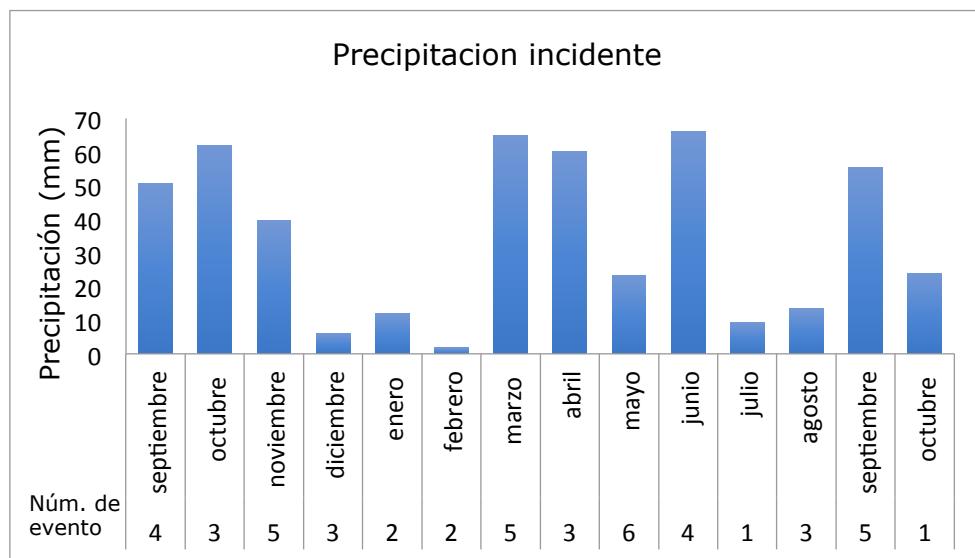


Figura 4. Número de eventos de lluvia y precipitación acumulada mensual.

Precipitación neta

El componente de la precipitación directa fue de 77 % para *Acacia farnesiana*, 76 % para *Condalia hookeri*, 86 % para *Leucaena leucocephala* y 83 % *Casimiroa greggii*, lo que equivale a 80.5 % en promedio de la precipitación incidente. El análisis de regresión lineal para el componente de escurrimiento fustal arrojó valores de 1.73 % para *A. farnesiana*, de 1.12 % para *Condalia hookeri*, y de 1.29 % para *Casimiroa greggii*, que son relativamente bajos y difíciles de cuantificar en especies arbustivas en este tipo de ecosistemas. Cantú y González (2005) indican que la precipitación directa representa una mínima proporción de la precipitación incidente para especies del matorral espinoso tamaulipeco. La precipitación neta en promedio fue de 81.5 %; al analizar esta variable por especie, resultó para *Acacia farnesiana* 79 %; para *Condalia hookeri* 77 %, para *Leucaena leucocephala* 86 % y para *Casimiroa greggii* 84 %.

Pérdidas por intercepción

Los intervalos de intercepción y las pérdidas por intercepción total, durante 45 eventos y para cada una de las cuatro especies de estudio se reúnen en el Cuadro 2. *A. farnesiana* registró de 0.04 a 26.9 mm, *Condalia hookeri* de 0.5 a 15.0 mm, *Casimiroa greggii* de 0.09 a 10.6 mm, y *L. leucocephala* de 0.2 a 7.3 mm. Las pérdidas por intercepción fueron de 20, 22, 15 y 13 % para *A. farnesiana*, *Condalia hookeri*, *Casimiroa greggii* y *L. leucocephala*, respectivamente (figuras 5, 6, 7 y 8).

Cuadro 2. Intervalos de pérdidas por intercepción e intercepción total durante el periodo de estudio para las cuatro especies bajo estudio.

Tipo de dosel	n	Rango de intercepción		Intercepción total	
		(mm)	%	(mm)	%
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	45	0.04-26.9	2.88-82.6	112.6	20
<i>Condalia hookeri</i> M.C.Johnst.	45	0.50-14.7	5.88-91.4	145.5	22
<i>Casimiroa greggii</i> (S.Watson) F.Chiang	40	0.09-10.6	3.36-92.2	111.4	16
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	43	0.02-7.3	6.42-74.2	98.7	13



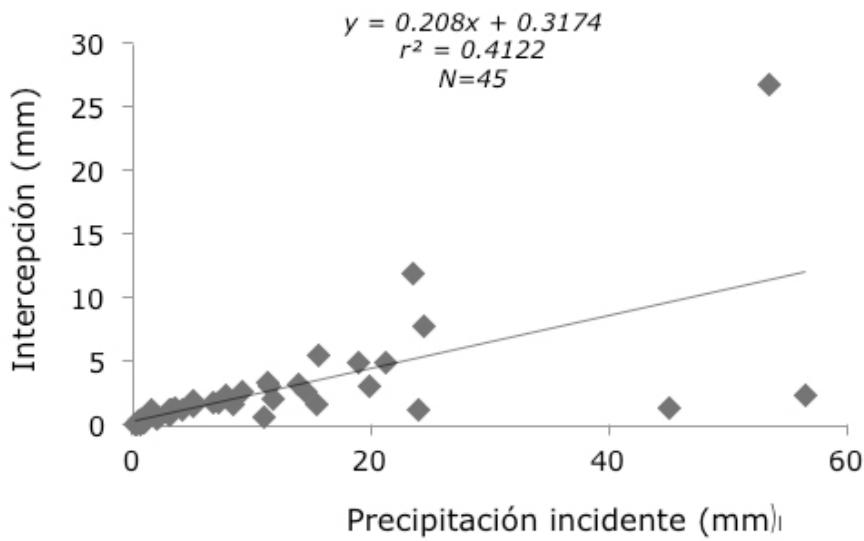


Figura 5. Relación entre la precipitación incidente y las pérdidas por intercepción para *Acacia farnesiana* (L.) Willd.

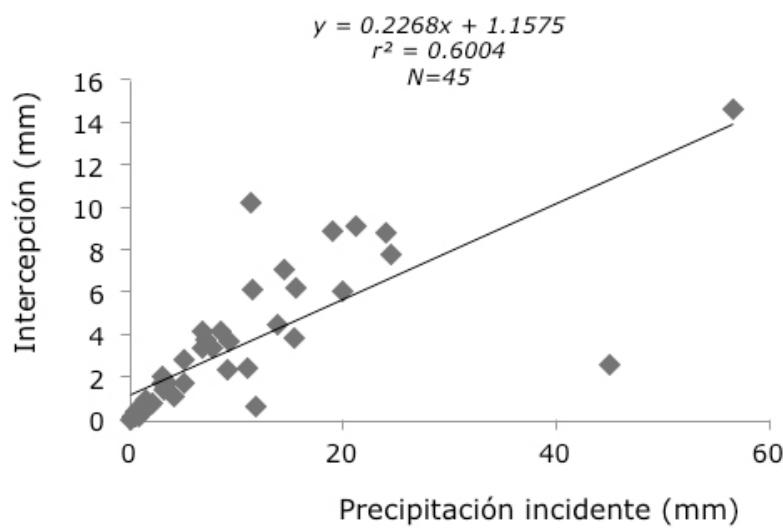


Figura 6. Relación entre la precipitación incidente y las pérdidas por intercepción para *Condalia hookeri* M.C.Johnst.

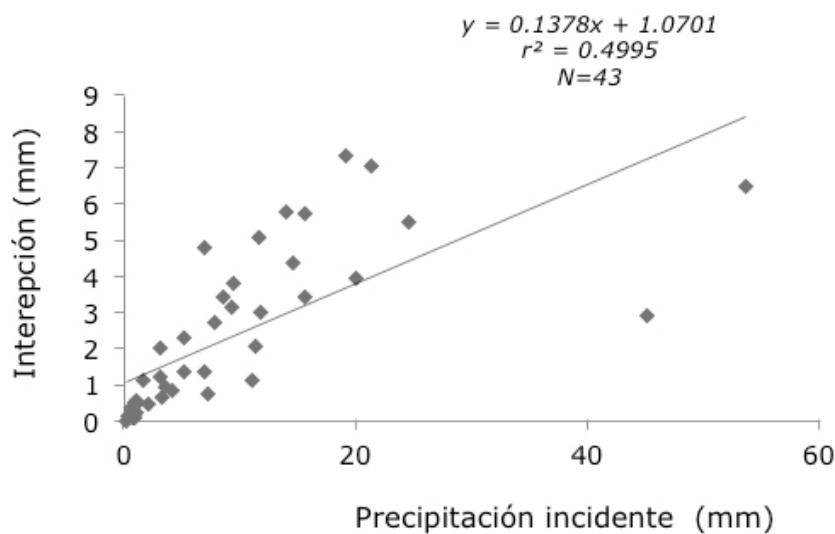


Figura 7. Relación entre la precipitación incidente y las pérdidas por intercepción para *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.

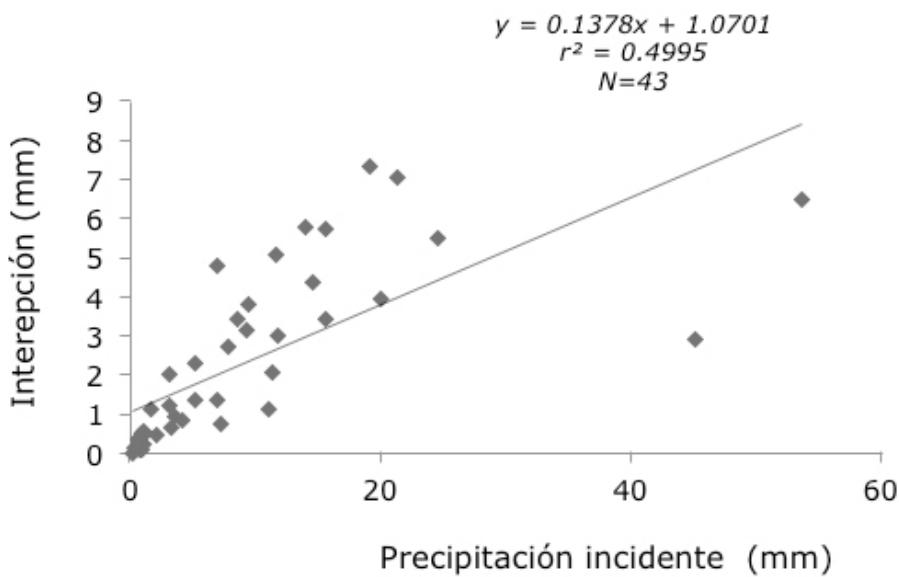


Figura 8. Relación entre la precipitación incidente y las pérdidas por intercepción para *Casimiroa greggii* (S.Watson) F.Chiang.

Así también, Cantú y González (2005) calcularon pérdidas por intercepción de 18, 15 y 22 % para *Acacia berlandieri* Benth., *Acacia rigidula* Benth. y *Diospyros texana* Scheele, respectivamente. Yáñez et al. (2014) registraron valores de intercepción de 33, 34, 15 y 25 %, respectivamente para *Helietta parvifolia* (Gray ex Hemsl.) Benth., *Ebenopsis ebano* (Berland.) Barneby & J. W. Grimes, *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. y *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl.) ex Willd. en la misma región.

Belmonte y Romero (1999) mencionan que en ambientes áridos y semiáridos las pérdidas por intercepción pueden ser en algunos casos superiores a 35 %. Gerrits y Savenije (2011) refieren que en bosques templados varía entre 9 y 48 % de la precipitación bruta.

López (2007) calculó que en vegetación herbácea o matorral se pierde de 3 a 10.9 % del total de la lluvia. Sadeghi et al. (2015) manejaron un amplio intervalo de intercepción en ambientes semiáridos, que comprende valores desde 2.5 hasta 56 % de la lluvia total registrada. En otro estudio realizado en una comunidad de matorral inerme espinoso donde predomina *Acacia farnesiana* (huizache) en Atotonilco el Grande, Hidalgo, Flores et al. (2013) obtuvieron una intercepción promedio de 18.6% y una $r^2 = 0.4076$. Este resultado es muy similar al del presente estudio para la misma especie con una intercepción de 20 % y $r^2 = 0.4122$.

Los resultados de los análisis de regresión entre la precipitación incidente y la intercepción para *A. farnesiana*, *Condalia hookeri*, *Casimiroa greggii* y *L. leucocephala* mostraron que los valores del coeficiente de determinación (r^2) fueron de 0.41, 0.60, 0.51 y 0.49, respectivamente (Cuadro 3); esto indica que influyen otros factores en las pérdidas por intercepción como la duración e intensidad de la lluvia, la velocidad y dirección del viento y la estructura de la vegetación. Los valores de Cantú y González (2005) para *A. berlandieri* fueron de 0.735, para *A. rigidula* de 0.614 y para *D. texana* de 0.718; Yáñez (2014) calculó para *H. parvifolia*, 0.723; para *Ebenopsis ebano*, 0.821; para *Eucalyptus camaldulensis*, 0.395 y para *P. laevigata*, 0.571.

Cuadro 3. Resultados de los análisis de regresión para las pérdidas por intercepción de los doseles de las especies estudiadas.

Tipo de dosel	n	Y- valor del intercepto (β_0)			Pendiente (β_1)			r^2
		(β_0)	(EEE)	(valor-P)	(β_1)	(EEE)	(valor-P)	
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	45	0.3174	1.791	0.003	0.208	0.360	< 0.001	0.41
<i>Condalia hookeri</i> M.C.Johnst.	45	1.1575	1.527	0.699	0.226	0.329	< 0.001	0.60
<i>Casimiroa greggii</i> (S.Watson) F.Chiang	40	1.0821	2.076	0.411	0.161	0.502	< 0.001	0.51
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	43	1.0701	1.784	0.748	0.137	0.566	< 0.001	0.49

Capacidad de almacenamiento del dosel

La capacidad de almacenamiento del dosel para *Condalia hookeri* registró el valor de saturación más alto con 0.09 mm y con un coeficiente de determinación de $r^2=0.83$ y lo contrario ocurrió con *L. leucocephala* con 0.0006 mm y una $r^2= 0.60$ (Cuadro 4). En este contexto, Cantú y González (2005) calcularon 0.24 mm para *A. berlandieri*, 0.14 mm para *A. rigidula* y 0.14 mm para *D. texana*. Yáñez *et al.* (2014) lo hicieron para *H. parvifolia* con 0.0303 mm, para *Ebenopsis ebano* con 0.1201, para *Eucalyptus camaldulensis* con 0.2782 mm y para *P. laevigata* 0.1558 mm. En diversas especies de matorral, Návar y Bryan (1994) obtuvieron una mayor capacidad de almacenamiento con 0.87 mm de un intervalo de 0.39 a 1.59 mm, lo que atribuyeron a tormentas con aportaciones menores a 1 mm de lluvia.



Cuadro 4. Valores del componente de capacidad de almacenamiento del dosel.

Especie	Capacidad de almacenamiento del dosel (mm)	r²
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	0.03	0.71
<i>Condalia hookeri</i> M.C.Johnst.	0.09	0.83
<i>Casimiroa greggii</i> (S.Watson) F.Chiang	0.06	0.64
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	0.0006	0.60

Conclusiones

De los eventos de lluvias registrados, 45 % provino de eventos menores de 5 mm. *Leucaena leucocephala* y *Casimiroa greggii* presentaron la mayor cantidad de precipitación directa, mientras que *Acacia farnesiana* y *Condalia hookeri* interceptaron una mayor cantidad de lluvia con respecto a la precipitación incidente. *L. leucocephala* registró la menor pérdida por intercepción.

El componente del escurrimiento fustal tiene un aporte mínimo sobre la precipitación neta y una diferencia entre la capacidad de almacenamiento del dosel. Con base en los resultados obtenidos, se concluye que las pérdidas por intercepción difieren entre los taxa evaluados, lo que convierte a esta información en una herramienta importante para la toma de decisiones referente a la selección de especies y su impacto en el rendimiento hídrico en una cuenca de las características de la estudiada.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León y al proyecto de CONACyT Fondo Ciencia Básica SEP-CONACYT, 250732 por las facilidades otorgadas para el desarrollo de la presente investigación. Asimismo, se agradece a dos revisores anónimos por enriquecer y hacer observaciones críticas al presente estudio.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución por autor

Cuahutemoc Tamez Ponce: desarrollo de la investigación, estructura, interpretación de resultados y diseño del manuscrito; Israel Cantú Silva: diseño de la investigación e interpretación de los resultados; Humberto González Rodríguez: revisión y estructura del manuscrito; María Inés Yáñez Díaz: revisión, diseño e interpretación de los resultados; José Isidro Uvalle Sauceda: revisión del manuscrito y análisis estadístico.

Referencias

- Ahmadi, M. T., P. Attarod., M. R. Marvi M., R. Rahmani and J. Fathi. 2009. Partitioning rainfall into throughfall, stemflow, and interception loss in an oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forest during the growing season. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 33(6): 557-568.

- Alanís, G. J. y D. González. 2003. Flora nativa ornamental para el área metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México. Descripción y requerimiento de las especies para el paisaje urbano. Monterrey, México: Universidad Autónoma de Nuevo León, R. Ayuntamiento de Monterrey. Monterrey, NL., México. 128 p.
- Belmonte S., F. y A. Romero D. 1999. Interceptación en algunas especies del matorral mediterráneo. Primera edición. Universidad de Murcia. Murcia, España. 202 p.
- Cantú S., I. and T. Okumura. 1996. Throughfall, stemflow and interception loss in a mixed white Oak forest (*Quercus serrata* Thunb.) Journal of Forest Research 1(3): 123-129.
- Cantú S., I. y H. González R. 2005. Pérdidas por intercepción de la lluvia en tres especies de matorral submontano. Revista Ciencia UANL. 3(1):80-84.
- Díaz, A. 2007. Series temporales de vegetación para un modelo hidrológico distribuido. Grupo de hidrología e hidráulica agrícola. Maestría en Hidráulica Ambiental. Departamento de Agronomía, Universidad de Córdoba. Córdoba, España. 121 p.
- Dohnal, M., T. Černý, J. Votrbová and M. Tesař. 2014. Rainfall interception and spatial variability of throughfall in spruce stand. Journal of Hydrology and Hydromechanics 62(4):277-284.
- Foroughbakhch, R., J. L. Hernández-Piñero, M. A. Alvarado-Vázquez, E. Céspedes-Cabriales, A. Rocha-Estrada and M. L. Cárdenas-Ávila. 2009. Leaf biomass determination on woody shrub species in semiarid zones. Agroforestry Systems 77(3): 181-192.
- Flores A., E. Becerra L., E. Buendía R., F. Carrillo A., G. Terrazas H., T. Pineda y M. Acosta M. 2013. Intercepción de lluvia por matorral inerme espinoso en Atotonilco el Grande, Hidalgo. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 4(2): 285-298.
- García A., L. C. 1997. Estudio fenológico y de crecimiento de once especies leñosas del matorral espinoso tamaulipeco en Linares, Nuevo León, México. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias Forestales. Linares, NL., México. 92 p.

- García E., M. 2006. Efecto de la estructura de la copa en la partición de lluvia de tres especies arbustivas en clima semiárido. Tesis Doctoral. Universidad de Almería. Almería, España. 438 p.
- García, J. y E. Jurado. 2008. Caracterización del matorral con condiciones prístinas en Linares, NL. México. Revista Ra Ximhai 4(1): 1-21.
- Gerrits A., M. J. and G. H. Savenije. 2011. Interception. In: Wilderer, P. (ed.). Treatise on Water Science. Elsevier Science. Oxford, England. pp. 89–101.
- González R., H. e I. Cantú S. 2001. Adaptación a la sequía de plantas arbustivas de matorral espinoso tamaulipeco. Ciencia UANL 4(4): 454-459.
- Herwitz, S. R. and R. E. Slye 1995. Three-dimensional modeling of canopy tree interception of wind-driven rainfall. Journal of Hydrology 168(1-4): 205–226.
- Huber, A. 2003. Cambios en el balance hídrico provocado por la forestación con *Pinus radiata* D. Don en el secado interior del centro de Chile. Gestión Ambiental 9: 57-66.
- Iroumé, A. y A. Huber. 2000. Intercepción de las lluvias por la cubierta de bosques y efecto en los caudales de crecida en una cuenca experimental en Malalcahuuello, IX Región, Chile. Bosque (Valdivia) 21(1):45-56.
- Leyton, L. and R. Reynolds E., B. Thompson F. 1967. Rainfall interception in a forest and moorland. In: Sopper, W. E. and H. W. Lull (eds.). International Symposium on Forest Hydrology. Pergamon Press. Toronto, Canada. pp. 163–178.
- López L., A. A. 2007. Intercepción de la vegetación herbácea de ambiente semiárido y su efecto en la relación intensidad-duración-frecuencia de la precipitación. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, Qro., México. 173 p.
- Mastachi L., C. 2007. Intercepción de precipitación en dos especies de ambiente semidesértico: *Acacia farnesiana* y *Prosopis laevigata*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, Qro., México. 150 p.
- Murakami, S. 2009. Abrupt changes in annual stemflow with growth in a young stand of Japanese cypress. Hydrological Research Letters 3:32-35.

- Návar, J. and R. B. Bryan 1994. Fitting the analytical model of rainfall interception of Gash to individual shrubs of semi-arid vegetation in northeastern México. Agricultural and Forest Meteorology 68:133-143.
- Návar C., J. J., J. Méndez G. y H. González R. 2008. Intercepción de la lluvia en especies de leguminosas del noreste de México. Terra Latinoamericana 26(1):61- 68.
- Navarro, J., A. Martínez. A. y J. Mongil. 2009. Hidrología de conservación de aguas: captación de precipitaciones horizontales y escorrentías en zonas secas. Universidad de Valladolid- Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial. Valladolid, España. 446 p.
- Sadeghi, S. M. M., P. Attarod and T. G. Pypker. 2015. Differences in rainfall interception during the growing and non-growing seasons in a *Fraxinus rotundifolia* Mill. plantation located in a semiarid climate. Journal of Agricultural Science and Technology 17(1):145-156.
- Saucedo, Q. E. 2011. Estudio etnobotánico de especies arbustivas y arbóreas en los municipios de Linares y Hualahuises, Nuevo León, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, N.L., México. León. 83p.
- Savenije, H. H. G. 2004. The importance of interception and why we should delete the term evapotranspiration from our vocabulary. Hydrological Processes 8(8): 1507–1511.
- Toba, T. and T. Ohta. 2005. An observational study of the factors that influence interception loss in boreal and temperate forests. Journal of Hydrology 313(3-4): 208–220.
- Torres, B. 2013. Características y funciones hidrológicas de los bosques nublados en la provincia de Zamora Chinchipe. Tesis de Maestría. Universidad de Zamora. Zamora- Chinchipe, Ecuador. 91 p.
- Uvalle J., I. 2008. Características fisiológicas y nutrimentales en especies arbustivas forrajeras nativas de la flora del noreste de México. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de los Garza, NL., México. 171 p.

- Wattenbach, D., M. Hattermann., K. Weng, F. Wechsung, V. Krysanova and F. Badeck. 2005. A simplified approach to implement forest ecohydrological properties in regional hydrological modeling. *Ecological Modeling* 187(1):40-59.
- Webb, T. J., F. I. Woodward, L. Hannah and K. J. Gaston. 2005. Forest cover rainfall relationship in a biodiversity hotspot: The Atlantic Forest of Brasil. *Ecological Applications* 15(6):1968-1983.
- Yáñez D., M. I., I. Cantú S., H. González R. y J. I. Uvalle S. 2014. Redistribución de la precipitación en tres especies arbustivas nativas y una plantación de eucalipto del noreste de México. *Tecnología y Ciencias del Agua* 2: 71-84.
- Zárate P., S. 1987. Taxonomic identity of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, with a new combination. *Phytologia* 63(4):304-306.