

## Máster Universitario en Restauración de Ecosistemas



Universidad  
de Alcalá



Universidad  
Complutense  
Madrid



Universidad  
Rey Juan Carlos

### Procesos hidrológicos superficiales en zonas inundables de Paraguay

Aplicaciones al manejo y restauración de estancias ganaderas

Surface hydrologic processes in flooded areas in Paraguay | Applications for managing and restoring cattle ranches



Presentado por:

VERÓNICA CRUZ ALONSO

Director:

DR. D. KARIM MUSÁLEM CASTILLEJOS



Tutor académico:

DR. D. JOSÉ MARÍA REY BENAYAS

En Alcalá de Henares, a 14 de Septiembre de 2015

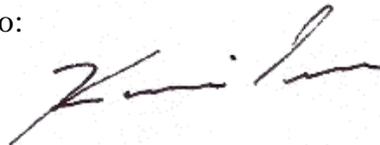
D. Karim Musálem Castillejos, director del Centro de Investigación del Chaco Americano

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado *Procesos hidrológicos superficiales en zonas inundables de Paraguay. Aplicaciones al manejo y restauración de estancias ganaderas*, ha sido realizado bajo mi dirección por la alumna D<sup>a</sup> Verónica Cruz Alonso.

En Asunción, a 30 de Agosto de 2015

Firmado:



D. José María Rey Benayas, catedrático de Ecología de la Universidad de Alcalá

CERTIFICA:

Que el trabajo titulado *Procesos hidrológicos superficiales en zonas inundables de Paraguay. Aplicaciones al manejo y restauración de estancias ganaderas*, ha sido realizado bajo mi autorización académica por la alumna D<sup>a</sup> Verónica Cruz Alonso.

En Madrid, a 11 de Septiembre de 2015

Firmado:



*A mis padres*



















---

Tabla 22: Evaporación (Parte 1) .....	76
Tabla 23: Evaporación (Parte 2) .....	77























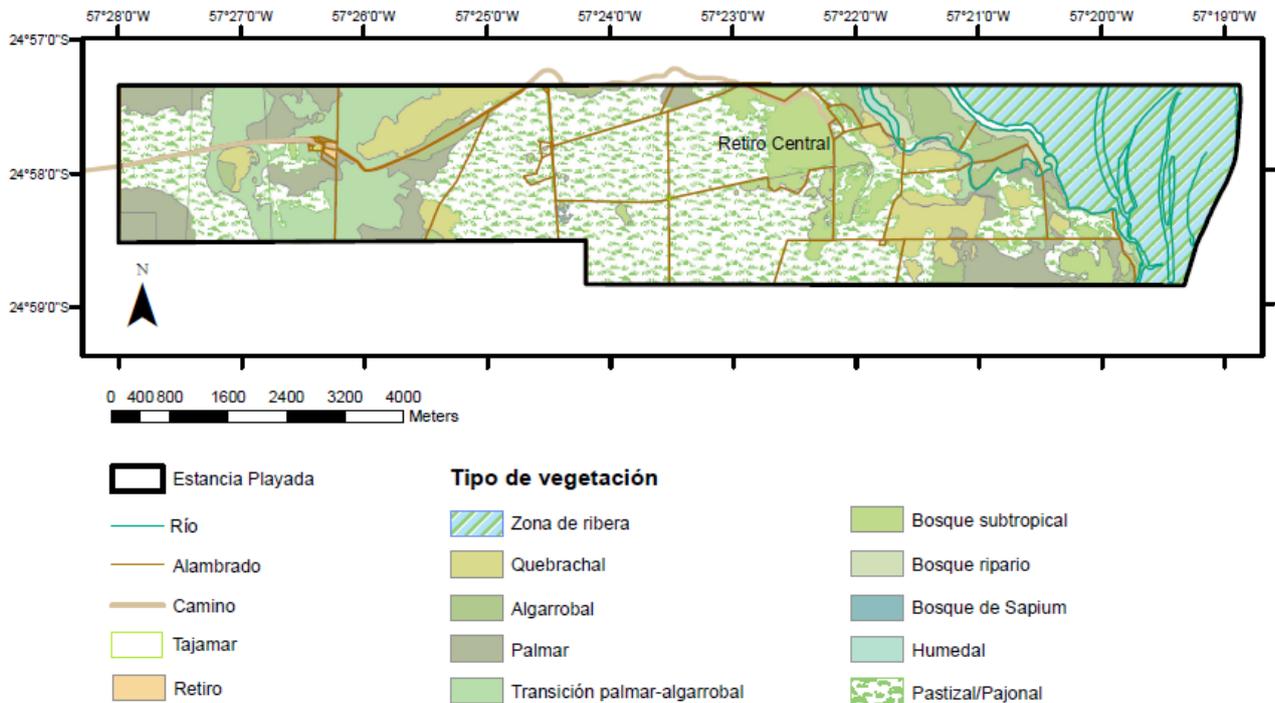






orgánico (Ibañez & Manriquez 2011b). Las propiedades estagnicas son muy comunes en los suelos arcillosos, donde el agua infiltra muy lentamente.

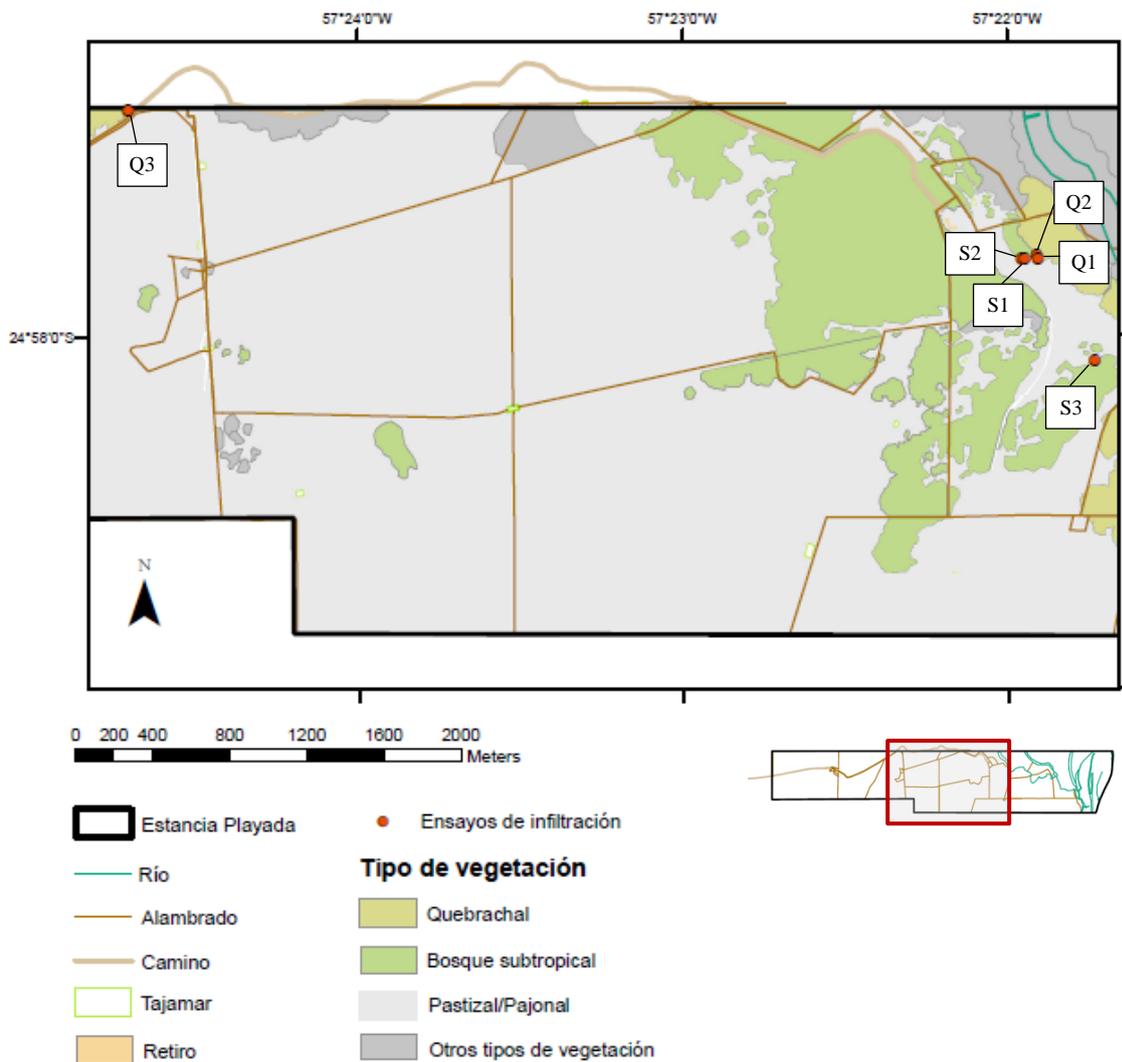
La vegetación del Chaco Húmedo está constituida por un mosaico de formaciones. La distribución de estas unidades depende de la topografía del terreno y de los gradientes de salinidad y humedad del suelo (Peña-Chocarro et al. 2006). Las isletas de bosque de quebracho colorado (*Schinopsis balansae*) se alternan con sabanas de karanda'y (*Copernicia alba*) y con humedales. Los quebrachales se desarrollan en las zonas más altas libres de inundaciones, los palmares en los declives y, las zonas bajas, sujetas a inundaciones gran parte del año, quedan ocupadas por humedales. En una posición intermedia entre quebrachales y palmares aparecen los algarrobales, fundamentalmente de *Prosopis alba* y *P. nigra* (Peña-Chocarro et al. 2006). Además de estas unidades puramente chaqueñas existen otras como los bosques galería, que acompañan a los cursos de agua (Peña-Chocarro et al. 2006), o los bosques subtropicales, de transición entre la flora chaqueña y la oriental (El Raiss et al. 2014). Los pastizales también se zonifican según la altitud del terreno (Peña-Chocarro et al. 2006): los pastizales de campos altos aparecen en la posición topográfica más alta de las zonas anegables; los pajonales o bañados, permanecen anegados varios meses al año; y las sabanas inundables, se dan en zonas susceptibles de inundación durante los meses de lluvias.



**Figura 5: Vegetación de la estancia Playada. Elaboración propia a partir de los datos de Zoraya El Raiss y Karim Musálem**



(*Schinopsis balansae*), en el caso de los quebrachales (Q1, Q2, Q3), y guayabos (*Psidium guajava*), en el caso de los bosques subtropicales (S1, S2, S3) (Figura 6). Los ejemplares escogidos tenían una parte de su copa aún dentro del bosque y, la parte opuesta, sobre el pasto. En cada bosque se seleccionó al menos un ejemplar colindante con cada tipo de pasto (pajonal o pastizal).



**Figura 6: Localización de los puntos de medida de la infiltración. Elaboración propia**

Para evaluar las tasas de infiltración se colocaron cuatro infiltrómetros alineados en un transecto desde el bosque hasta el pastizal (Figura 7, Figura 8). Los aparatos de medición fueron ubicados al pie del tronco del ejemplar elegido (t), en la proyección del límite de la copa del árbol sobre el suelo en dirección al pasto (c) –es decir, a una distancia  $d$  del tronco–, a una distancia  $2 \cdot d$  del tronco a continuación de c (p) y a una distancia  $d$  del tronco en dirección al bosque (b). Se asume que el final de la copa marca







**Figura 9: Materiales empleados en los ensayos de infiltración. 1) Garrafa, 2) Infiltrómetro, 3) Tubo auxiliar, 4) Tapa metálica, 5) Maza de goma, 6) Nivel, 7) Rejilla de fondo, 8) Horquillas, 9) Grasa, 10) Teflón, 11) Mordaza, 12) Palita, 13) Rotulador, 14) Bolsa con cierre hermético, 15) GPS, 16) Cronómetro, 17) Lápiz y goma, 18) Cuaderno de campo, 19) Cinta métrica, 20) Guantes.**

### 3.2.2. EVAPORACIÓN

Para controlar las variables atmosféricas de las que depende la evaporación, esta ha sido medida en días de condiciones homogéneas, a finales del mes de abril y principios del mes de mayo. De este modo, los resultados dependen de la vegetación y de cómo esta influye en las variables atmosféricas, así como de la cantidad de agua disponible sobre el suelo.

En base a estas consideraciones, se planteó un diseño experimental consistente en la medición de la evaporación en cuerpos de agua elegidos de forma aleatoria bajo todos los tipos de vegetación considerados para la infiltración (quebrachales, bosques subtropicales, pajonales y pastizales) y en las mismas zonas y, además, en cuerpos de agua ubicados en los límites de los bosques. En cada formación se realizaron 4 repeticiones. En total se efectuaron 24 ensayos de evaporación.

La velocidad de evaporación se midió utilizando tanques evaporímetros flotantes de 22 cm de diámetro y 8 cm de altura (ver Anexo 1 para más información). En cada ensayo el







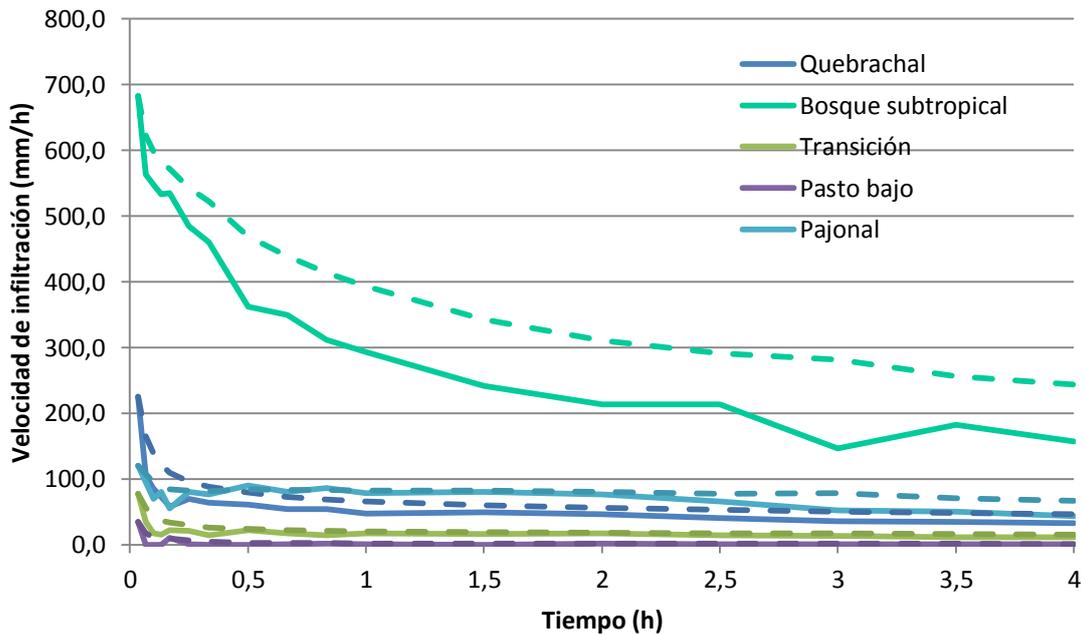


## 4. RESULTADOS

### 4.1. INFILTRACIÓN

En la Tabla 2 se han resumido los resultados de infiltración obtenidos en los distintos tipos de vegetación, además de los resultados de las variables del recubrimiento superficial, la vegetación y el suelo, cuyo efecto sobre la infiltración debe considerarse.

La capacidad de infiltración bajo los bosques subtropicales ( $f_0=682,50 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$ ;  $f_c=156,67 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$ ;  $H=974,00 \text{ mm}$ ) parece ser mayor que en los otros tipos de vegetación (Tabla 2; Figura 11) y la menor capacidad de infiltración se ha observado en los pastos bajos ( $f_0=35,00 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$ ;  $f_c=0,67 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$ ;  $H=4,40 \text{ mm}$ ). Sin embargo, no se han detectado diferencias significativas entre los grupos (para  $f_0$ :  $\chi^2=1,823 \text{ Sig.}=0,166$ ; para  $f_c$ :  $F=6,599 \text{ Sig.}=0,159$ ; para  $H$ :  $F=7,526 \text{ Sig.}=0,111$ ). La dispersión de los resultados es muy elevada y es frecuente que la desviación estándar supere los valores medios (Tabla 2).



**Figura 11:** Curvas de infiltración medias en cada tipo de vegetación. La línea continua representa la tasa de infiltración en cada intervalo del experimento y la línea discontinua la tasa de infiltración media desde el comienzo del mismo.

Las curvas de infiltración medias (Figura 11) muestran que la tasa de infiltración desciende de forma pronunciada en los 5 primeros minutos, para después prácticamente

estabilizarse tras un mínimo, excepto en el caso del bosque subtropical donde el descenso se mantiene hasta el final del ensayo, por lo que no se alcanza una tasa de infiltración final constante. En el pajonal se alcanza la tasa constante tras 3 horas de ensayo, pero en el resto de formaciones, después de la primera hora, los resultados se mantienen prácticamente invariantes.

Respecto a las variables que caracterizan la masa vegetal (número de copas superpuestas *-Ncop-*, densidad de árboles *-Narbo-*, densidad de arbustos *-Narbu-*, densidad de árboles y arbustos *-Naa-*) y el recubrimiento superficial (porcentaje de herbáceas y musgos *-%hm-*, porcentaje de restos vegetales *-%rv-*, porcentaje de suelo desnudo *-%sd-*), las categorías de vegetación suponen diferencias significativas para todas ellas, menos para el porcentaje de suelo desnudo (Tabla 2). Este resultado es lógico ya que cada categoría de vegetación, por su propia definición, tendrá una densidad de la vegetación leñosa y unos componentes dominantes en el recubrimiento superficial.

Las categorías de vegetación no generan diferencias significativas para las variables edáficas (porcentaje de arena *-%ar-*, de limo *-%li-*, de arcilla *-%ac-* y porcentaje de humedad *-%H-*) (Tabla 2). Además, las desviaciones de los valores respecto a la media son bajas. Esto sugiere que los trabajos se han realizado sobre texturas edáficas bastante homogéneas y con humedades similares.

**Tabla 2: Valores medios, dispersión (mostrada como desviación estándar) y resultados de la comparación de las medias o los rangos de cada variable según las categorías de tipo de vegetación. Para conocer más detalles sobre las pruebas estadísticas empleadas en cada caso, se puede consultar el Anexo 2: Selección de los métodos estadísticos. Aquellos casos en que se han detectado diferencias estadísticamente significativas se muestran en rojo ( $\alpha=0,05$ ). *f0*=tasa de infiltración inicial; *fc*=tasa de infiltración final; *H*=altura total infiltrada; *%hm*=recubrimiento de herbáceas y musgos; *%rv*=recubrimiento de restos vegetales; *%sd*=recubrimiento de suelo desnudo; *Ncop*=número de copas superpuestas sobre el infiltrómetro; *Narbo*=densidad de árboles; *Narbu*=densidad de arbustos; *Naa*=densidad de árboles y arbustos; *%ar*=arena; *%li*=limo; *%ac*=arcilla; *%H*=humedad edáfica**

Variables	Categorías					ANOVA/ Kruskal-Wallis	
	Quebrachal	Bosque subtropical	Pasto bajo	Pajonal	Transición	F/ $\chi^2$	Sig.
<b><i>f0</i> (mm·h<sup>-1</sup>)</b>	225,00 (±216,96)	682,50 (±1006,94)	35,00 (±22,91)	120,00 (±130,77)	77,50 (±95,54)	1,823	0,166



límite de la copa hacia el pasto y fuera de la influencia del árbol se alcanza una tasa de infiltración constante tras una hora de ensayo. En el límite de la copa hacia el bosque la velocidad de infiltración es bastante homogénea a partir de la primera hora, pero se produce un descenso a las 3 horas para después volver a aumentar.

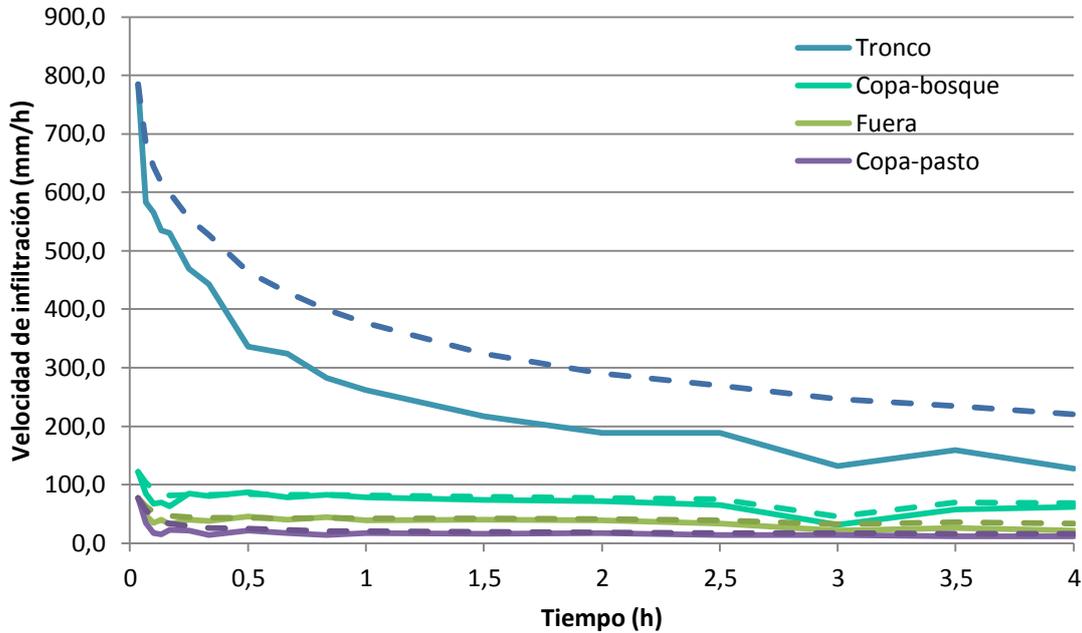


Figura 12: Curvas de infiltración medias en cada posición con respecto al árbol. La línea continua representa la tasa de infiltración obtenida en cada intervalo del experimento y la línea discontinua la tasa de infiltración media desde el comienzo.

Tabla 3: Valores medios, dispersión (mostrada como desviación estándar) y resultados de la comparación de las medias o los rangos de cada variable según las categorías establecidas de posición con respecto al árbol. Para conocer más detalles sobre las pruebas estadísticas empleadas en cada caso, se puede consultar el Anexo 2: Selección de los métodos estadísticos. Aquellos casos en que se han detectado diferencias estadísticamente significativas se muestran en rojo ( $\alpha=0,05$ ).  $f_0$ =tasa de infiltración inicial;  $f_c$ =tasa de infiltración final;  $H$ =altura total infiltrada; % $hm$ =recubrimiento de herbáceas y musgos; % $rv$ =recubrimiento de restos vegetales; % $sd$ =recubrimiento de suelo desnudo;  $N_{cop}$ =número de copas superpuestas sobre el infiltrómetro;  $Narbo$ =densidad de árboles;  $Narbu$ =densidad de arbustos;  $Naa$ =densidad de árboles y arbustos; % $ar$ =arena; % $li$ =limo; % $ac$ =arcilla; % $H$ =humedad edáfica

Variables	Categorías				ANOVA/Kruskal-Wallis	
	Copa-bosque	Tronco	Copa-pasto	Fuera	F/ $\chi^2$	Sig.
$f_0$ (mm·h <sup>-1</sup> )	122,50 (±112,42)	785,00 (±954,25)	77,50 (±95,54)	77,50 (±96,01)	4,717	0,012

Variables	Categorías				ANOVA/Kruskal-Wallis	
	Copa-bosque	Tronco	Copa-pasto	Fuera	F/ $\chi^2$	Sig.
<b>fc (mm·h<sup>-1</sup>)</b>	61,67 (±94,45)	127,33 (±185,87)	11,50 (±16,39)	22,00 (±25,49)	1,021	0,404
<b>H (mm)</b>	275,08 (±382,08)	883,33 (±1449,19)	62,42 (±82,15)	135,87 (±175,45)	1,189	0,339
<b>%hm</b>	13,33 (±17,22)	2,50 (±4,18)	50,83 (±42,00)	75,00 (±24,29)	15,700	0,001
<b>%rv</b>	68,33 (±43,67)	87,50 (±23,61)	27,50 (±31,90)	0	13,324	0,000
<b>%sd</b>	18,33 (±28,58)	10,00 (±24,50)	21,67 (±32,51)	25,00 (±24,29)	1,754	0,625
<b>Ncop (ud.)</b>	3,67 (±1,51)	2,17 (±0,75)	0,83 (±0,75)	0	29,501	0,000
<b>Narbo (ud·m<sup>-2</sup>)</b>	0,31 (±0,20)	0,26 (±0,19)	0,10 (±0,07)	0,03 (±0,04)	13,305	0,004
<b>Narbu (ud·m<sup>-2</sup>)</b>	0,67 (±0,70)	0,60 (±0,48)	0,37 (±0,19)	0,38 (±0,26)	0,596	0,625
<b>Naa (ud·m<sup>-2</sup>)</b>	0,98 (±0,81)	0,87 (±0,62)	0,47 (±0,20)	0,41 (±0,26)	1,718	0,196
<b>%ar</b>	57,00 (±5,83)	57,50 (±3,51)	57,33 (±3,20)	57,00 (±4,90)	0,017	0,997
<b>%li</b>	15,33 (±3,27)	13,17 (±1,84)	13,84 (±8,35)	13,33 (±5,47)	0,249	0,861
<b>%ac</b>	27,67 (±6,06)	29,17 (±4,12)	28,83 (±6,08)	29,67 (±4,68)	0,542	0,910
<b>%H</b>	20,83 (±6,43)	21,67 (±9,50)	20,83 (±3,82)	20,00 (±5,83)	0,062	0,979

En el posterior análisis por pares para la velocidad de infiltración inicial o  $f_0$  (Tabla 4) se observa que en la base del tronco es significativamente más elevada que en las posiciones del tronco hacia las zonas de pasto. Esto indica una mejora del proceso de infiltración cerca del árbol en los momentos iniciales con respecto a las zonas donde no hay árboles próximos.

**Tabla 4: Resultados de la prueba HSD de Tukey para la tasa de infiltración inicial  $f_0$  (en este caso en su versión transformada  $f_{0bis}$ ). Aquellos casos en que se han detectado diferencias estadísticamente significativas se muestran en rojo ( $\alpha=0,05$ ).**

Posición respecto al árbol	HSD de Tukey (significación)			
	cb	tr	cp	fu
<b>Copa-bosque (cb)</b>	-	0,106	0,768	0,907
<b>Base del tronco (tr)</b>	0,106	-	0,014	0,027
<b>Copa-pasto (cp)</b>	0,768	0,014	-	0,990
<b>Fuera de influencia (fu)</b>	0,907	0,027	0,990	-

El análisis de correlación lineal (Tabla 5) muestra que las variables de la infiltración ( $f_0$ ,  $f_c$  y  $H$ ) guardan una relación lineal significativa con 6 de las 11 posibles variables explicativas consideradas en el estudio. A pesar de que la infiltración no ha presentado diferencias significativas entre los distintos tipos de vegetación, se han encontrado relaciones lineales fuertes con casi todas las variables que caracterizan las formaciones vegetales (densidad de árboles –*Narbo*-, densidad de arbustos –*Narbu*- y densidad de árboles y arbustos –*Naa*-) (Tabla 5; Figura 13). Estas, a su vez, sí que presentan diferencias significativas según las categorías de vegetación (*Narbo*:  $F=13,260$ ,  $Sig.=0,010$ ; *Narbu*:  $F=12,072$ ,  $Sig.=0,017$ ; *Naa*:  $F=12,163$ ,  $Sig.=0,016$ ).

**Tabla 5: Correlación lineal entre las variables de infiltración y el resto de variables expresada como  $\rho$  de Spearman (arriba) y significación del coeficiente (abajo). En rojo se destacan los casos en que hay una relación lineal significativa ( $\alpha=0,05$ ).  $f_0$ =tasa de infiltración inicial;  $f_c$ =tasa de infiltración final;  $H$ =altura total infiltrada; %*hm*=recubrimiento de herbáceas y musgos; %*rv*=recubrimiento de restos vegetales; %*sd*=recubrimiento de suelo desnudo; *Ncop*=número de copas superpuestas sobre el infiltrómetro; *Narbo*=densidad de árboles; *Narbu*=densidad de arbustos; *Naa*=densidad de árboles y arbustos; %*ar*=arena; %*li*=limo; %*ac*=arcilla; %*H*=humedad edáfica**

Var.	$f_0$	$f_c$	$H$	Var.	$f_0$	$f_c$	$H$	Var.	$f_0$	$f_c$	$H$
% <i>hm</i>	-0,527 0,003	-0,282 0,182	-0,362 0,082	<b>Ncop</b>	0,376 0,070	0,164 0,443	0,205 0,337	% <i>ar</i>	-0,148 0,490	0,386 0,062	0,279 0,186
% <i>rv</i>	0,337 0,108	0,067 0,757	0,119 0,581	<b>Narbo</b>	0,562 0,004	0,421 0,040	0,446 0,029	% <i>li</i>	0,018 0,934	0,318 0,130	-0,266 0,208
% <i>sd</i>	0,342 0,102	0,402 0,051	0,469 0,021	<b>Narbu</b>	0,251 0,263	0,661 0,000	0,613 0,001	% <i>ac</i>	0,007 0,975	-0,031 0,885	0,005 0,982
				<b>Naa</b>	0,392 0,058	0,707 0,000	0,674 0,000	% <i>H</i>	0,171 0,424	0,540 0,006	0,570 0,004

Los componentes texturales (%*ar*, %*li*, %*ac*) no presentan relaciones lineales significativas con las variables de la infiltración (Tabla 5). En cambio, la humedad del suelo (%*H*) guarda una relación lineal importante con  $f_c$  y  $H$  (Tabla 5; Figura 13). Estos resultados no son consistentes con los encontrados en la literatura (ver Discusión).

Los análisis de covarianza (Tabla 6 y Tabla 7) muestran que el porcentaje de humedad en el suelo (%*H*) tiene influencia negativa sobre el efecto del tipo de vegetación en la tasa de infiltración final ( $f_c$ ), debido a que la humedad y la tasa de infiltración están relacionadas de forma lineal. Sin embargo, la humedad del suelo no cambia el hecho de que el contraste de hipótesis para  $f_c$  no sea significativo ( $F=1,047$ ;  $Sig.=0,411$ ). La tasa de infiltración final no depende del tipo de vegetación (bosques, pastizales o zonas de transición) incluso tras considerar el efecto de las covariables.



**Tabla 6: Resultados del ANCOVA por rangos de las variables relacionadas con la infiltración ( $f_0$ ran,  $f_c$ ran y  $H$ ran) clasificadas según los tipos de vegetación. En verde se representan los casos en los que se cumplen los requisitos para realizar la prueba y en rojo los casos en los que no se cumplen. Para todos los casos  $\alpha=0,05$ .  $f_0$ =tasa de infiltración inicial;  $f_c$ =tasa de infiltración final;  $H$ =altura total infiltrada;  $Narbo$ =densidad de árboles;  $Narbu$ =densidad de arbustos;  $\%H$ =humedad edáfica. El sufijo *ran* indica que la variable ha sido transformada en rangos.**

Hipótesis	Variable	ANOVA		ANCOVA								
		F	Sig.	Covariable	Supuesto de paralelismo		Supuesto de linealidad		Supuesto de independencia		ANOVA2	
					F	Sig.	Spearman	Sig.	Chi-cuadrado	Sig.	F	Sig.
<b>Tipo de vegetación</b>	f0 (f0ran)	5,992	0,200	Narburan	2,064	0,140	0,251	0,236	12,072	0,017	-	-
				Narboran	0,534	0,713	0,562	0,004	13,260	0,010	-	-
				%Hran	2,309	0,109	0,171	0,424	6,182	0,186	-	-
	fc (fcran)	6,599	0,159	Narburan	0,940	0,469	0,661	0,000	12,072	0,017	-	-
				Narboran	0,421	0,791	0,421	0,040	13,260	0,010	-	-
				%Hran	2,321	0,108	0,540	0,006	6,182	0,186	1,047	0,411
	H (Hran)	7,526	0,111	Narburan	1,172	0,365	0,613	0,001	12,072	0,017	-	-
				Narboran	0,647	0,638	0,446	0,029	13,260	0,010	-	-
				%Hran	1,501	0,255	0,570	0,004	6,182	0,186	1,234	0,332

**Tabla 7: Resultados del ANCOVA por rangos de las variables relacionadas con la infiltración (en este caso su transformación logarítmica  $-f_{0bis}$ ,  $f_{cbis}$ ,  $H_{bis}$ ) clasificadas según la posición relativa con respecto al árbol. En verde claro se representan los casos en los que se cumplen los requisitos para realizar la prueba; en azul, los casos en los que no se cumplen completamente pero aún así se ha procedido con el análisis; en rojo se representan los casos en los que no se cumplen los supuestos y, por tanto, no se puede realizar la prueba. Para todos los casos  $\alpha=0,05$ .  $f_0$ =tasa de infiltración inicial;  $f_c$ =tasa de infiltración final;  $H$ =altura total infiltrada;  $Narbo$ =densidad de árboles;  $Narbu$ =densidad de arbustos;  $\%H$ =humedad edáfica. El sufijo *bis* indica que la variable ha sido transformada.**

Hipótesis Factor	Variable	ANOVA		ANCOVA								
		F	Sig.	Covariable	Supuesto de paralelismo		Supuesto de linealidad		Supuesto de independencia		ANOVA2	
					F	Sig.	Pearson	Sig.	F	Sig.	F	Sig.
Posición con respecto al árbol	f0bis	4,717	0,012	Narubis	0,657	0,590	0,378	0,069	0,596	0,625	4,134	0,021
				Narbo	0,559	0,650	0,604	0,002	4,930	0,010	-	-
				%H	1,765	0,195	0,345	0,099	0,062	0,979	4,867	0,011
	fcbis	1,021	0,404	Narubis	0,422	0,740	0,692	0,000	0,596	0,625	1,106	0,371
				Narbo	0,038	0,990	0,578	0,003	4,930	0,010	-	-
				%H	0,364	0,780	0,613	0,001	0,062	0,979	1,302	0,303
	Hbis	1,189	0,339	Narubis	0,571	0,642	0,638	0,001	0,596	0,625	1,091	0,377
				Narbo	0,018	0,997	0,580	0,003	4,930	0,010	-	-
				%H	0,248	0,861	0,637	0,001	0,062	0,979	1,563	0,231











































**Tabla 9: Pruebas de Shapiro-Wilks y Levene para la determinación de los supuestos de normalidad y homocedasticidad de las variables según los distintos tratamientos. En verde se representan las variables que cumplen los requisitos, en azul los casos en los que no se cumplen todos los requisitos pero podrían usarse en pruebas estadísticas paramétricas y, en rojo, los casos en los que deben usarse pruebas no paramétricas.  $f\theta$ =tasa de infiltración inicial;  $fc$ =tasa de infiltración final;  $H$ =altura total infiltrada;  $\%hm$ =recubrimiento de herbáceas y musgos;  $\%rv$ =recubrimiento de restos vegetales;  $\%sd$ =recubrimiento de suelo desnudo;  $Ncop$ =número de copas superpuestas sobre el infiltrómetro;  $Narbo$ =densidad de árboles;  $Narbu$ =densidad de arbustos;  $Naa$ =densidad de árboles y arbustos;  $\%ar$ =arena;  $\%li$ =limo;  $\%ac$ =arcilla;  $\%H$ =humedad edáfica;  $te$ =tasa de evaporación**

Tratamiento	Variable	¿Normalidad?	¿Homoce- dasticidad?	Transformación ("Varbis")	¿Normalidad?	¿Homoce- dasticidad?	Comparación de medias	Otros
<b>Tipo de vegetación:</b> - Quebrachal (qu) - Bosque subtropical (bs) - Pasto bajo (pb) - Pajonal (pj) - Transición (tr)	$f\theta$	No (bs y tr)	-	Log ( $f\theta + 1$ )	No (tr)	Si	ANOVA	ANCOVA por rangos
	$fc$	No (qu, bs y pb)	-	Log ( $fc + 1$ )	No (pb)	No	Kruskal-Wallis	
	$H$	No (qu, bs y tr)	-	Log ( $H + 1$ )	Si	No	Kruskal-Wallis	
	$\%hm$	No (qu, pb y pj)	-	Arcsen (SQRT( $\%hm/100$ ))	No (pb y pj)	No	Kruskal-Wallis	
	$\%rv$	No (qu y bs)	Si	Arcsen (SQRT( $\%rv/100$ ))	No (qu)	Si	ANOVA	
	$\%sd$	No (qu, bs, pb, pj y tr)	-	Arcsen (SQRT( $\%sd/100$ ))	No (qu, bs, pb y pj)	Si	Kruskal-Wallis	
	$Ncop$	No (bs)	Si	Log ( $Ncop + 1$ )	No (bs)	Si	ANOVA	
	$Narbo$	No (qu y pj)	-	Log ( $Narbo + 1$ )	No (pj)	-	Kruskal-Wallis	
	$Narbu$	No (qu)	-	Log ( $Narbu + 1$ )	No (qu)	-	Kruskal-Wallis	
	$Naa$	Si	-	-	-	-	Kruskal-Wallis	
	$\%ar$	No (bs, pb y tr)	-	Arcsen (SQRT( $\%ar/100$ ))	No (bs y pb)	-	Kruskal-Wallis	
	$\%li$	No (bs)	-	Arcsen (SQRT( $\%li/100$ ))	No (bs)	-	Kruskal-Wallis	
	$\%ac$	No (pj y tr)	-	Arcsen (SQRT( $\%ac/100$ ))	No (pj y tr)	-	Kruskal-Wallis	
	$\%H$	Si	-	-	-	-	Kruskal-Wallis	

Tratamiento	Variable	¿Normalidad?	¿Homoce- dasticidad?	Transformación ("Varbis")	¿Normalidad?	¿Homoce- dasticidad?	Comparación de medias	Otros
<b>Tipo de vegetación:</b> - Quebrachal (qu) - Bosque subtropical (bs) - Pasto bajo (pb) - Pajonal (pj) - Transición quebrachal-pasto (trq) - Transición bosque sub.- pasto (trb)	te	No (qu y bs)	No	Log (te + 1)	No (qu y bs)	No	Kruskal-Wallis	
<b>Posición con respecto al árbol:</b> - Copa-bosque (cb) - Tronco (tr) - Copa-pasto (cp) - Fuera (fu)	f0	No (tr, cp y fu)	Si	Log (f0 + 1)	No (cp)	Si	ANOVA	ANCOVA
	fc	No (cb, tr, cp)	No	Log (fc + 1)	Si	Si	ANOVA	
	H	No (cb, tr, cp)	Si	Log (H + 1)	Si	Si	ANOVA	
	%hm	No (tr)	No	Arcsen (SQRT(%hm/100))	No (tr)	No	Kruskal-Wallis	
	%rv	No (cb y tr)	Si	Arcsen (SQRT(%rv/100))	No (tr)	Si	ANOVA	
	%sd	No (cb, tr y cp)	Si	Arcsen (SQRT(%sd/100))	No (cb y tr)	Si	Kruskal-Wallis	
	Ncop	Si	Si	-	-	-	ANOVA	
	Narbo	Si	No	Log (Narbo + 1)	Si	No	Kruskal-Wallis	
	Narbu	No (cb)	Si	Log (Narbu + 1)	Si	Si	ANOVA	
	Naa	Si	Si	-	-	-	ANOVA	
	%ar	No (cp)	Si	Arcsen (SQRT(%ar/100))	Si	Si	ANOVA	
	%li	No (tr)	Si	Arcsen (SQRT(%li/100))	No (tr)	Si	ANOVA	
	%ac	No (cp y fu)	Si	Arcsen (SQRT(%ac/100))	No (cp y fu)	Si	Kruskal-Wallis	
%H	Si	Si	-	-	-	ANOVA		



Tratamiento	Variable	¿Normalidad?	¿Homoce- dasticidad?	Transformación ("Varbis")	¿Normalidad?	¿Homoce- dasticidad?	Comparación de medias	Otros
Sin tratamiento	f0	No	-	-	-	-	-	Correlación por rangos de Spearman
	fc	No	-	-	-	-		
	H	No	-	-	-	-		
	%hm	No	-	-	-	-		
	%rv	No	-	-	-	-		
	%sd	No	-	-	-	-		
	Ncop	No	-	-	-	-		
	Narbo	No	-	-	-	-		
	Narbu	No	-	-	-	-		
	Naa	No	-	-	-	-		
	%ar	Si	-	-	-	-		
	%li	No	-	-	-	-		
	%ac	No	-	-	-	-		
	%H	No	-	-	-	-		



## ANEXO 3: TABLAS DE RESULTADOS

**Tabla 10: Características generales de los puntos donde se analizó la infiltración (Parte 1)**

Punto	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q1.4	Q2.1	Q2.2	Q2.3	Q2.4	Q3.1	Q3.2	Q3.3	Q3.4
<b>Vegetación</b>	Quebrachal	Quebrachal	Transición	Pasto bajo	Quebrachal	Quebrachal	Transición	Pajonal	Quebrachal	Quebrachal	Transición	Pasto bajo
<b>Posición respecto al árbol</b>	Copa-bosque	Tronco	Copa-pasto	Fuera	Copa-bosque	Tronco	Copa-pasto	Fuera	Copa-bosque	Tronco	Copa-pasto	Fuera
<b>Fecha de análisis</b>	27.04.15	27.04.15	27.04.15	27.04.15	28.04.15	28.04.15	28.04.15	28.04.15	30.04.15	30.04.15	30.04.15	30.04.15
<b>Coord. X</b>	463165	463158	463149	463154	463136	463143	463138	463136	458869	458872	458874	458865
<b>Coord. Y</b>	7239115	7239104	7239096	7239089	7239117	7239111	7239114	7239110	7240035	7240035	7240034	7240032
<b>Error (m)</b>	22	10	10	10	18	10	8	9	7	8	8	17
<b>Orient. pasto-bosque</b>	Sur	Sur	Sur	Sur	Sur	Sur	Sur	Sur	Noreste	Noreste	Noreste	Noreste

**Tabla 11: Características generales de los puntos donde se analizó la infiltración (Parte 2)**

Punto	S1.1	S1.2	S1.3	S1.4	S2.1	S2.2	S2.3	S2.4	S3.1	S3.2	S3.3	S3.4
<b>Vegetación</b>	Bosque subtropical	Bosque subtropical	Transición	Pajonal	Bosque subtropical	Bosque subtropical	Transición	Pasto bajo	Bosque subtropical	Bosque subtropical	Transición	Pajonal
<b>Posición respecto al árbol</b>	Copa-bosque	Tronco	Copa-pasto	Fuera	Copa-bosque	Tronco	Copa-pasto	Fuera	Copa-bosque	Tronco	Copa-pasto	Fuera
<b>Fecha de análisis</b>	01.05.15	01.05.15	01.05.15	01.05.15	02.05.15	02.05.15	02.05.15	02.05.15	06.05.15	06.05.15	06.05.15	06.05.15
<b>Coord. X</b>	463082	463081	463082	463083	463074	463073	463072	463071	463441	463441	463443	463440
<b>Coord. Y</b>	7239107	7239104	7239100	7239097	7239111	7239106	7239106	7239104	7238560	7238561	7238562	7238563
<b>Error (m)</b>	13	14	9	9	12	10	11	11	9	9	9	9
<b>Orient. pasto-bosque</b>	Sur	Sur	Sur	Sur	Sur	Sur	Sur	Sur	Noroeste	Noroeste	Noroeste	Noroeste



**Tabla 12: Altura de agua infiltrada en cada intervalo del ensayo (Parte 1). Todos los datos están en mm**

Punto	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q1.4	Q2.1	Q2.2	Q2.3	Q2.4	Q3.1	Q3.2	Q3.3	Q3.4
2 min	4	5	1	1	10	4	5	9	1	21	8	2
4 min	2	2	1	0	8	0,5	3	7	0,5	8	3	0
6 min	2	1	0	0	7	1	2	5	0	6	0	0
8 min	2	1	0	0	7	0,5	1	5	0	4	1	0
10 min	1	1	1	0	6	0	3	4	0,5	3	0	0,5
15 min	5	4	1	0,1	19	1	7	14	0	6	0,5	0
20 min	5	4	0	0	19	1	5	12	0	3	0	0
30 min	8	6	1	0	39	1	13	24	0,5	6	1	0
40 min	6	5	2	0,1	39	1	12	24	0	3	0	0
50 min	5	4	0	0	42	1	8	24	0,5	2	1	0,5
1 h	4	3	2	0	39	0,5	10	23	0	1	0	0,5
1 h 30 min	13	16	3	0,2	102	4	32	67	1	11	0,5	0
2 h	13	21	4	0	97	2	33	66	0	5	1	1
2 h 30 min	12	24	3	0,1	78	3	25	52	1	3	0	1
3 h	10	22	2	0	67	2	20	39	0,5	6	0,5	1
3 h 30 min	9	19	3	0,2	69	2	14	33	0,5	4	0	0,5
4 h	7	18	2	0	67	3	13	30	0	2	0	1

**Tabla 13: Altura de agua infiltrada en cada intervalo del ensayo (Parte 2). Todos los datos están en mm**

Punto	S1.1	S1.2	S1.3	S1.4	S2.1	S2.2	S2.3	S2.4	S3.1	S3.2	S3.3	S3.4
2 min	2	38	0,5	2	0,5	4	0,5	0,5	7	85	0,5	1
4 min	0	24	0	0,5	0,5	0	0	0	6	82	0	2
6 min	0,5	21	0,5	0	0	0	0	0	4	84	1	2
8 min	0	18	0	1	0	0,5	0,5	0	5	83	0,5	2
10 min	0	18	0,5	0,5	0	0	0	0,5	5	84	0	1
15 min	0	44	0	2	0,5	0,5	0	0	18	179	2	4
20 min	0,5	43	0	2	0	0,5	0	0	16	170	2	5
30 min	0	73	0,5	7	0	2	0,5	0	39	248	6	14
40 min	0,5	67	0	6	0	0,5	0	0	33	248	3	10
50 min	0	62	1	5	0	1	0	0,5	35	213	4	14
1 h	0	62	0	6	0,5	0,5	0,5	0	35	195	5	10



Punto	S1.1	S1.2	S1.3	S1.4	S2.1	S2.2	S2.3	S2.4	S3.1	S3.2	S3.3	S3.4
1 h 30 min	1	155	1	18	0	5	0	0	104	460	12	36
2 h	0,5	145	0,5	16	0,5	4	0,5	1	103	388	12	33
2 h 30 min	0,5	140	0	16	0	4	0	0	103	393	15	31
3 h	0	143	0,5	13	0	4	0	0,5	-	219	17	-
3 h 17 min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	171	11	-
3 h 30 min	0,5	144	0,5	16	0	5	0,5	0,5	189	133	7	53
4 h	0	132	0,5	14	0	4	0	0	111	223	19	21

Tabla 14: Altura de agua infiltrada acumulada (Parte 1). Todos los datos están en mm

Punto	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q1.4	Q2.1	Q2.2	Q2.3	Q2.4	Q3.1	Q3.2	Q3.3	Q3.4
2 min	4,0	5,0	1,0	1,0	10,0	4,0	5,0	9,0	1,0	21,0	8,0	2,0
4 min	6,0	7,0	2,0	1,0	18,0	4,5	8,0	16,0	1,5	29,0	11,0	2,0
6 min	8,0	8,0	2,0	1,0	25,0	5,5	10,0	21,0	1,5	35,0	11,0	2,0
8 min	10,0	9,0	2,0	1,0	32,0	6,0	11,0	26,0	1,5	39,0	12,0	2,0
10 min	11,0	10,0	3,0	1,0	38,0	6,0	14,0	30,0	2,0	42,0	12,0	2,5
15 min	16,0	14,0	4,0	1,1	57,0	7,0	21,0	44,0	2,0	48,0	12,5	2,5
20 min	21,0	18,0	4,0	1,1	76,0	8,0	26,0	56,0	2,0	51,0	12,5	2,5
30 min	29,0	24,0	5,0	1,1	115,0	9,0	39,0	80,0	2,5	57,0	13,5	2,5
40 min	35,0	29,0	7,0	1,2	154,0	10,0	51,0	104,0	2,5	60,0	13,5	2,5
50 min	40,0	33,0	7,0	1,2	196,0	11,0	59,0	128,0	3,0	62,0	14,5	3,0
1 h	44,0	36,0	9,0	1,2	235,0	11,5	69,0	151,0	3,0	63,0	14,5	3,5
1 h 30 min	57,0	52,0	12,0	1,4	337,0	15,5	101,0	218,0	4,0	74,0	15,0	3,5
2 h	70,0	73,0	16,0	1,4	434,0	17,5	134,0	284,0	4,0	79,0	16,0	4,5
2 h 30 min	82,0	97,0	19,0	1,5	512,0	20,5	159,0	336,0	5,0	82,0	16,0	5,5
3 h	92,0	119,0	21,0	1,5	579,0	22,5	179,0	375,0	5,5	88,0	16,5	6,5
3 h 30 min	101,0	138,0	24,0	1,7	648,0	24,5	193,0	408,0	6,0	92,0	16,5	7,0
4 h	108,0	156,0	26,0	1,7	715,0	27,5	206,0	438,0	6,0	94,0	16,5	8,0



**Tabla 15: Altura de agua infiltrada acumulada (Parte 2). Todos los datos están en mm**

Punto	S1.1	S1.2	S1.3	S1.4	S2.1	S2.2	S2.3	S2.4	S3.1	S3.2	S3.3	S3.4
2 min	2,0	38,0	0,5	2,0	0,5	4,0	0,5	0,5	7,0	85,0	0,5	1,0
4 min	2,0	62,0	0,5	2,5	1,0	4,0	0,5	0,5	13,0	167,0	0,5	3,0
6 min	2,5	83,0	1,0	2,5	1,0	4,0	0,5	0,5	17,0	251,0	1,5	5,0
8 min	2,5	101,0	1,0	3,5	1,0	4,5	1,0	0,5	22,0	334,0	2,0	7,0
10 min	2,5	119,0	1,5	4,0	1,0	4,5	1,0	1,0	27,0	418,0	2,0	8,0
15 min	2,5	163,0	1,5	6,0	1,5	5,0	1,0	1,0	45,0	597,0	4,0	12,0
20 min	3,0	206,0	1,5	8,0	1,5	5,5	1,0	1,0	61,0	767,0	6,0	17,0
30 min	3,0	279,0	2,0	15,0	1,5	7,5	1,5	1,0	100,0	1015,0	12,0	31,0
40 min	3,5	346,0	2,0	21,0	1,5	8,0	1,5	1,0	133,0	1263,0	15,0	41,0
50 min	3,5	408,0	3,0	26,0	1,5	9,0	1,5	1,5	168,0	1476,0	19,0	55,0
1 h	3,5	470,0	3,0	32,0	2,0	9,5	2,0	1,5	203,0	1671,0	24,0	65,0
1 h 30 min	4,5	625,0	4,0	50,0	2,0	14,5	2,0	1,5	307,0	2131,0	36,0	101,0
2 h	5,0	770,0	4,5	66,0	2,5	18,5	2,5	2,5	410,0	2519,0	48,0	134,0
2 h 30 min	5,5	910,0	4,5	82,0	2,5	22,5	2,5	2,5	513,0	2912,0	63,0	165,0
3 h	5,5	1053,0	5,0	95,0	2,5	26,5	2,5	3,0	-	3131,0	80,0	-
3 h 17 min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3302,0	91,0	-
3 h 30 min	6,0	1197,0	5,5	111,0	2,5	31,5	3,0	3,5	702,0	3435,0	98,0	218,0
4 h	6,0	1329,0	6,0	125,0	2,5	35,5	3,0	3,5	813,0	3658,0	117,0	239,0

**Tabla 16: Velocidad de infiltración en cada intervalo (Parte 1). Todos los datos están en mm·h<sup>-1</sup>**

Punto	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q1.4	Q2.1	Q2.2	Q2.3	Q2.4	Q3.1	Q3.2	Q3.3	Q3.4
2 min	120,0	150,0	30,0	30,0	300,0	120,0	150,0	270,0	30,0	630,0	240,0	60,0
4 min	60,0	60,0	30,0	0,0	240,0	15,0	90,0	210,0	15,0	240,0	90,0	0,0
6 min	60,0	30,0	0,0	0,0	210,0	30,0	60,0	150,0	0,0	180,0	0,0	0,0
8 min	60,0	30,0	0,0	0,0	210,0	15,0	30,0	150,0	0,0	120,0	30,0	0,0
10 min	30,0	30,0	30,0	0,0	180,0	0,0	90,0	120,0	15,0	90,0	0,0	15,0
15 min	60,0	48,0	12,0	1,2	228,0	12,0	84,0	168,0	0,0	72,0	6,0	0,0
20 min	60,0	48,0	0,0	0,0	228,0	12,0	60,0	144,0	0,0	36,0	0,0	0,0
30 min	48,0	36,0	6,0	0,0	234,0	6,0	78,0	144,0	3,0	36,0	6,0	0,0
40 min	36,0	30,0	12,0	0,6	234,0	6,0	72,0	144,0	0,0	18,0	0,0	0,0
50 min	30,0	24,0	0,0	0,0	252,0	6,0	48,0	144,0	3,0	12,0	6,0	3,0

Punto	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q1.4	Q2.1	Q2.2	Q2.3	Q2.4	Q3.1	Q3.2	Q3.3	Q3.4
<b>1 h</b>	24,0	18,0	12,0	0,0	234,0	3,0	60,0	138,0	0,0	6,0	0,0	3,0
<b>1 h 30 min</b>	26,0	32,0	6,0	0,4	204,0	8,0	64,0	134,0	2,0	22,0	1,0	0,0
<b>2 h</b>	26,0	42,0	8,0	0,0	194,0	4,0	66,0	132,0	0,0	10,0	2,0	2,0
<b>2 h 30 min</b>	24,0	48,0	6,0	0,2	156,0	6,0	50,0	104,0	2,0	6,0	0,0	2,0
<b>3 h</b>	20,0	44,0	4,0	0,0	134,0	4,0	40,0	78,0	1,0	12,0	1,0	2,0
<b>3 h 30 min</b>	18,0	38,0	6,0	0,4	138,0	4,0	28,0	66,0	1,0	8,0	0,0	1,0
<b>4 h</b>	14,0	36,0	4,0	0,0	134,0	6,0	26,0	60,0	0,0	4,0	0,0	2,0

**Tabla 17: Velocidad de infiltración en cada intervalo (Parte 2). Todos los datos están en mm·h<sup>-1</sup>**

Punto	S1.1	S1.2	S1.3	S1.4	S2.1	S2.2	S2.3	S2.4	S3.1	S3.2	S3.3	S3.4
<b>2 min</b>	60,0	1140,0	15,0	60,0	15,0	120,0	15,0	15,0	210,0	2550,0	15,0	30,0
<b>4 min</b>	0,0	720,0	0,0	15,0	15,0	0,0	0,0	0,0	180,0	2460,0	0,0	60,0
<b>6 min</b>	15,0	630,0	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	120,0	2520,0	30,0	60,0
<b>8 min</b>	0,0	540,0	0,0	30,0	0,0	15,0	15,0	0,0	150,0	2490,0	15,0	60,0
<b>10 min</b>	0,0	540,0	15,0	15,0	0,0	0,0	0,0	15,0	150,0	2520,0	0,0	30,0
<b>15 min</b>	0,0	528,0	0,0	24,0	6,0	6,0	0,0	0,0	216,0	2148,0	24,0	48,0
<b>20 min</b>	6,0	516,0	0,0	24,0	0,0	6,0	0,0	0,0	192,0	2040,0	24,0	60,0
<b>30 min</b>	0,0	438,0	3,0	42,0	0,0	12,0	3,0	0,0	234,0	1488,0	36,0	84,0
<b>40 min</b>	3,0	402,0	0,0	36,0	0,0	3,0	0,0	0,0	198,0	1488,0	18,0	60,0
<b>50 min</b>	0,0	372,0	6,0	30,0	0,0	6,0	0,0	3,0	210,0	1278,0	24,0	84,0
<b>1 h</b>	0,0	372,0	0,0	36,0	3,0	3,0	3,0	0,0	210,0	1170,0	30,0	60,0
<b>1 h 30 min</b>	2,0	310,0	2,0	36,0	0,0	10,0	0,0	0,0	208,0	920,0	24,0	72,0
<b>2 h</b>	1,0	290,0	1,0	32,0	1,0	8,0	1,0	2,0	206,0	776,0	24,0	66,0
<b>2 h 30 min</b>	1,0	280,0	0,0	32,0	0,0	8,0	0,0	0,0	206,0	786,0	30,0	62,0
<b>3 h</b>	0,0	286,0	1,0	26,0	0,0	8,0	0,0	1,0	-	438,0	34,0	-
<b>3 h 17 min</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	610,7	39,3	-
<b>3 h 30 min</b>	1,0	288,0	1,0	32,0	0,0	10,0	1,0	1,0	189,0	604,5	31,8	53,0
<b>4 h</b>	0,0	264,0	1,0	28,0	0,0	8,0	0,0	0,0	222,0	446,0	38,0	42,0



**Tabla 18: Velocidad de infiltración desde el comienzo (Parte 1). Todos los datos están en mm·h<sup>-1</sup>**

Punto	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q1.4	Q2.1	Q2.2	Q2.3	Q2.4	Q3.1	Q3.2	Q3.3	Q3.4
<b>2 min</b>	120,0	150,0	30,0	30,0	300,0	120,0	150,0	270,0	30,0	630,0	240,0	60,0
<b>4 min</b>	90,0	105,0	30,0	15,0	270,0	67,5	120,0	240,0	22,5	435,0	165,0	30,0
<b>6 min</b>	80,0	80,0	20,0	10,0	250,0	55,0	100,0	210,0	15,0	350,0	110,0	20,0
<b>8 min</b>	75,0	67,5	15,0	7,5	240,0	45,0	82,5	195,0	11,3	292,5	90,0	15,0
<b>10 min</b>	66,0	60,0	18,0	6,0	228,0	36,0	84,0	180,0	12,0	252,0	72,0	15,0
<b>15 min</b>	64,0	56,0	16,0	4,4	228,0	28,0	84,0	176,0	8,0	192,0	50,0	10,0
<b>20 min</b>	63,0	54,0	12,0	3,3	228,0	24,0	78,0	168,0	6,0	153,0	37,5	7,5
<b>30 min</b>	58,0	48,0	10,0	2,2	230,0	18,0	78,0	160,0	5,0	114,0	27,0	5,0
<b>40 min</b>	52,5	43,5	10,5	1,8	231,0	15,0	76,5	156,0	3,8	90,0	20,3	3,8
<b>50 min</b>	48,0	39,6	8,4	1,4	235,2	13,2	70,8	153,6	3,6	74,4	17,4	3,6
<b>1 h</b>	44,0	36,0	9,0	1,2	235,0	11,5	69,0	151,0	3,0	63,0	14,5	3,5
<b>1 h 30 min</b>	38,0	34,7	8,0	0,9	224,7	10,3	67,3	145,3	2,7	49,3	10,0	2,3
<b>2 h</b>	35,0	36,5	8,0	0,7	217,0	8,8	67,0	142,0	2,0	39,5	8,0	2,3
<b>2 h 30 min</b>	32,8	38,8	7,6	0,6	204,8	8,2	63,6	134,4	2,0	32,8	6,4	2,2
<b>3 h</b>	30,7	39,7	7,0	0,5	193,0	7,5	59,7	125,0	1,8	29,3	5,5	2,2
<b>3 h 30 min</b>	28,9	39,4	6,9	0,5	185,1	7,0	55,1	116,6	1,7	26,3	4,7	2,0
<b>4 h</b>	27,0	39,0	6,5	0,4	178,8	6,9	51,5	109,5	1,5	23,5	4,1	2,0

**Tabla 19: Velocidad de infiltración desde el comienzo (Parte 2). Todos los datos están en mm·h<sup>-1</sup>**

Punto	S1.1	S1.2	S1.3	S1.4	S2.1	S2.2	S2.3	S2.4	S3.1	S3.2	S3.3	S3.4
<b>2 min</b>	60,0	1140,0	15,0	60,0	15,0	120,0	15,0	15,0	210,0	2550,0	15,0	30,0
<b>4 min</b>	30,0	930,0	7,5	37,5	15,0	60,0	7,5	7,5	195,0	2505,0	7,5	45,0
<b>6 min</b>	25,0	830,0	10,0	25,0	10,0	40,0	5,0	5,0	170,0	2510,0	15,0	50,0
<b>8 min</b>	18,8	757,5	7,5	26,3	7,5	33,8	7,5	3,8	165,0	2505,0	15,0	52,5
<b>10 min</b>	15,0	714,0	9,0	24,0	6,0	27,0	6,0	6,0	162,0	2508,0	12,0	48,0
<b>15 min</b>	10,0	652,0	6,0	24,0	6,0	20,0	4,0	4,0	180,0	2388,0	16,0	48,0
<b>20 min</b>	9,0	618,0	4,5	24,0	4,5	16,5	3,0	3,0	183,0	2301,0	18,0	51,0
<b>30 min</b>	6,0	558,0	4,0	30,0	3,0	15,0	3,0	2,0	200,0	2030,0	24,0	62,0
<b>40 min</b>	5,3	519,0	3,0	31,5	2,3	12,0	2,3	1,5	199,5	1894,5	22,5	61,5
<b>50 min</b>	4,2	489,6	3,6	31,2	1,8	10,8	1,8	1,8	201,6	1771,2	22,8	66,0
<b>1 h</b>	3,5	470,0	3,0	32,0	2,0	9,5	2,0	1,5	203,0	1671,0	24,0	65,0

Punto	S1.1	S1.2	S1.3	S1.4	S2.1	S2.2	S2.3	S2.4	S3.1	S3.2	S3.3	S3.4
1 h 30 min	3,0	416,7	2,7	33,3	1,3	9,7	1,3	1,0	204,7	1420,7	24,0	67,3
2 h	2,5	385,0	2,3	33,0	1,3	9,3	1,3	1,3	205,0	1259,5	24,0	67,0
2 h 30 min	2,2	364,0	1,8	32,8	1,0	9,0	1,0	1,0	205,2	1164,8	25,2	66,0
3 h	1,8	351,0	1,7	31,7	0,8	8,8	0,8	1,0	-	1043,7	26,7	-
3 h 17 min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1006,7	27,7	-
3 h 30 min	1,7	342,0	1,6	31,7	0,7	9,0	0,9	1,0	200,6	981,4	28,0	62,3
4 h	1,5	332,3	1,5	31,3	0,6	8,9	0,8	0,9	203,3	914,5	29,3	59,8

Tabla 20: Composición del recubrimiento del suelo, variables de la vegetación y características del suelo en cada punto donde se analizó la infiltración (Parte 1)

Punto	Q1.1	Q1.2	Q1.3	Q1.4	Q2.1	Q2.2	Q2.3	Q2.4	Q3.1	Q3.2	Q3.3	Q3.4
<b>Recubrimiento superficial</b>												
% herbáceas	45	0	100	100	0	0	10	50	5	10	10	60
% hojarasca	5	100	0	0	100	100	10	0	95	90	50	0
% suelo desnudo	50	0	0	0	0	0	80	50	0	0	40	40
% musgos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Vegetación</b>												
Radio de análisis (m)	6	6	6	6	3,5	3,5	3,5	3,5	3	3	3	3
Número de copas superpuestas sobre el infiltrómetro	6	3	0	0	5	1	0	0	2	2	2	0
Número de árboles	26	25	11	6	25	9	2	4	4	2	5	1
Árboles·m <sup>-2</sup>	0,23	0,22	0,10	0,05	0,65	0,23	0,05	0,10	0,14	0,07	0,18	0,04
Número de arbustos	27	17	25	12	23	23	21	23	3	3	3	1
Arbustos·m <sup>-2</sup>	0,24	0,15	0,22	0,11	0,60	0,60	0,55	0,60	0,11	0,11	0,11	0,04
Árboles+arbustos·m <sup>-2</sup>	0,47	0,37	0,32	0,16	1,25	0,83	0,60	0,70	0,25	0,18	0,28	0,07
<b>Suelo</b>												
% arena	60	62	57	59	55	59	55	51	50	52	55	51
% limo	18	15	11	12	16	12	16	16	14	12	16	16
% arcilla	22	23	32	29	29	29	29	33	36	36	29	33
% humedad	20	19	21	14	17	15	20	20	22	24	17	15



**Tabla 21: Composición del recubrimiento del suelo, variables de la vegetación y características del suelo en cada punto donde se analizó la infiltración (Parte 2)**

Punto	S1.1	S1.2	S1.3	S1.4	S2.1	S2.2	S2.3	S2.4	S3.1	S3.2	S3.3	S3.4
<b>Recubrimiento superficial</b>												
% herbáceas	0	5	90	50	10	0	75	80	20	0	20	90
% hojarasca	100	95	0	0	90	100	25	0	20	40	0	0
% suelo desnudo	0	0	10	50	0	0	0	0	60	60	0	10
% musgos	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0
% otros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0
<b>Vegetación</b>												
Radio de análisis (m)	3	3	3	3	4	4	4	4	1,25	1,25	1,25	1,25
Número de copas superpuestas sobre el infiltrómetro	3	3	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0
Número de árboles	10	16	1	0	5	4	3	0	2	2	1	0
Árboles-m <sup>-2</sup>	0,35	0,57	0,04	0,00	0,10	0,08	0,06	0,00	0,41	0,41	0,20	0,00
Número de arbustos	18	21	12	16	20	30	15	17	10	7	3	3
Arbustos-m <sup>-2</sup>	0,64	0,74	0,42	0,57	0,40	0,60	0,30	0,34	2,04	1,43	0,61	0,61
Árboles+arbustos-m <sup>-2</sup>	0,99	1,31	0,46	0,57	0,50	0,68	0,36	0,34	2,44	1,83	0,81	0,61
<b>Suelo</b>												
% arena	55	59	59	59	55	55	55	59	67	58	63	63
% limo	12	12	8	12	20	16	28	20	12	12	4	4
% arcilla	33	29	33	29	25	29	17	21	21	29	33	33
% humedad	18	21	23	26	15	12	17	17	33	39	27	28

**Tabla 22: Evaporación (Parte 1)**

Ensayo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Vegetación</b>	Límite Quebrachal	Límite Quebrachal	Quebrachal	Quebrachal	Pasto bajo	Pasto bajo	Límite Quebrachal	Límite Quebrachal	Quebrachal	Quebrachal	Pasto bajo	Pasto bajo
<b>Fecha</b>	28.04.15	28.04.15	28.04.15	28.04.15	28.04.15	28.04.15	01.05.15	01.05.15	01.05.15	01.05.15	01.05.15	01.05.15
<b>Coord. X</b>	463240	463236	463232	463221	463201	463196	463286	463300	463262	463263	463191	463167
<b>Coord. Y</b>	7239115	7239104	7239116	7239124	7239079	7239081	7239031	7239030	7239103	7239097	7239070	7239089
<b>Error (m)</b>	8	11	8	7	7	7	10	8	8	9	6	7
<b>Orientación</b>	Sur	Sur	-	-	-	-	Sur	Sur	-	-	-	-



Ensayo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
V inicial (ml)	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
V final (ml)	490	492	492	495	457	475	460	470	495	492	460	443
V evap (ml)	10	8	8	5	43	25	40	30	5	8	40	57
t inicial	9:05	9:07	9:11	9:13	9:18	9:20	9:00	9:02	9:10	9:11	9:14	9:16
t final	14:14	14:15	14:19	14:20	14:25	14:27	14:12	14:14	14:19	14:20	14:23	14:25
t evap (h)	5,2	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
Tasa de evaporación (ml·h <sup>-1</sup> )	1,9417	1,5584	1,5584	0,9772	8,4039	4,8860	7,6923	5,7692	0,9709	1,5534	7,7670	11,0680
Tasa de evaporación (mm·h <sup>-1</sup> )	0,0019	0,0016	0,0016	0,0010	0,0084	0,0049	0,0077	0,0058	0,0010	0,0016	0,0078	0,0111

Tabla 23: Evaporación (Parte 2)

Ensayo	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
<b>Vegetación</b>	Pajonal	Pajonal	Pajonal	Pajonal	Subtropical	Límite Subtropical	Límite Subtropical	Límite Subtropical	Límite Subtropical	Subtropical	Subtropical	Subtropical
<b>Fecha</b>	01.05.15	01.05.15	01.05.15	01.05.15	06.05.15	06.05.15	06.05.15	06.05.15	06.05.15	06.05.15	06.05.15	06.05.15
<b>Coord. X</b>	463053	463052	463054	463052	463549	463567	463562	463560	463556	463544	463547	463547
<b>Coord. Y</b>	7239052	7239056	7239057	7239055	7238568	7238560	7238569	7238577	7238578	7238584	7238578	7238574
<b>Error (m)</b>	7	7	7	7	10	13	10	9	9	11	9	8
<b>Orientación</b>						Este	Norte	Norte	Norte			
V inicial (ml)	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
V final (ml)	495	482	492	485	492	490	485	488	490	492	495	495
V evap (ml)	5	18	8	15	8	10	15	12	10	8	5	5
t inicial	9:44	9:46	9:48	9:50	9:43	9:47	9:30	9:32	9:34	9:37	9:39	9:41
t final	14:44	14:45	14:46	14:46	14:40	14:45	14:29	14:31	14:32	14:35	14:37	14:43
t evap (h)	5,0	5,0	5,0	4,9	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Tasa de evaporación (ml·h <sup>-1</sup> )	1,0000	3,6120	1,6107	3,0405	1,6162	2,0134	3,0100	2,4080	2,0134	1,6107	1,0067	0,9934
Tasa de evaporación (mm·h <sup>-1</sup> )	0,0010	0,0036	0,0016	0,0030	0,0016	0,0020	0,0030	0,0024	0,0020	0,0016	0,0010	0,0010

